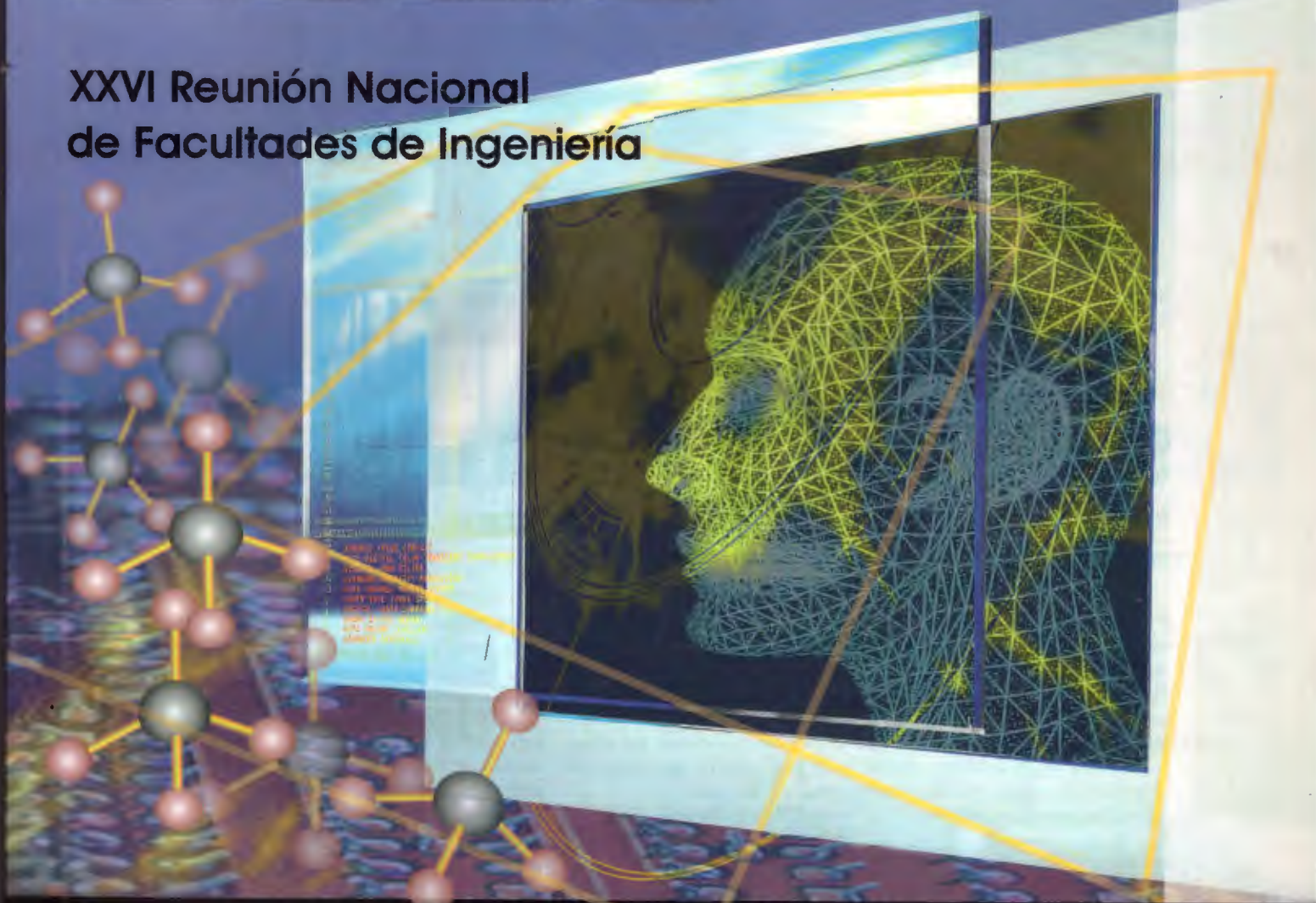


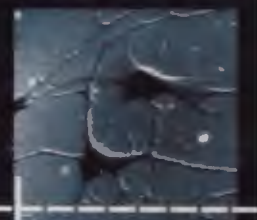
# RETOS EN LA FORMACIÓN del ingeniero para el año 2020

XXVI Reunión Nacional  
de Facultades de Ingeniería



Cartagena de Indias, Colombia  
Septiembre 20 a 22 de 2006

**ACO<sup>2</sup>Fi**



1980

2020

# Posgrados

## Facultad de Ingeniería

### ■ Especializaciones

Gestión ambiental  
Medio ambiente  
Geoinformática  
Alta gerencia  
Finanzas, preparación y  
evaluación de proyectos  
Logística integral  
Gerencia de mantenimiento  
Ciencias electrónicas e informática



### ■ Doctorado



### ■ Maestría

Ambiental  
Informática  
Electrónica  
Materiales  
Energética  
Química



Ambiental  
Materiales

Ciudad Universitaria Calle 67 No. 53-108 Bloque 21, oficina 113  
Teléfono 2105513/84 Medellín  
e- mail: posamb@udea.edu.co, posgind@udea.edu.co,  
doctorado.ingenieria@udea.edu.co  
Sitio Web: <http://ingenieria.udea.edu.co>

# RETOS EN LA FORMACIÓN del ingeniero para el año

# 2020

XXVI Reunión Nacional  
de Facultades de Ingeniería



Cartagena de Indias, Colombia  
Septiembre 20 a 22 de 2006



ASOCIACIÓN COLOMBIANA  
DE FACULTADES DE INGENIERÍA  
Avenida El Dorado 68C – 61 Oficina 205  
Edificio Torre Central - Bogotá, Colombia)  
PBX: (57 1) 427 3065  
acofi@acofi.edu.co  
www.acofi.edu.co

---

## CONSEJO DIRECTIVO

### Presidente

Ing. Javier Páez Saavedra

*Decano División de Ingenierías - Universidad del Norte - Barranquilla*

### Vicepresidente

Ing. Alberto Ocampo Valencia

*Director de Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira*

### Consejeros

Ing. Francisco Javier Rebolledo M. *Pontificia Universidad Javeriana/ Bogotá*

Ing. Juan Manuel Barraza B. *Universidad del Valle /Cali*

Ing. Diego Fernando Hernández L. *Universidad Nacional de Colombia /Bogotá*

Ing. Jairo A. Lopera Pérez *Universidad Pontificia Bolivariana /Medellín*

Ing. Carlos Arroyave Posada *Universidad de Antioquia / Medellín*

Ing. Héctor Vega Garzón *Universidad de la Salle /Bogotá*

Ing. Jairo Guerrero García *Universidad de Nariño /Pasto*

### Director Ejecutivo

Ing. Eduardo Silva Sánchez

*Profesor Titular Escuela Colombiana de Ingeniería*

### Organización del Evento:

Director Académico: Carlos Enrique Arroyave P.

Director Ejecutivo: Eduardo Silva Sánchez

### Coordinación y apoyo logístico:

Arley Palacios Ch., Janeth Pineda Molina, José Miguel Solano A., Luis Alberto González y Simón Andrés de León.

XXVI Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería «Retos en la formación del ingeniero para el año 2020»  
Cartagena de Indias, Septiembre 20 a 22 de 2006

ISBN: 958-680-053-9

Impreso en Bogotá - Colombia

Septiembre de 2006

Producción gráfica: Opciones Gráficas Editores Ltda.

Las opiniones expresadas en esta publicación son independientes y no reflejan, necesariamente, las de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. Se permite reproducir el material publicado siempre que se reconozca la fuente.

## Presentación

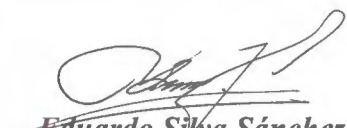
Los grandes cambios que se producen en el contexto global motivados por el desarrollo científico y tecnológico y el nuevo paradigma económico y sociocultural, conducen a pensar que en los próximos 15 años se formará una nueva generación de ingenieros que deberá estar en capacidad de afrontar importantes retos y grandes desafíos. Las escuelas en las cuales estos jóvenes ingenieros del año 2020 recibirán su formación deben estar claramente conscientes de lo que deben hacer para ofrecerles un futuro que compense su dedicación, motive su vocación y satisfaga sus ideales de servicio a la humanidad. En consecuencia, se hace necesario que la universidad visualice su rol en los años venideros, se prepare y actúe para dar respuesta a las transformaciones de una sociedad que avanza rápidamente.

Teniendo en cuenta la importancia de estos aspectos, ACOFI programó para su XXVI Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería el tema **“Retos en la Formación del Ingeniero para el año 2020”**, para ser abordado a través de las siguientes temáticas: estrategias curriculares (T1), formación pedagógica (T2), sistema educativo (T3) y perfil del ingeniero 2020 (T4), las cuales han sido objeto de discusión mediante foros preparatorios desarrollados en diferentes ciudades colombianas a lo largo del 2006.

Como parte de este proceso, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, se complace en entregar el presente documento que reúne setenta y nueve trabajos expuestos en conferencias orales y pósteres en el marco de la XXVI Reunión Nacional, que son el resultado del trabajo, esfuerzo y dedicación de profesores universitarios.

En nombre del Consejo Directivo de la Asociación, del Director Académico del Evento y del mío propio, expresamos nuestro agradecimiento a los docentes por sus aportes para la consolidación de esta memoria; a la Universidad Tecnológica de Pereira, la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín y la Universidad de Antioquia por su apoyo para la edición y a todos aquellos que colaboraron para hacer posible esta publicación.

Esperamos que sea de su agrado.

  
**Eduardo Silva Sánchez**  
Director Ejecutivo  
ACOFI

# Contenido

## Ponencias orales

T1-001	Experiencias del Taller de Ingeniería Química en la Universidad del Valle. (Ejercicio práctico empresarial y de producción al iniciar la carrera)	9
	<i>Jorge Enrique López Galán. Universidad del Valle, Cali</i>	
T1-003	Impacto de los ECAES en el proceso de formación de los ingenieros ambientales de la EIA	15
	<i>Lucía Victoria Ospina Cardona, Sandra Cristina Arias Saldarriaga y Gloria Isabel Villegas Gómez. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín</i>	
T1-004	Enfoque sistémico del currículo de ingeniería industrial	21
	<i>Wilson Arenas Valencia y César Jaramillo Naranjo. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira</i>	
T1-005	Lineamientos para la construcción de un modelo pedagógico para la formación de ingenieros	25
	<i>Juan Carlos Cruz Ardila. Universidad de San Buenaventura, Cali</i>	
T1-007	Enlazando competencias, formación integral y perfil en un programa de doctorado en ingeniería	31
	<i>Nelson Obregón Neira. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá</i>	
T1-010	Proyectos sociales: estrategia curricular para el ingeniero del año 2020	37
	<i>Adriana Gómez Cabrera y Oscar Fernando Rodríguez Bernal. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá</i>	
T1-013	Diseño curricular por ciclos, una propuesta para la formación en ingeniería	43
	<i>Fredy Hernán Martínez S. y Dora Marcela Martínez C. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá</i>	
T1-014	Problemática estructural de la ingeniería en la academia. Propuesta de solución	49
	<i>Marco Tulio Arellano y Jaime Escobar.</i>	
T1-016	«Resignificación curricular»: camino para la transformación de las prácticas pedagógicas universitarias y el desarrollo de competencias profesionales. Una experiencia desde la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Caldas	55
	<i>Jorge Osvaldo Sánchez Buitrago y Marcelo López Trujillo. Universidad de Caldas, Manizales</i>	
T1-019	Investigación en innovación curricular ABP	63
	<i>Juan Antonio González Ocampo, Carlos Cortés Carrillo, Carlos Betancurt Correa, José Fernando Mejía, Néstor Castaño, Juan Pablo Giraldo R, Alejandro Jaramillo Arenas, Germán Zuluaga Salazar, Jairo Pineda Agudelo, Omar Antonio Vega. Universidad de Manizales</i>	
T1-020	Estructuras curriculares modernas con estrategias metodológicas apoyadas en las TIC	69
	<i>Nubia Raquel Torres Chitiva. Universidad del Tolima, Ibagué</i>	
T1-022	Estrategia de mejoramiento de programas de ingeniería en la EAN	73
	<i>John Alexander Rojas M., Natalia Vega y Alonso Gaona. Escuela de Administración de Negocios, Bogotá</i>	
T1-024	<b>Conexiones Cartagena: experiencia significativa desde ambientes virtuales de aprendizaje</b>	77
	<i>Raynel Mendoza G. y Enyel Manyoma L. Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco, Cartagena</i>	
T1-025	<b>El proyecto de aula: estrategia de transformación curricular</b>	81
	<i>Enyel Manyoma L. y Ramiro Barragán B. Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco, Cartagena</i>	
T1-026	Sitio WEB Forteti: la centralización de la información sobre los programas de telecomunicaciones en Iberoamérica	87
	<i>Elizabeth Monsalve, Paula Cardona y Carlos A. Rodríguez C. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín</i>	
T1-027	La evaluación como una estrategia para el desarrollo curricular	91
	<i>Federico Vega Bula, Roció Padilla Preston y Candelaria Tejada. Universidad de Cartagena</i>	
T1-028	Medición de competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería	97
	<i>María Eugenia Guerrero Ú. y Diomedes Andrés Gómez P. Universidad Católica de Colombia, Bogotá</i>	
T1-029	Propuesta de una organización celular de las instituciones de formación basadas en la concepción curricular y la administración por procesos	103
	<i>Jaime A. Valencia. Universidad de Antioquia, Medellín</i>	
T1-031	Sugerencias para tener en cuenta en una reforma curricular orientada por competencias	107
	<i>Roberto Zarama, Luis Pinzón, Andrés Mejía, Néstor Jiménez y Sebastián Poensgen. Universidad de los Andes. Bogotá</i>	
T1-033	La dimensión ambiental en los currículos de formación de ingenieros y tecnólogos	113
	<i>William Manuel Mora Penagos. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá</i>	

T1-034	Estructuración del plan curricular - una experiencia	119
	<i>Rafael Gómez y Alain Gauthier. Universidad de los Andes. Bogotá</i>	
T1-035	Modelo de integración investigativa (MI <sup>2</sup> )	125
	<i>Hugo A. González y Alexander Giraldo Pareja. Inst. Tecnológico Mpal. Antonio José Camacho, Cali</i>	
T2-002	Evaluación por competencias, acción integradora en la formación de un ingeniero	131
	<i>Henry Gaitán Gómez. Universidad de San Buenaventura, Bogotá</i>	
T2-005	Aprendizaje activo en ingeniería: metodologías, resultados y propuestas de implementación	135
	<i>Freddy Vargas y Julio Colmenares. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá</i>	
T2-011	Tutorial debate: una experiencia exitosa para formación de competencias	141
	<i>Cecilio Silveira Cabrea, Luis Ernesto Blanco R., Alicia María López R., William Rubio R., Enrique Romero M. y Alejandro Páez R. Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá</i>	
T2-013	La metacognición y la educación apoyada por tecnologías de información y comunicación	147
	<i>Herminia Quinceno Valencia. Universidad Autónoma de Manizales, Manizales</i>	
T2-014	Estructura y dimensiones de las competencias profesionales, y su rol en las estrategias curriculares	151
	<i>Antonio Gan Acosta. Universidad de Pamplona, Pamplona</i>	
T2-016	Sistema de gestión para evaluar el aprendizaje en espacios virtuales	159
	<i>José Rafael Capacho Portilla. Universidad del Norte, Barranquilla</i>	
T2-017	Competencias, aprendizaje activo e indagación: un caso práctico en ingeniería	165
	<i>Mauricio Duque. Universidad de los Andes, Bogotá</i>	
T2-020	Ambiente virtual de aprendizaje para el desarrollo de la asignatura teoría general de sistemas	171
	<i>Armando Muñoz del Castillo. CESMAG, Pasto</i>	
T2-021	El juego de roles en el aprendizaje del proceso de diseño en ingeniería	177
	<i>Nelson Antonio Castillo Alba. Universidad de San Buenaventura, Bogotá</i>	
T2-022	Participación en una licitación: una estrategia para la evaluación integrada de los cursos físicoquímica, transductores y óptica del programa de ingeniería física de la Universidad del Cauca	181
	<i>S. Gaona, L. Pencue, D. Bravo, M. Corchuelo. Universidad del Cauca, Popayán</i>	
T2-023	El estudio de una situación problemática como eje para la formación de ingenieros forestales en la Universidad del Cauca: el caso del roble	187
	<i>J. P. Paz y Miguel Corchuelo. Universidad del Cauca, Popayán</i>	
T2-025	Propuesta metodológica de trabajo en una plataforma de comunicación virtual para procesos de aprendizaje colaborativo - APCUN	191
	<i>Pedro Wightman, Wilmer González, José Márquez, Daladier Jabba. Universidad del Norte, Barranquilla</i>	
T2-028	El lenguaje Java en la enseñanza de la física	197
	<i>Bolema Smidia García D., Ángel Antonio Rojas G., Jhon Heriberto Fuentes. Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué</i>	
T2-035	Evaluación docente mediante BSC y DEA	203
	<i>Delimiro Visbal C., Jorge Mejía Q., Pablo Sánchez T. Fundación Universidad Central, Bogotá</i>	
T2-039	Las tecnologías de la información y la comunicación como una alternativa complementaria a la presencialidad, para favorecer el aprendizaje significativo y el trabajo independiente	209
	<i>María Ximena García Ballesteros. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga</i>	
T2-044	Formación por competencias en programas de ingeniería de sistemas	215
	<i>Nancy Duarte, Ernesto A. Galvis L., Sergio Arturo Medina. Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga</i>	
T2-045	Estrategias de confiabilidad humana para la formación del ingeniero en la sociedad del conocimiento	223
	<i>Oliverio García Palencia. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Duitama</i>	
T2-048	La importancia de las ciencias básicas en la formación del ingeniero 2020	229
	<i>Edgar Alfonso López Rodríguez. Universidad Católica de Colombia, Bogotá</i>	
T2-050	Assessment: referente de mejora al proceso enseñanza aprendizaje	235
	<i>Carmen Regina Berdugo C. y Lina Margarita Prada A. Universidad del Norte, Barranquilla</i>	
T2-051	La enseñanza basada en problemas como forma de innovación pedagógica	239
	<i>Juan Antonio González Ocampo. Universidad Nacional de Colombia, Manizales</i>	
T3-002	Investigación en la relación universidad-empresa	243
	<i>Jorge Alberto Rodríguez. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá</i>	



T3-003	Creación de ambientes de investigación desde el espacio de clase: camino al 2020 <i>William Rubio R., Luis Ernesto Blanco R. Cecilio Silveira, Enrique Romero M., Alejandro Páez R. y Est. Tatiana Rubio C. Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá</i>	249
T3-005	La enseñanza problémica, un modelo posible para la Facultad de Ingeniería <i>Jaime Arturo Lagos Figueroa. Institución Universitaria CESMAG, Pasto</i>	253
T3-006	Integración de metodologías de trabajo investigativo mediante la cooperación empresa - universidad. Caso de aplicación: COTECMAR - UTB <i>Jaime Antonio Acevedo Chedid, Martha Sofía Carrillo Landazábal, Fabián Alfonso Gazabón Arrieta. Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena</i>	259
T3-007	Formación tecnológica por ciclos propedéuticos para la construcción <i>Germán Urdaneta Hernández. Universidad la Gran Colombia, Bogotá</i>	263
T3-008	Ingeniería de formación: hacia la optimización del sistema educativo <i>Guillermo Restrepo y Elkin Libardo Ríos. Universidad de Antioquia, Medellín</i>	267
T3-010	Sistema educativo para la formación del ingeniero del 2020 <i>Nelson E. Arturo. Universidad de Nariño, Pasto</i>	271
T3-012	Aportes a la formación de ingenieros físicos a partir del caso de las arcillas en Popayán <i>J. Cobo, M. Corchuelo, y Cobo, J. E. Rodríguez-Páez. Universidad del Cauca, Popayán</i>	275
T3-015	Propuesta de integración curricular para la implementación de la media técnica en el área de informática <i>Claudia Carmona, Gloria Liliana Vélez. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín</i>	281
T3-017	Estrategia de articulación entre la formación tecnológica y la formación en ingeniería <i>Beatriz Londoño Vélez. Universidad Nacional de Colombia, Medellín</i>	287
T4-005	Perfil prospectivo del ingeniero agroindustrial al 2020 <i>Diana Lucía Toro Arango y Gina Lía Orozco Mendoza. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín</i>	293
T4-007	La formación social y humanística del ingeniero en la Universidad del Cauca <i>Miguel Corchuelo, Verónica Catebiel y Gloria Castro. Universidad del Cauca. Popayán</i>	299

## Pósteres

T1-008	Propuesta de un modelo de innovación educativa desde la gestión escolar como estrategia de calidad <i>Eva de los Ángeles Chapa R., Néstor L. Díaz Ramírez y Gloria Edna Chapa R. Instituto Politécnico Nacional. UPALM, México D. F.</i>	303
T1-009	Transformaciones curriculares como estrategia de apalancamiento social <i>Herminia Quinceno V. y Mariela Rivero C. Universidad Autónoma de Manizales, Manizales</i>	309
T1-032	Integración de la labor académica e investigativa de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño a través de un gestor de contenidos orientado a la web. <i>Nelson Jaramillo Enriquez y Oscar Ceballos. Universidad de Nariño, Pasto</i>	313
T1-036	Análisis de mortalidad académica en el curso de matemáticas I <i>José Gómez Espíndola. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira</i>	319
T2-001	Sitio web de apoyo a las actividades independientes de aprendizaje autónomo en la Universidad de Santander sede Bucaramanga <i>Isis Nirvana León Jaimés, Ingrid Johana Jiménez Arias y Efraín Alonso Nocua Sarmiento. Universidad de Santander -UDES, Bucaramanga</i>	325
T2-003	Arquitectura de procesos de enseñanza <i>Lilia Y. Estrada D., Herly J. Herrera, y Ricardo Llamosa V. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga</i>	331
T2-004	El trabajo colaborativo como herramienta pedagógica en los procesos de enseñanza aprendizaje: un resultado de la introducción de la gestión de conocimiento en la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria de la Costa. CUC <i>Claudia Baloco Navarro y Olga Martínez Palmera. Corporación Universitaria de la Costa, Barranquilla</i>	339
T2-006	Trabajo independiente apoyado en un ambiente virtual de aprendizaje <i>Alexandra Pomares Quimbaya, Oscar Castiblanco y John Portela. Pontificia. Universidad Javeriana, Bogotá</i>	345





T2-008	Relación entre el desarrollo de la lógica y el aprendizaje de la matemática en la universidad <i>Jaime E. Díaz O. y Javier Olaya O. Universidad del Valle, Cali</i>	351
T2-015	Dualidad: utilidad cognoscitiva, predictiva y didáctica <i>Emiro Díez Saldarriaga. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín</i>	355
T2-018	Ambiente virtual de aprendizaje de soporte a la educación superior ES_AVA <i>Esperanza Aguilar de Florez Y Rafael Nefali Lizcano Reyes. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga</i>	363
T2-033	Enseñanza de la programación de computadores <i>Fabián Ríos Castrillón. Universidad de Antioquia, Medellín</i>	369
T2-037	Formación de las competencias básicas experimentales en ingenierías <i>Cecilio Silveira Cabrera, Oscar Suárez y Néstor Navas. Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá</i>	373
T2-038	Propuesta pedagógica para la nivelación en el área de matemáticas de los estudiantes de primer semestre de ingenierías <i>María Ximena García Ballesteros, Graciela Morantes Moncada. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga</i>	379
T2-041	Videostreaming: herramienta tecnológica para el apoyo de la enseñanza y el aprendizaje en programas de ingeniería de la Universidad del Norte <i>Amparo Camacho y Javier Páez. Universidad del Norte, Barranquilla</i>	383
T2-047	Simulación del movimiento oscilatorio <i>Bolema Smidia García D., Ángel Antonio Rojas G., Jhon Heriberto Fuentes, Juan Pablo Oviedo R. Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué</i>	389
T2-049	Cibernética de la cibernética: un nuevo paradigma en la formación del ingeniero industrial <i>Nubia Patarroyo Durán y Jorge Enrique Mejía Q. Universidad Central, Bogotá</i>	395
T2-052	Formación de doctores y su impacto en la docencia e investigación <i>Javier Páez Saavedra y José Daniel Soto Ortiz. Universidad del Norte, Barranquilla</i>	401
T2-053	Políticas de formación para el recurso humano docente de ingreso UNET <i>Josefina Balbo. Universidad Nal. Experimental del Táchira, San Cristóbal</i>	439
T3-013	Proyecto «MIDAS» modelo de intervención integral para disminuir la deserción académica en estudiantes de primer nivel de la Universidad Industrial de Santander <i>Esperanza Aguilar de Florez, Marcela Cecilia Hernández Cuello, Élide Jácome Bohórquez. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga</i>	405
T4-001	Perfil del ingeniero industrial de la Escuela Colombiana de Ingeniería para el 2020 <i>Luis E. Blanco R., Cecilio Silveira C., Enrique Romero M. y William Rubio Riaño. Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá</i>	411
T4-003	Reflexiones sobre: instrumentos de conocimiento y el desarrollo de estructuras mentales en la formación del ingeniero del futuro <i>Marco Blanquicett C., María del Rosario Navarro, Candelaria Tejada y Ángel Villabona O. Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias</i>	417
T4-004	El perfil del ingeniero: articulación entre niveles <i>Claudia Carmona Rodríguez, Guillermo Echeverri Jiménez, Beatriz Elena López Vélez y Jackson Reina Alzate. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín</i>	421



# Experiencias del Taller de Ingeniería Química en la Universidad del Valle (Ejercicio práctico empresarial y de producción al iniciar la carrera)

Jorge Enrique López Galán, Dr Sci  
Universidad del Valle. Escuela de Ingeniería Química

## Resumen

De la última reforma curricular hecha al programa de Ingeniería Química de la Universidad del Valle, nació la asignatura de segundo semestre denominada Taller de Ingeniería Química. La mejor forma de aprender es haciendo, es el principio metodológico del curso; basados en este argumento, en el segundo semestre de 2005 se decidió realizar un ejercicio personalizado con los estudiantes, empezando por la creación de una empresa ficticia, con la selección de un producto, hasta llegar a su promoción. Sin profundizar tanto, se insistió en las materias primas, el proceso, el medio ambiente, las características de los equipos, la distribución en planta de los recursos y las normas de seguridad. Igualmente se motivó la innovación de los productos, los empaques y la publicidad. Una parte de la evaluación la hizo el profesor, según el cumplimiento de las etapas del proyecto y otra abierta, según las competencias logradas por los grupos en una exposición pública; en este sentido, la competencia mejor evaluada fue el dominio del tema mostrado por los estudiantes.

Aunque al comienzo, los complejos propios de un estudiante casi recién ingresado a la universidad, generaban actitudes de incredulidad, resistencia y temor al reto propuesto, al final, el mejor estímulo recibido fue la trascendencia de los resultados que llegaron hasta su divulgación en el Occidente colombiano, gracias a los medios periodísticos que difundieron esta información por el impacto novedoso que causaron los productos, a pesar que los ejecutores tan solo eran estudiantes de segundo semestre.

**Palabras claves:** aprendizaje, innovación, taller.

## Abstract

Since the last curricular reform done in the Chemical Engineering' program at Valle University, the subject of second semester the so called Chemical Engineering Workshop was created. The best way to learn is by doing, it is the methodology principle of this course. Based on this argument, in the second semester of 2005 a personalized exercise was done with the students. It was about the creation of a fictitious company, based on the selection of a product, until it's product came out in the showroom. Without going so in depth it was insisted upon raw materials, the process, the characteristics of the equipment, the distribution of the plant's resources and in the security rules. The innovation of products, packing and publicity were motivated. One part of the evaluation was done taking into account the professor to the fulfillment of the project stages and another one was open, according to the competitions obtained by the groups in a public exhibition; this way, the knowledge of the subject showed by the students, was the competition better evaluated.

Although at the beginning, the lack of self esteem of a student who has just entered at the university, generated attitudes of incredulity, resistance and fear to the challenge propos. At the end, the best received stimulus was about the results were extending until spreading in the Colombian West, thanks to the journalistic ways, who spread this information by the novel impact caused by the products, even though the executors only were students of second semester.

**Keywords:** apprenticeship, innovation, workshop.

## 1 Introducción

Dentro de la misión del programa de Ingeniería Química de la Universidad del Valle (Cali, Colombia), figura la de hacer transformaciones químicas, biológicas y físicas a materias primas para que los estudiantes estén en capacidad de diseñar, implantar, dirigir, innovar, investigar, mercadear y evaluar los procesos productivos.

Basados en la anterior misión y como parte del diagnóstico, estructuración e implementación de la última reforma curricular del programa de Ingeniería Química de la Universidad del Valle, realizada en 2002, se consideró

importante tener una asignatura desde el inicio de la carrera que lograra materializar en el estudiante un conocimiento práctico con una visión real de su carrera profesional. De esta forma nació la asignatura de segundo semestre *Taller de Ingeniería Química*, cuyo requisito es la aprobación de la asignatura de primer semestre *Introducción a la Ingeniería Química*.

Considerando la experiencia personal obtenida por el autor, en el segundo semestre de 2005, con la asignatura en cuestión, en el presente trabajo se exponen las principales características del curso desarrollado en este semestre, con algunos logros obtenidos.

## 2. Hipótesis pedagógica

Para fijar los objetivos, metodologías, contenidos y evaluaciones del curso, se tuvieron en cuenta algunas premisas relacionadas principalmente con los problemas propios que un estudiante tiene al iniciar la carrera, como son:

- Es muy dependiente y por lo tanto ve muy lejos tener una empresa o siente temor para enfrentar ese tipo de reto.
- Tiene una mentalidad tímida para obtener productos de ingeniería química y en especial de poder competir en el mercado sin muchos inconvenientes.
- Tiene muchas dificultades para escribir bien o no tiene la cultura para presentar informes, artículos o en general documentos técnicos, incluso algunos no tienen mucho habilidad con la comprensión de lectura.
- No tiene mucha claridad y visión sobre las actividades que un ingeniero químico potencialmente tiene en la realidad.
- Casi siempre le es difícil relacionar la utilidad de las asignaturas de su programa académico y no entiende muy bien el por qué del diseño curricular.

Se consideró también que el estudiante no solo debía poner a su disposición todos los recursos cognitivos a su alcance, sino capturar la mayor información posible a través de sus sentidos fisiológicos, es decir, el estudiante en sus actividades no solamente debe oír, ver y hablar, sino también posibilitar el funcionamiento del tacto, el gusto y el olfato, con lo cual se debe conseguir un mayor aprendizaje. Basados en el anterior criterio, el principio de las actividades del curso fue: *la mejor forma de aprender es haciendo*. Si a este principio se le incluye el ingenio, entonces la capacidad para lograr lo deseado, es mejor. Con este mensaje, se motivó al estudiante para que durante el desarrollo de esta asignatura:

- Disfrutara sus actividades educativas, lo cual debe ser una constante en su profesión
- Se enfrentara a buscar alternativas prácticas y oportunas para solucionar problemas en el desarrollo de un proyecto, y avanzara continuamente hasta llegar a cumplir mínimo ciertas metas, porque esa es la base del éxito.
- Desarrollara un espíritu innovador en todo lo que hiciera, como parte del mejoramiento continuo
- Empezara a familiarizarse con la investigación teórico-experimental que conllevara a realizar aplicaciones inmediatas, para que se de cuenta que inicialmente las diferencias entre los dos aspectos son apreciables

- Considerara que hay procesos alternativos simples que posibilitan la obtención de productos, por lo tanto, debe evaluar con criterios globales de facilidad operativa, eficacia y economía, el que mejor se acomode a su situación.
- Aprendiera a trabajar en grupo, ya que en la vida real tiene necesidad de trabajar con gente que no conoce y aún así, debe tratar de entenderse con ellos de la mejor forma posible, porque la unión fortalece las metas.
- Conociera las grandes proyecciones y coberturas que ampliamente tiene la ingeniería química, ya que con esa visión, él puede planear mejor su realización profesional.
- Generara el mayor sentido de pertenencia por su carrera, para defender sus causas.

## 3. Metodología

Con base en la anterior hipótesis, se decidió realizar con los estudiantes un ejercicio práctico con grupos de cuatro a cinco estudiantes, que fuera desde la creación de una empresa ficticia (pero con sentido real), elaborando un producto previamente seleccionado, hasta llegar a su promoción, siempre brindándoles una orientación personalizada a cada grupo. Para controlar el avance de los proyectos, se establecieron fechas límites en la entrega de tareas.

Durante un mes de clases (3 horas por semana), se les informó a los estudiantes sobre los pasos que se requerían para crear una empresa, los fundamentos básicos de las operaciones unitarias, la forma como se hacen los diagramas de bloques, la presentación de diagramas de flujo, los aspectos que hay que tener en cuenta en la distribución civil de una empresa pequeña<sup>1</sup> y sobre las normas generales de seguridad industrial (almacenaje de sustancias, señalizaciones y etiquetas de advertencia).

Al mismo tiempo que se realizaban las clases magistrales, se les dejó a cada grupo como tarea, la ejecución de todas las acciones propias de la creación de sus empresas ficticias, es decir, tuvieron que repartirse los puestos directivos, definir el objetivo principal de la empresa, crear un correo electrónico (algunos hicieron página web), definir un reglamento muy corto de aspectos jurídicos, inventar un logotipo y un lema, definir un capital básico de iniciación con el aporte de cada socio y en base a toda esta información, se les pidió que hicieran una minuta para tramitarlo en una notaría. Paralelo a este documento, debían presentar los formularios de cámara de comercio, DIAN y de algún

<sup>1</sup> Debían tener en cuenta, según el tamaño de la empresa, los cargos administrativos, los operarios de la planta, los equipos, el almacenamiento de sustancias, las fuentes de energía, el almacén de repuestos y herramientas, los servicios generales y demás aspectos particulares de una empresa.



permiso de funcionamiento de otra entidad (de tipo ambiental, bomberos, estupefacientes o de planeación). Para estos trámites, el profesor hacía las veces de funcionario de todas estas organizaciones, incluyendo la de notario. A partir de ese momento, el leguaje que se trató de manejar fue el de empresarios y socios.

Para la selección del producto, se hizo énfasis en lo siguiente:

- Los productos debían ser comunes, pero con valores agregados innovativos que pudieran cubrir una necesidad frecuente o básica para su venta inmediata.
- Las materias primas, los aditivos y los reactivos, tenían que ser abundantes (para que fueran económicos y muy fáciles de conseguir).
- Los procesos de ingeniería química debían ser sencillos, económicos y relativamente seguros, además de poderse reproducir sin tanto conocimiento de fondo, en forma casera.
- Se debía considerar en toda la cadena productiva, los aspectos ambientales (reciclaje, subproductos, degradabilidad, minimización de desechos, etc.).
- El producto y el proceso debería tener la posibilidad de competir en forma de microempresa, con proyección o facilidad de ser escalada.

El proceso de selección del producto se definió en los primeros quince días y luego se ajustó cuando se precisó el diagrama de bloques. Una vez definido el producto, cada grupo inició la búsqueda de la información bibliográfica para definir el proceso y elaborar el diagrama de bloques. En estos diagramas, los grupos debían especificar globalmente las operaciones con sus principales condiciones, y las corrientes de entrada y salida para cada una de las operaciones unitarias. Con la información anterior, los grupos planearon e hicieron los primeros ensayos caseros (utilizando pequeñas cantidades), que luego fueron mejorando de acuerdo con la solución a los problemas presentados. Algunas indicaciones generales de manejo experimental orientativo que se dio para controlar las operaciones, fueron el de hacer:

- Mediciones de variables de caracterización física (capacidad calorífica, densidad, viscosidad, índice de refracción y determinación analítica de elementos)
- Mediciones y control de variables de proceso (controlables, fijas e incontrolables)
- Realización de balances de masa y energía
- Montaje y operación instrumental en los equipos.

Cuando los grupos dominaron un poco el proceso, se les propuso que obtuvieran cantidades suficientes de producto vendible en forma unitaria en un comercio popular. Para

eso, primero por diferentes medios, hicieron la limpieza del producto y lo empacaron adecuadamente, colocándole las etiquetas con el nombre, lema y logotipo de la empresa, además de escribirles la información adicional que requieren ciertos productos (peso o volumen, características físicas o químicas, instructivos de uso, etc.).

Para crear el hábito de escribir documentos, se solicitó a los grupos que entregaran tres tipos de registros informativos del avance de sus proyectos: una cartelera, una bitácora y un informe final.

En una cartelera publicitaria, cada quince días tenían que escribir en forma llamativa y en pocas palabras, el avance de las actividades de la empresa. En esos anuncios al estilo de las vallas publicitarias, siempre debía aparecer el nombre de la empresa y el de sus socios, el correo electrónico y la página web (de los que la hicieron), el logotipo y el lema de la empresa. Uno de los propósitos de esta cartelera y el de la página web, fue el de buscar con diferentes personas, acercamientos, aportes y motivaciones de diferente índole, especialmente de tipo mercantil.

En una bitácora se debía registrar periódicamente todas las actividades, especialmente las experimentales. La bitácora sirvió también para que el profesor hiciera un seguimiento a los avances de cada grupo y para que ellos acudieran a la misma cuando tuvieran que recordar algunos detalles de sus trabajos. Adicional a la bitácora, el grupo debía llevar un archivo con fotocopias de documentos bibliográficos, resaltando con marcador lo que consideran más importante, fuera de las fuentes, los autores y el año. Esta actividad era verificado por el profesor en las revisiones periódicas.

Para la presentación final del trabajo, se les pidió a los estudiantes escribir un informe ejecutivo teniendo en cuenta en el documento, la portada, la tabla de contenido, la introducción, el marco teórico, la metodología, los resultados, las conclusiones y recomendaciones, y la bibliografía. El formato de escritura era el mismo para todos y ningún ítem debía extenderse más de hoja y media

Además de revisar a los grupos los informes, el producto y su empaque, antes de la exposición pública, se les dio a los mismos los siguientes consejos:

- Vencer la timidez para enfrentarse al público sin evasivas y sin dejarse intimidar por los que posiblemente saben más y/o por los posibles errores cometidos.
- Tener buena presentación del lugar de exposición, adornados con mensajes publicitarios cortos y llamativos
- Hacer demostraciones convincentes de lo que se hizo (poner muestras de los ensayos hechos, tener un

producto de buena calidad, colocar documentos de respaldo, dominar el tema, montar en lo posible el proceso, etc.).

- Mantener la mejor disposición para responder todas las preguntas, incluso aquellas relacionadas con ventas, posibilidad de montar una empresa y mejoramiento del proceso y/o del producto.
- Tener el informe final completo, con una redacción y estructura fácil de asimilar

El profesor calificó 8 actividades con un porcentaje de cinco por ciento cada una y el 60% restante fue tomado según el resultado alcanzado con una encuesta de obtención de competencias. Considerando que un profesor o un profesional está generalmente más documentado y es más crítico que el resto del público, a estas encuestas, se les dio el doble del valor del entregado por las demás personas. Como estímulo a los grupos que más encuestas realizaron, que hicieron ventas de sus productos o que concretaron algún apoyo demostrable para continuar con su trabajo, se les adicionó un cinco por ciento más a la nota de la conseguida con la sustentación pública.

#### 4. Evaluación de resultados

Fue visible en algunos grupos las molestias que sintieron al no quedar con sus mejores compañeros, sin embargo durante el proceso se notó el liderazgo de algunos estudiantes, que fue reflejado en la mayor colaboración, dominio del tema y participación de estos durante las discusiones de asesoramiento, por lo tanto, en el cumplimiento de las tareas calificadas por el profesor, las notas no fueron iguales para todos.

Los productos y las empresas ficticias formadas, se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1: Productos obtenidos por las empresas**

Empresa	Producto
OLEALGODON LTDA	Aceite de algodón
ALDEX LTDA	Dextrinas del almidón de yuca
ACECOL LTDA	Aceite de higuera
QUIMICALIN LTDA	Sazoncito (ablanda carnes)
EN FORMA LTDA	Gel Reducfruits (crema liporeductora)
PROCHONTADURO LTDA	Aceite rojo de chontaduro
ALECON LTDA	Biodisel
TALCOS DEL VALLE LTDA	Talcos para pies color piel
SOAPLEX LTDA.	Jabón especial de esencias

En las clases magistrales, los estudiantes solo se interesaron en determinados aspectos y algunos no fueron asimilados, ya que no lograron plasmarlos en la aplicación práctica de

su proyecto, por esto, una de las recomendaciones que quedó palpable para reformar el método pedagógico, fue el de alternar las clases magistrales con las tareas desarrolladas durante el desarrollo de la asignatura, al igual que los laboratorios demostrativos, además se vio la necesidad de hacer exámenes cortos después de cubrir ciertos temas.

La mayor dificultad encontrada en el proceso de creación de empresa, fue la de considerar aportes de capital que tuvieran sentido micro-empresarial. El producto original varió ligeramente durante el desarrollo de proyecto, debido a las dificultades encontradas (especialmente en la parte experimental), a los problemas ambientales, a las innovaciones de mejoramiento encontradas y a los costos en que se incurrieron. Fue así que SOAPLEX no pudo llegar a tener un jabón de hojas para una sola aplicación personal. Los de PROCHONTADURO tuvieron que proponer que hacer con los desechos y residuos, al igual que los de QUIMICALIN. Los grupos de OLEALGODON, ALECON y los de ALDEX casi desisten del producto porque: los primeros tuvieron mucha dificultad para separar las semillas del mucílago, los segundos tuvieron mucho problema para tener un producto limpio y los terceros casi no pueden secar bien su producto higroscópico. Los de ACECOL buscaron ser socios de una empresa ya creada y los de EN FORMA se entusiasmaron por tener producciones de más de 10 unidades, dada su facilidad para obtener el proceso con calidad, además se motivaron por los retos puestos en la exposición pública. Complementando las anteriores características, TALCOS DEL VALLE buscó darle un mayor valor agregado a su producto, adicionando al color la variedad de los olores.

La cartelera fue llamada por algunos KATALIS y en otra curso la denominaron EMPRESA CREATIVA. En las bitácoras las tendencias de los estudiantes fue el de relacionarlo con un informe, por eso hubo una gran dificultad para hacerles entender que la bitácora era más un anuario de datos y de información de ciertos detalles. Los grupos poco o nada consultaron las revistas, en orden de prioridad las consultas bibliográficas se centraron en consultas personales, en el uso de internet y en la revisión de algunos capítulos de libros comunes de ingeniería química. La mayor dificultad que tuvieron los estudiantes en el informe ejecutivo final, fue la separación conceptual de la metodología con el de los resultados; en este último, otro problema fue las síntesis y las reflexiones sobre los cálculos encontrados, esa falta de síntesis también se vislumbró en el marco teórico.

La exposición se realizó en uno de los corredores más transitados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, invitando especialmente a los integrantes de la Asociación de Ingeniería Química (capítulo del Valle del



Cauca), con un comunicado a través del correo electrónico, al igual que a toda la comunidad universitaria (por el correo de comunicaciones de UNIVALLE). En el concurrido lanzamiento de los productos, que sirvió para que los grupos en su exposición sustentaran públicamente y fueran evaluados, se recogieron 400 encuestas, siendo por lo menos 43 de ellas, de profesores. En este proceso participaron estudiantes y personas con diversas disciplinas, quienes dieron calificaciones muy buenas a los logros preguntados en las encuestas. El promedio de las notas fue de 4.6, con una fluctuación muy cerrada (entre 4.4 y 4.7). La evaluación de los profesores y/o profesionales aunque también fue de 4.6, el rango fue mas abierto (entre 4.0 y 4.9).

El grupo que menos se distinguió en la sustentación pública, fue el del talco, sin embargo su nota promedio final en las encuestas fue de 4,38 (fluctuando entre 4,17 en la presentación del puesto de exposición y 4,55 en la calidad del producto). La empresa que más sobresalió, fue el del chontaduro (fluctuando entre 4,6 en el informe y 4,8 en el dominio del tema), este valor pudo ser influido por el hecho que se aprecie mucho la materia prima, especialmente en la región del Valle. El producto mejor calificado fue el de las dextrinas (4,79), a pesar que no es de conocimiento popular, pero si tiene una gran importancia dentro de la industria química y el peor calificado fue el del jabón (4,1), tal vez por ser tan común y sin mucho toque de novedad.

Después de la exposición, el curso se cerró con una charla a los estudiantes para tratar de hacer una auto-evaluación. A esta reunión se invitó un empírico, que tiene como pasa-tiempo tratar de obtener productos de la industria química, un profesor-investigador, un industrial exmiembro del Concejo Profesional de Ingeniería Química y exdirectivo de la Asociación del gremio, un profesor promotor de empresa de la Universidad del Valle y a una periodista perteneciente a una de las más importantes cadenas radiales del país. En este espacio, el profesor presentó las características del curso con todos los resultados obtenidos, luego cada uno de los invitados, basados en sus experiencias, hicieron comentarios para seguir motivando a los estudiantes en sus proyectos, especialmente presentando mas visiones para crear empresas relacionadas con la ingeniería química.

Las comunicaciones por el correo electrónico, conllevaron a que durante semana y media se emitieran, primero por noticieros locales de caracol y radio reloj, y luego por la prensa

escrita (diario Hoy del periódico el tiempo), informativos de los trabajos realizados en el curso. Este hecho generó la mayor satisfacción tenida por los estudiantes con el curso.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

Con la evaluación pública hecha a los trabajos realizados en el Taller de Ingeniería Química, los encuestados opinaron con muy buenas notas, que las competencias mejor logradas por los estudiantes, fueron el dominio del tema (78%) y la obtención del producto final (22%), igualmente consideraron, que la menos lograda, fue lo lúdico (puesto de exposición), aunque la nota también fue muy buena. Con este resultado se demostró que los objetivos del curso, basado en el principio pedagógico de aprender haciendo con experimentos, fue alcanzado a plenitud.

Aunque las condiciones de las operaciones unitarias en los procesos no podían ser las deseadas y por tanto los rendimientos fueron bajos, la obtención de productos novedosos, caseros y comerciales, fue lo que más gustó en el ejercicio hecho, de tal forma que con el despliegue periodístico, se logró vender mas la importancia de la carrera y se mejoró mucho la autoestima de los estudiantes, que sintieron mas sentido de pertenencia con la ingeniería química y orgullo con su universidad.

Finalmente, con lo realizado en el *Taller de Ingeniería Química*, se evidenció que en un proceso pedagógico integral, lo más importante no es tanto la enseñanza, sino el aprendizaje y para lograrlo, hay que tratar por todos los medios posibles, que el estudiante se divierta haciendo prácticas lo más cercanas a la realidad, con lo cual entiende mas su carrera y con ello proyecta mejor su vida profesional; además, no se debe subestimar las capacidades de los estudiantes para lograr retos, por el contrario, como profesores debemos ayudarlos para que sus debilidades se vuelvan fortalezas.

La recomendación ideal que se propondría, sería la de buscar financiación de entidades que sin ánimo de lucro, permitieran a los estudiantes completar el trabajo práctico empresarial durante su carrera, para que al final se consolide el sueño de formar profesionales capaces de generar empleo y el lograr productos novedosos en estos talleres, y que no se quedaran solo en un ejercicio experimental aislado para la obtención de un título.

# Impacto de los ECAES en el proceso de formación de los ingenieros ambientales de la EIA

Lucía Victoria Ospina Cardona<sup>1</sup>, Gloria Isabel Villegas Gómez<sup>2</sup>, Sandra Cristina Arias Saldarriaga<sup>3</sup>  
Escuela de Ingeniería de Antioquia, Envigado, Antioquia

## Resumen

La Escuela de Ingeniería de Antioquia ha asumido la participación en las pruebas ECAES como una alternativa de evaluación de los currículos de los programas académicos de la Institución, al final de la carrera, a través de las pruebas ECAES, como un proceso de verificación del desarrollo de las competencias académicas y como una herramienta valiosa de información que permite valorar el impacto social del programa académico y establecer planes de mejoramiento, conducentes a elevar la calidad de los proyectos educativos de la Institución. En esta publicación se analiza el impacto de los ECAES en el proceso de formación de los ingenieros ambientales de la EIA mediante la identificación de las regularidades existentes entre la prueba piloto ECAES – EIA y la prueba ECAES – Nacional en su evolución durante los tres años de aplicación (2003-2005).

El desempeño de los estudiantes en las pruebas ECAES – EIA y ECAES – Nacional es un indicador objetivo de la calidad de los programas académicos de la EIA y permite precisar los niveles de los conocimientos y de las habilidades esenciales en el proceso de formación de los ingenieros ambientales y evaluar los resultados del proceso de enseñanza – aprendizaje. El desarrollo profesional efectivo, medido a partir de los resultados de la relación ECAES/ ICFES para el grupo de estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental, ratifica el impacto social del programa de ingeniería.

**Palabras claves:** ECAES, Ingeniería Ambiental, Currículo

## Abstract

The Escuela de Ingeniería de Antioquia has taken the evaluation of the formation process at the end of the program through the ECAES tests, to verify the development of the academic competences. As a valuable tool to get the information, it lets measure the social impact of the academic program and establish improvement plans to increase the quality of the educational projects of our Institution. This publication analyses the impact of the ECAES tests in the formation process of the environmental engineers of the Escuela de Ingeniería de Antioquia – EIA through the identification of the existent regularities between the pilot ECAES-EIA and the official ECAES tests along its evolution during the three years of its application.

The students' performance on the ECAES-EIA and official ECAES is an objective indicator of the quality of the academic programs of the EIA and lets precise the levels of knowledge and the essential abilities in the process of formation of the environmental engineers. It also lets evaluate the results of the teaching-learning process. The effective professional development is measured from the results of the relationship ECAES/ICFES for the group of students on the environmental engineering program. Therefore, it ratifies the social impact of the engineering program.

**Key words:** ECAES, Environmental Engineering, Curriculum

## 1. Introducción

En la Escuela de Ingeniería de Antioquia se adopta el ciclo de mejoramiento de los resultados y de los procesos académicos, propuesto por el Icfes para el logro de las metas de calidad de las instituciones de educación superior a través de tres etapas: la definición de las metas, la evaluación del aprendizaje en términos de las competencias desarrolladas por los estudiantes durante su formación y el establecimiento de planes de mejoramiento [1]. Así mismo, se tomó la decisión institucional de consolidar la información estadística de los resultados de la evaluación interna y

externa haciendo uso de la tecnología de la información y la comunicación (TIC) y asegurando la participación de la comunidad educativa en los análisis de resultados y definiciones de los planes de mejoramiento.

Los exámenes ECAES son considerados indicadores de la calidad de los procesos académicos y de los resultados del aprendizaje de los estudiantes y cumple con los atributos de una prueba de alto nivel de confiabilidad, validez y universalidad, debido al carácter participativo y concertado de su fundamentación y construcción, a su

1. Directora de Currículo [pfluosp@eia.edu.co](mailto:pfluosp@eia.edu.co), 2. Directora de Autoevaluación y acreditación [calidad@eia.edu.co](mailto:calidad@eia.edu.co) 3. Directora de Ingeniería Ambiental [ingambiental@eia.edu.co](mailto:ingambiental@eia.edu.co)

conceptualización con el enfoque de competencias, su estructuración a través de la lógica y los esenciales de los saberes que se evalúan, su instrumentalización a través de la integración e interconexión de los saberes con diferentes alcances y con niveles de dominio de la competencia más profundos y su sistematización a través del uso de las TIC para permitir la realimentación oportuna a los actores del proceso.

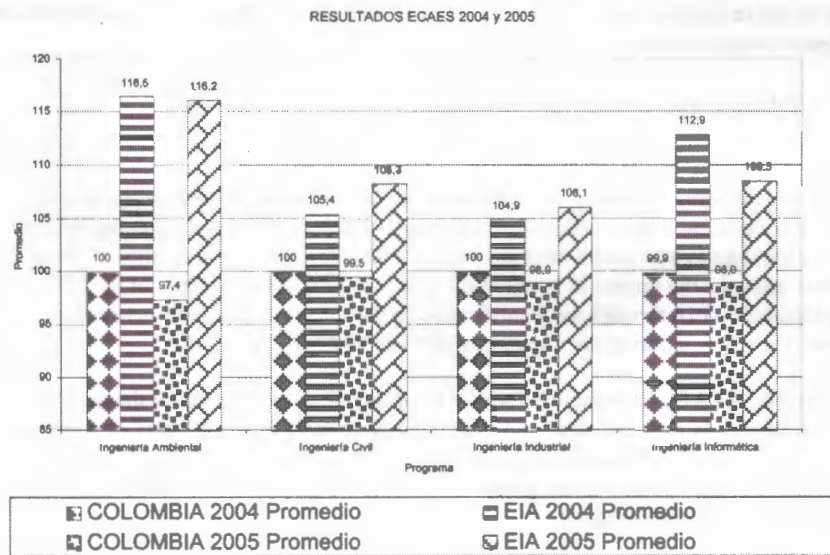
**Los ECAES en la Escuela de Ingeniería de Antioquia**

En la EIA se ha asumido la participación obligatoria, requisito de grado [2] de los estudiantes, en la prueba ECAES – Nacional como un compromiso con la autoevaluación permanente y con los planes de mejoramiento que de ella se derivan. Los resultados obtenidos por los estudiantes en estas pruebas han

impulsado la reflexión interna alrededor de los objetos de estudio, los procesos y los objetivos de formación en los saberes disciplinares y profesionales que conforman los currículos de los programas académicos de la EIA. Por consiguiente, la información que proveen los resultados de los ECAES ha sido de gran valor para la revisión y la validación de las propuestas de los nuevos currículos para los programas de la EIA.

Los análisis de los resultados ECAES se hacen en forma correlacional entre los promedios y las desviaciones estándar de los resultados de los programas de la EIA con respecto a los resultados a nivel nacional, tanto en cada año, como comparativo entre años. En la gráfica 1 se identifica un alto desempeño de los estudiantes de la EIA en los cuatro programas que presentan la prueba, en comparación con el promedio nacional de cada año.

Gráfica 1. Promedio por programa EIA y promedio Nacional – Resultados 2004 y 2005



Fuente: Icfes. Resultados ECAES 2004 y 2005. Estadísticas EIA -Procesamiento de resultados. Autoevaluación EIA

Tabla 1. Puntaje promedio Nacional y desviación por año, 2004 - 2005

		2004				2005			
		Prom.	Dev.	% Prom.EIA sobre Colombia	% Dev. EIA sobre Colombia	Prom.	Dev.	% Prom.EIA sobre Colombia	% Dev. EIA sobre Colombia
Ambiental	EIA	116,5	12,8	16,5	26,7	116,2	11,9	19,3	19
	Colombia	100,0	10,1			97,4	10,0		
Civil	EIA	105,4	9,2	5,4	8,9	108,3	8,2	8,8	18
	Colombia	100,0	10,1			99,5	10,0		
Industrial	EIA	104,9	9,3	4,9	7,9	106,1	9,2	7,3	10
	Colombia	100,0	10,1			98,9	10,2		
Informática	EIA	112,9	5,2	13,0	49,5	108,5	10,7	9,7	7
	Colombia	99,9	10,3			98,9	10,0		

Fuente: Icfes. Resultados ECAES 2004 y ECAES 2005





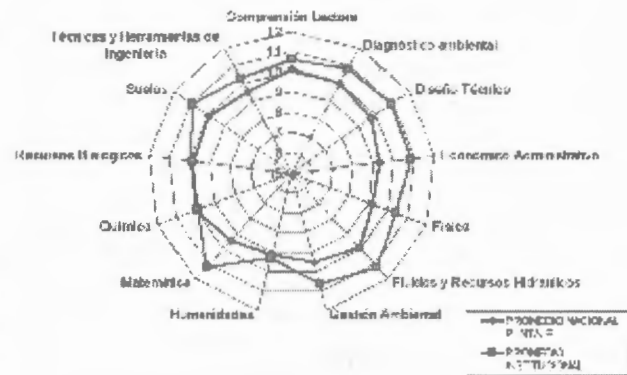
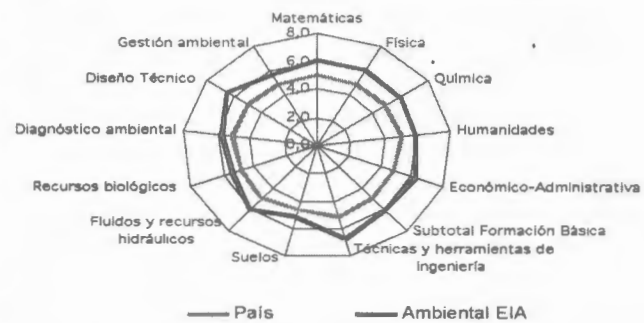
En los datos de la tabla 1 se observa que en el lapso de los dos últimos años de aplicación de la prueba ECAES se logró un incremento sostenido en el promedio de todos los programas de la EIA y en particular para el programa de Ingeniería Ambiental. Así mismo se observa una disminución en la desviación estándar, resultante de la implementación de los planes de mejoramiento y la inclusión del enfoque de competencias al currículo, tanto para el diseño como para la evaluación del aprendizaje. Los resultados obtenidos en el programa de Ingeniería Ambiental se interpretan como una mayor estabilidad en el rendimiento global de los estudiantes y un carácter de mayor equidad de la población estudiantil en relación con el desarrollo de las competencias académicas, producto del efecto de los cambios metodológicos implementados en el proceso de formación.<sup>1</sup>

También fue motivo de análisis (en los años 2003 y 2004) los resultados de los estudiantes por área del conocimiento, grafica 2, lo que derivó en la identificación de debilidades y fortalezas en las áreas evaluadas y permitió explicar, validar y diseñar los currículos, involucrando el enfoque de competencias en los objetivos de formación y en la evaluación del aprendizaje. Si bien la formación por competencias requiere de una concepción integral del desempeño de los estudiantes, la información de los resultados ECAES por áreas durante los años 2003 y 2004 fue de gran utilidad para la validación de los contenidos esenciales que estructuran los diferentes niveles curriculares de los planes de estudio de los programas, ya que en el sistema educativo colombiano en el nivel de la educación superior no existe consenso en relación con los mínimos de referencia para los currículos de una misma profesión. El trabajo de conceptualización y fundamentación de los ECAES de ingeniería realizado con el liderazgo de ACOFI [3] permitió la integración de áreas del conocimiento y la adopción de una concepción más universal de los saberes, lo que involucró la introducción de diferentes alcances de validez de la competencia y niveles de dominio más profundos. Estos cambios fueron implementados mediante el rediseño de los planes de estudio de los ocho programas académicos de la EIA, no sólo de los que presentan la prueba ECAES.

### 3. La prueba piloto ECAES – EIA

En la EIA se parte del principio de que la mejor preparación para los ECAES es un proceso de formación dirigido con rigor hacia el desarrollo de las competencias<sup>2</sup> definidas en

Gráfica 2. Resultados ECAES 2003 y 2004 por áreas del conocimiento - Ingeniería Ambiental



el perfil del profesional de cada uno de los programas académicos de la EIA.

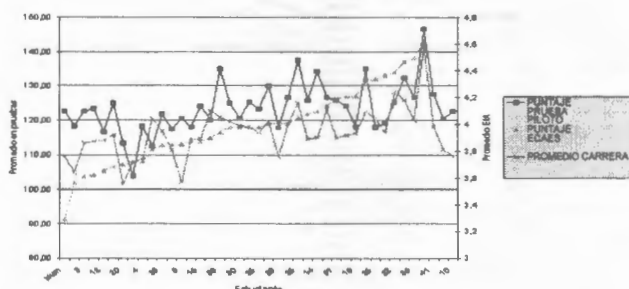
Para los estudiantes de la EIA, la prueba piloto ECAES – EIA tiene el propósito fundamental de conocer la forma de la prueba ECAES – Nacional, el tipo de preguntas y las generalidades de las especificaciones y, para los profesores, adquirir solvencia en cuanto al diseño de pruebas de evaluación por competencias y a la construcción de preguntas, con fines de participación en las discusiones nacionales e implementar nuevas estrategias de evaluación en sus respectivos cursos. En la EIA se tiene la convicción y el cuidado de no caer en el peligro del tecnicismo e instrumentalismo de una prueba piloto como una herramienta de entrenamiento mecánico; en lugar de ello, se busca el diagnóstico racional de los currículos para realimentar el proceso de formación y evaluar el nivel de habilidades del estudiante que podría ser complementado en un corto período de tiempo.

<sup>1</sup> Mejores prácticas educativas que incluyen el diseño del trabajo independiente en correspondencia con las dificultades y potencialidades de los estudiantes y una mayor independencia intelectual del estudiante y compromiso con su formación.

<sup>2</sup> La formación por competencias implica la integración de saberes en un proceso de aprendizaje dinámico, permanente y cuya evaluación requiere de la verificación del objetivo de formación en cada uno de los niveles del proceso formativo.

La prueba piloto se ha aplicado durante tres ocasiones consecutivas en la EIA y ha estado dirigida a los estudiantes convocados a la prueba ECAES en su respectivo año de egreso. El análisis de la gráfica 3: comparativo de los resultados de la prueba piloto - desempeño ECAES - Nacional - rendimiento promedio de los estudiantes en la carrera de Ingeniería Ambiental, permite observar correspondencia entre el desempeño académico del estudiante durante sus años de formación y su desempeño en la prueba piloto. El coeficiente de correlación<sup>3</sup> determinado entre los resultados observados es en todos los casos inferior a 0,7 lo cual implica que, para el caso de la EIA, no se puede afirmar que un buen desempeño en la prueba piloto o un buen promedio académico garanticen un resultado semejante en el ECAES nacional. La afirmación anterior se sustenta en el hecho de que la prueba piloto, es más un reflejo del currículo mismo de Ingeniería Ambiental de la EIA por ser diseñada por los profesores que participan en el proceso de formación de los estudiantes.

Gráfica 3. Comparativos de las pruebas piloto en la EIA y prueba ECAES con el rendimiento de los estudiantes en su carrera



Fuente: Icfes y Autoevaluación - EIA

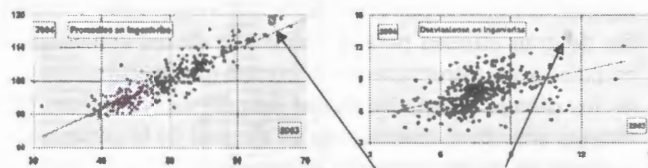
La experiencia lograda por los coordinadores de área y por los profesores durante los años de aplicación de la prueba piloto en la EIA ha permitido diseñar la primera prueba intermedia<sup>4</sup>, concebida como una estrategia para articular las ciencias básicas con la ingeniería aplicada, haciendo más significativo el aprendizaje. La prueba intermedia está dirigida a evaluar las competencias básicas de los ingenieros de la EIA y es a través de ella que se espera afinar la propuesta curricular en los primeros años de formación de los ingenieros de la Institución y perfeccionar la concepción y la estructura del núcleo común para garantizar el principio

curricular de una formación amplia y general de los ingenieros EIA.

#### 4. Impacto de los ECAES en el proyecto educativo del programa de Ingeniería Ambiental de la EIA

La determinación del impacto de los ECAES debe estar en relación directa con el objetivo de estos exámenes [4], el cual es el de comprobar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes en el momento de egreso de la educación superior. El estudio de los resultados ECAES teniendo en cuenta los promedios y las desviaciones estándar ha permitido el análisis integral de dos atributos de la calidad del proceso formativo de los ingenieros ambientales de la EIA: el desarrollo de competencias y el cambio metodológico de los agentes del proceso. La referenciación del programa frente a sí mismo y entre dos o más aplicaciones de los ECAES en distintos momentos y con diferentes cohortes de estudiantes se logró a través de los resultados del Icfes [4].

Gráfica 4. Promedio puntajes ECAES y Desviaciones estándar programas de ingeniería 2004 vs 2003 en Colombia



Fuente: Icfes

En la gráfica 4, se observa un alto rendimiento relativo del programa de Ingeniería Ambiental con respecto a la totalidad de los programas de ingeniería del país entre los años 2003 - 2004. La pendiente de la línea de tendencia en la gráfica de promedios es 0,91 (menor que 1,0), lo cual indica una relativa cercanía en los puntajes obtenidos por los diferentes programas de ingeniería y por consiguiente, un mayor reto para los programas de alto desempeño (como el de Ingeniería Ambiental en la EIA) de mantenerse o superar su promedio a través de su encargo social.

El estudio de la gráfica de la desviación estándar permite el análisis de la dispersión de los resultados. La localización

<sup>3</sup> Rangos de correlación de Spearman. Statgraphics Plus 5.0.

<sup>4</sup> Prueba Intermedia de Ciencias Básicas, para todos los estudiantes de los programas EIA que hayan aprobado el cuarto semestre. La primera prueba (agosto 12 de 2006) se realizó en la plataforma virtual Moodle, con cuestionarios de máximo 64 preguntas de las áreas de matemáticas, física, química y ciencias sociales y humanas.



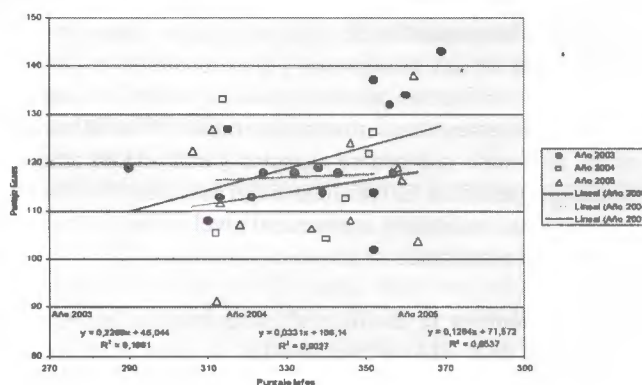
un programa de Ingeniería Ambiental de la EIA por encima de la línea de tendencia en la gráfica de desviación, significa que del año 2003 al año 2004, el grupo estudiantil del programa fue menos consistente. Es importante anotar que la población estudiantil evaluada con ECAES-2004 estuvo conformada por menos de diez estudiantes, lo cual involucra el análisis de variables de mayor complejidad que atienden a las diferencias individuales de los estudiantes analizados.

El impacto social del programa de Ingeniería Ambiental se analiza a partir de la correlación de los puntajes ECAES vs Icfes obtenidos por los estudiantes en los tres años de implementación de la prueba, mediante la aplicación de los criterios del valor académico agregado por el proceso formativo y el nivel de efectividad del desarrollo de las competencias en los estudiantes. Para el análisis, los resultados ECAES-2003 fueron ajustados con relación a la referencia de los resultados 2004 y 2005 (promedio base 100).

En la gráfica 5, los estudiantes se representan por los puntos de la nube y su localización por encima o por debajo de la línea de tendencia indica respectivamente un mayor o menor nivel de desarrollo de las competencias académicas aportadas por el proceso de formación en la EIA, con respecto al promedio de toda la población estudiantil. El mayor valor de la pendiente que se observa en la curva de tendencia del año 2003 indica un mayor valor académico agregado a los estudiantes; pero la alta discriminación revela una marcada incidencia hacia aquellos estudiantes con mayores fortalezas académicas demostradas en sus condiciones de ingreso a la Institución<sup>5</sup>.

De igual forma, se observa para el año 2004 un menor valor académico agregado, comparativo con el año 2003. Sin embargo, fue en el año 2005 donde el valor académico agregado fue significativo para algunos de los estudiantes de más bajos puntajes Icfes. El efecto logrado en el desarrollo de competencias académicas en los estudiantes que presentaron mayores debilidades al ingreso a la Institución se atribuye a los esfuerzos institucionales de implementar planes de mejoramiento para lograr buenas y más eficientes prácticas educativas.

Gráfica 5. Correlación puntajes ECAES vs Icfes – Años 2003, 2004 y 2005



Otra forma de determinar el impacto de los ECAES en el proceso formativo es a partir del nivel de efectividad mediante los análisis del intercepto de las líneas de tendencia de la gráfica 5. El mayor valor del intercepto de la línea de tendencia para el año 2004 indica una mayor efectividad del proceso de formación en ese año, evidenciado por una mayor equidad<sup>6</sup> en el proceso y un logro de niveles de competencia más parejos entre los estudiantes evaluados, hecho que puede explicarse por el reducido número de integrantes de la cohorte evaluada con los ECAES-2004 lo que permitió mayor cobertura del servicio educativo. Es importante anotar que los resultados analizados del año 2004 presentan comportamientos atípicos que inciden en los análisis, por ejemplo el mejor resultado ECAES obtenido por uno de los estudiantes académicamente más débiles en su condición de ingreso a la Institución.

Así mismo, para el año 2003 se muestra el menor nivel de efectividad acompañado de un mayor valor académico agregado para el conjunto de la población estudiantil evaluada, lo que explica que los mejores estudiantes según su condición de ingreso se hicieron significativamente mejores y fueron sus logros, en términos del desarrollo de competencias académicas, lo que determinó el mayor valor académico agregado de la población evaluada.

<sup>5</sup> Es requisito de ingreso a la EIA un desempeño alto en las pruebas Icfes. En promedio el 68% de los admitidos está en el 20% superior de los resultados Icfes Nacional de su año.

<sup>6</sup> Equidad como cobertura y acceso al servicio educativo programado por la EIA: asesorías, apoyo al trabajo independiente.

En términos generales se puede concluir que el programa de Ingeniería Ambiental tiene un proceso formativo que cada vez más logra condiciones de mayor equidad con respecto a los promedios de desarrollo de las competencias académicas de los estudiantes y por consiguiente, es un programa que tiene un modelo educativo tendiente a lograr en los estudiantes transformaciones intelectuales de mayor nivel, al tiempo que genera espacios y actividades académicas que permite a los estudiantes con mayores debilidades superar esta condición y acercarse al nivel de las competencias de los estudiantes de mayores fortalezas.

Todo lo anterior le confiere al programa de Ingeniería Ambiental de la EIA la característica de tener un proyecto educativo de alto impacto social.

### 5. Conclusiones

La evaluación de las competencias desarrolladas por los estudiantes en su paso a través del sistema educativo, teniendo en cuenta el valor académico agregado, la discriminación y la efectividad como una medida de la equidad del proceso es una herramienta que permite identificar el impacto social del proyecto educativo de la escuela y establecer planes de mejoramiento.

El reto para las instituciones de educación superior está en alinearse con las políticas gubernamentales y enriquecerlas a través de la discusión participativa y el establecimiento de planes de mejoramiento del proceso y los resultados de formación. La participación activa de la comunidad académica nacional en el proyecto ECAES permite consolidar la cultura de la evaluación como una estrategia de mejoramiento continuo y la apropiación de técnicas y estándares dirigidos al logro de mayores niveles de calidad.

### 6. Referencias

- [1] Bogoya, Daniel. Conferencia. Primer Seminario Internacional: Evaluación de la educación. Cartagena, febrero 2006.
- [2] Escuela de Ingeniería de Antioquia. Acta 181 de Consejo Académico de Septiembre de 2003.
- [3] ACOFI, Marco de Fundamentación Conceptual y Especificaciones de Prueba Ingeniería Ambiental: Versión 6, julio 2005. 49 páginas.
- [4] Ministerio de Educación Nacional. Decreto 1781. Bogotá, junio de 2003
- [5] ICFES. Agosto 2006, En: <http://www.icfes.gov.co>.



# Enfoque sistémico del currículo de ingeniería industrial

Wilson Arenas Valencia y César Jaramillo Naranjo  
Universidad Tecnológica de Pereira  
Facultad de Ingeniería Industrial

## Resumen

Esta ponencia ilustra el uso de una herramienta modeladora moderna, como la Dinámica de Sistemas, (SD), en el análisis de una transición curricular. Y se presenta el caso de la Ingeniería Industrial en la Universidad Tecnológica de Pereira. Esta transición va desde un currículo, actual hasta un estado llamado Currículo 2008, y hasta otro final llamado Currículo 2020. Seguramente que cualquier área del modelo presentado permite mas detalle, pero el objetivo solo es una visión de alto nivel. Se presentan algunos ejemplos.

**Palabras Claves:** Sistemas dinámicos, currículo, modelación

## Abstract

The the lecture show the use of a modern former tool, called Dynamic Systems for analyzing a curricular transition. The event was at Pereira's Tech University, school of Industrial Engineering. The transition begin with the present and finish with the 2020 currículo. It is sure that much more detail could be added in any area of the model, but the purpose here is only to provide a high-level look. We add some examples.

**Keywords:** Dynamics systems, curriculum, models

## 1. Introducción

La Dinámica de Sistemas (DS) fue desarrollada en la década de 1950 por Jay Forrester; esta metodología genera un símil entre un sistema hidráulico y otro sistema dinámico o en evolución. El hidráulico está compuesto por tanques, tuberías, flujos y relaciones. Por lo intuitivo de su construcción, la Dinámica de Sistemas (DS), se ha constituido en una poderosa herramienta para estudiar el comportamiento de sistemas complejos sobre la variable tiempo. [9]

En la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira es aceptada la naturaleza integralmente dinámica de ella, pues no solamente es dinámica en si misma, sino que vive dentro de un sistema dinámico, desde el cual se nutre y al cual sirve.

Se reconocieron factores, variables, relaciones, y definiciones y se decidió usar los SISTEMAS DINÁMICOS, como herramienta de modelado y análisis, por lo que se llegó a un modelo compuesto por tres subsistemas de niveles, flujos y variables auxiliares.

Un valor agregado de este modelo es que con la ayuda de la sala de profesores, se construyó colectivamente el modelo y su diagrama.

## 2. Descripción del modelo total

La figura 1, nos representa en forma abreviada el sistema. Expliquémoslo:

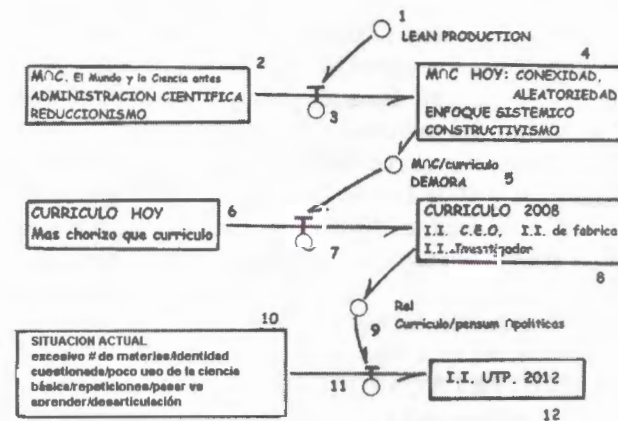


Figura 1. El currículo como SD

El sistema se compone de tres subsistemas: Mundo y Ciencia, Currículo y la Ingeniería Industrial en la Universidad Tecnológica de Pereira. Cada subsistema se compone de dos niveles, ((2,4),(6,8) y (10,12)), uno representativos del pasado y otro del futuro, de una transición, (3,7,11), y



entre las salas de profesores, y se archivan, convirtiéndose en información inútil.

Las variables efectividad de la enseñanza y problemas de aprendizaje pueden llegar a generar el arquetipo sistémico llamado ESCALADA.

**c. El modelo de SD, relacionado con la modernización curricular**

Partiendo del diagrama de relaciones de la figura 2, se puede presentar un modelo de SD que analice aspectos relacionados con el segundo subsistema de la figura 1. O sea una herramienta que nos muestre como se comporta la transición curricular. La figura 3 nos muestra una simplificación de dicho modelo.

Se pueden identificar trece de los niveles principales del modelo, algunas relaciones y unos pocos flujos. Expliquemos algunos:

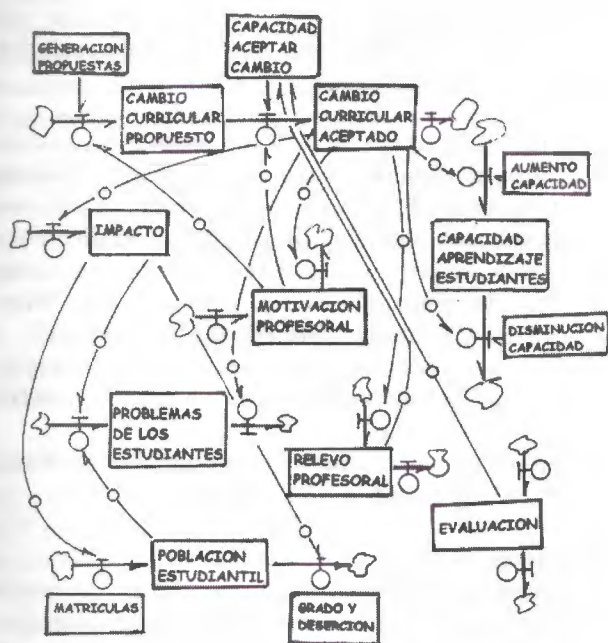


Figura 3. La Modernización Curricular como SD

La capacidad de aprendizaje de los estudiantes puede aumentar o puede disminuir. Capacidad que tiene forma de nivel, que puede aumentar o disminuir de acuerdo con los flujos de entrada y salida.

Y también el nivel de cambio curricular aceptado, tiene su influencia sobre los flujos aumento y disminución de la capacidad. Lo óptimo puede ser que el nuevo currículo aumente la capacidad de aprendizaje de los estudiantes y

la mantenga en sus máximos niveles. Hay que recordar la existencia de otro arquetipo sistémico, la CONSECUENCIAS INESPERADAS.

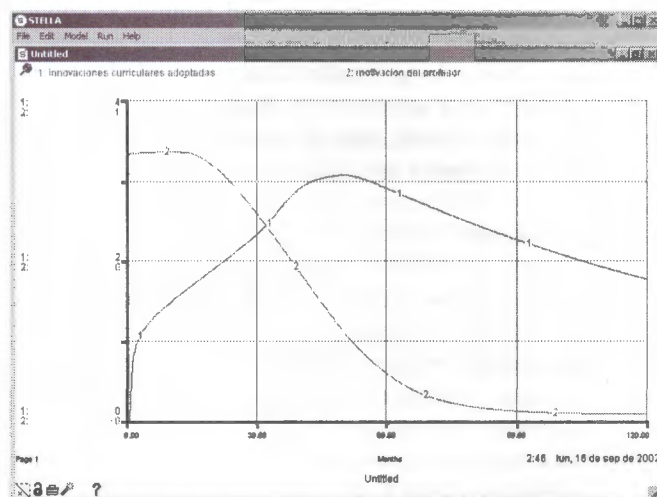
Otro nivel muy importante es el impacto causado por el cambio curricular aceptado y que tiene mucha influencia sobre muchos flujos del sistema. Un impacto deseado puede ser el aumento en la cantidad de estudiantes matriculados. Es la presencia de la ATRACTIVIDAD.

Un nivel definitivo para el éxito de un cambio curricular es el nivel de motivación profesoral. Al ser el profesor el agente que empuja todo el proceso académico, su desmotivación puede conducir al fracaso del cambio. Podemos pensar en este momento sobre los grandes volúmenes de profesores por hora, a contrato, y ocasionales que trabajan en las universidades y que pueden llegar a carecer de la motivación necesaria para empujar el cambio.

También podemos pensar que la capacidad de aceptar el cambio, y la motivación profesoral pueden estar relacionadas con los chorizos de materias, (subsistema 3), y con los relevos profesorales, (presentados acá como nivel).

**d. Ejemplo del resultado de una simulación**

La figura 4 nos muestra el resultado de la simulación realizada en el software Stella™



Representa la motivación del profesor y los cambios o innovaciones adoptados por estos, nótese que podría en principio lograrse un aumento en las innovaciones adoptadas pero, si no, se aumenta la motivación, o al menos se mantiene, seguramente la modernización "llegará hasta que se cierre la puerta del salón de clase" (Vicente Albeniz). Esta motivación, Hirsch la concibe como un nivel afectado



entre otras variables por las experiencias con procesos de modernización, la percepción sobre la necesidad del cambio, las horas disponibles para actividades de innovación y el factor de utilización de las horas del profesor. [5]

#### e. *El pensum*

Como resultado de los análisis de los dos primeros subsistemas, aparece el conjunto de materias que se ofrece a los estudiantes en los salones de clase y laboratorios. Son actividades docentes, que con un enfoque típicamente constructivista, doten al estudiante de las competencias necesarias para un ingeniero en el ambiente actual y en el del año 2012. Sobresalen entre esas competencias:

- a. Trabajar en equipo, competencia que se adquiere practicando dicho trabajo.
- b. Liderazgo, competencia que se adquiere "liderando" equipos de trabajo. La participación de los estudiantes en equipos como grupos de investigación, estudio o semilleros, les permite adquirir estas dos competencias.
- c. Manejo del ENFOQUE SISTÉMICO. De imprescindible necesidad en los ambientes conectados actuales. No solamente se proponen materias para la competencia, sino la presencia del enfoque en otras dimensiones como la financiera, la productiva, la administrativa y la legal. Este estudio se puede clasificar dentro de esta competencia.
- d. La creatividad. Hoy por hoy es la competencia más buscada en medios dedicados a conseguir ingenieros. El tema ingeniería de la creatividad, también se volvió imprescindible.
- e. Como el mundo se conectó mas, aumenta mucho la probabilidad de que el Ingeniero Industrial tenga que conectarse con otras culturas, por eso el tema Interculturalidad también tiene que aparecer en el pensum.

#### 4. Conclusiones

- a. El uso de una herramienta como el MODELADO CON SISTEMAS DINÁMICOS es de gran utilidad para la comprensión y mejor gestión de la formación de ingenieros en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira.
- b. Comprender los elementos y relaciones que rigen el funcionamiento de la facultad, permite tomar mejores decisiones, y estar conectados y a tono con el medio para afrontar con éxito los cambios futuros.
- c. La ESTRUCTURA SISTÉMICA general, y del currículo en particular, hace que si se reforma uno solo de sus elementos, sin tener en cuenta los demás, la reforma fracasa e inclusive, genera problemas mayores

- a los que se intentó solucionar. Es el arquetipo sistémico, llamado CONSECUENCIAS INESPERADAS. Un aumento en la cobertura, se convierte en un aumento en la deserción. (si no se acompaña con políticas adecuadas)
- d. El funcionamiento curricular bajo la calidad de SD, le permite absorber rápida y suavemente los cambios permanentes del mundo y la ciencia.

#### Referencias

##### • Artículos de revistas

- [1]. Orozco Silva, Luis. Hacia donde debe ir y que universidad requiere el país, esa es la cuestión. Alma Mater. Universidad de Antioquia. No. 531. Medellín Abril de 2005.
- [2]. Rojas L. Gentil. Tamal Universitario. Lecturas El Tiempo. 20051022.
- [3]. Posada C. Enrique. Directivos Universitarios en la Tarea. Lecturas El Tiempo. 20050806.
- [4]. Jaramillo Mario. Examen a la Universidad. Lecturas El Tiempo. 20051022.
- [5] Gary B. Hirsch. Can Education Reform get in the way of Reforming Education ? A simulator for exploring Reform strategies. CLE. 20060610.

##### • Libros

- [6] Sterman, John D. Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw Hill Higher Education. Quebec. 2000. 982 pp.
- [7] Vennix Jac. A. M. Group Model Building. Facilitating Team learning using System Dynamics. John Wiley & sons. Chichester. 1996. 292 pp.
- [8] Walliman, Nicholas. Your Research Project. A step by step guide for the first time researcher. SAGE Publications. London. 2001. 322 pp.
- [9] Fisher, Diana M. Modeling Dynamic Systems. Stella™ Software. 2005. p2-3

##### • Conferencias

- [10] Ibarra, Oscar. Modelos de formación de educadores y corrientes de pensamiento pedagógico en Colombia. Instituto de Educación y Pedagogía Foro Muestra 12 años. Cali. 2006.
- [11] Gutiérrez, Elio Fabio. Políticas Educativas y calidad de la Educación en Colombia. Instituto de Educación y Pedagogía Foro Muestra 12 años. Cali. 2006.

##### • Fuentes Electrónicas

- [12] Jaramillo, César y Mejía, Laura. ACOFI. Revista Educación en Ingeniería. No. 1. Difusión de GEIO. <http://www.berkanus.com/Acofi/Revista/Portada.html>.





# Lineamientos para la construcción de un modelo pedagógico para la formación de ingenieros

Juan Carlos Cruz Ardila  
Universidad de San Buenaventura

## Resumen

Se presentan los lineamientos para la construcción de un Modelo Pedagógico<sup>1</sup> para la formación de ingenieros, dinamizado en cinco elementos importantes que se apoyan en la pedagogía crítica y en la interrelación que existe entre estudiante, docente, conocimiento y contexto. Se propone que la formación del ingeniero se inscriba en cuatro dimensiones: Dimensión técnica, Dimensión teórica, Dimensión creativa y de diseño y Dimensión Humana. Adicionalmente se involucra el uso de las tecnologías de la informática y la comunicación (TIC) para que el modelo desarrolle los ambientes propuestos para la implementación de cada una de las actividades metodológicas (aula, laboratorio virtual, el laboratorio práctico, los encuentros virtuales, la empresa y el medio social). Se dan a conocer los lineamientos del modelo pedagógico y se esquematiza en el tiempo, de tal forma que permita comprender que un buen ingeniero no es sólo cuestión de conocimiento sino también de «saber hacer».

**Palabras clave:** modelo pedagógico, pedagogía crítica, formación.

## Abstract

I present the guidelines for building a pedagogical model to develop engineers, based on five elements that rely on critical pedagogy and the interrelation among student, teacher, knowledge and context. I recommend that the development of engineers be delineated by four dimensions: technical dimension, theoretical dimension, creative and design dimension, and human dimension. Moreover, the framework entails the use of information and communication technologies (TIC) to develop the proposed environments to implement the methodological activities (e.g. classroom, virtual lab, practice lab, virtual meetings, enterprise and social environment). All in all, we outline the pedagogical model and its evolution, demonstrating that a good engineer is actually a combination of knowledge and skills.

**Keywords:** pedagogical model, formation, critical pedagogy

## 1. Elementos del modelo pedagógico<sup>2</sup>

### 1.1 Tipo de ingeniero que se quiere formar

El modelo concibe un ingeniero más pertinente a su contexto, con capacidad de análisis y de asombro para dar respuesta a situaciones sociales y tecnológicas que así lo ameriten. Es un ingeniero con conocimiento básico de su disciplina, pero con alta capacidad de auto aprendizaje, consciente de su preparación continua y de la necesidad de formar parte de redes de conocimiento internacionales. Con una visión clara de la realidad que lo circunda y una alta capacidad de generación de ideas que se transformen en proyectos de investigación. Pesa en él su preocupación por el "Ser" y no por el "proceder", antepone lo humano y lo ambiental por

encima de lo proyectual y ejecutorio. Fortalecido en sus construcciones teóricas de conocimiento y un manejo óptimo de las redes de información que permitan resolver sus inquietudes de profesional. Hábil para integrarse en grupos de trabajo interdisciplinarios y líder en el momento de exponer sus ideas. Conocedor de la actualidad tecnológica y con alta capacidad de comunicación y expresión gracias a que conoce una segunda lengua.

### 1.2 Proceso de formación del ingeniero para alcanzar el perfil deseado

Se concibe el Modelo Pedagógico desde una perspectiva dinámica, analítica, razonada y creativa del proceso de formación del ingeniero.

<sup>1</sup> Este trabajo es resultado de un trabajo de investigación llevado a cabo en la maestría en educación [7].

<sup>2</sup> La construcción del Modelo Pedagógico exige metodológicamente que se responda, las siguientes preguntas: 1. ¿A qué tipo de ingeniero se quiere formar?; 2. ¿Cuál debe ser el proceso de formación del ingeniero para alcanzar el perfil deseado?; 3. ¿Qué tipo de experiencias educativas se deben privilegiar?; 4. ¿Qué relaciones enmarcan y cualifican las interacciones entre educando y educador?; 5. ¿Qué métodos y técnicas diseñables en la práctica se deben tomar como estrategias de acción eficientes? [6]

**Dinámica**, porque debe ser abierto a los cambios y además facilitar la introducción de nuevas alternativas sin afectar los procesos que se estén llevando a cabo, así es posible dar respuesta y construir propuestas de acuerdo a las exigencias tecnológicas actuales.

**Analítica**, porque permitirá que el estudiante identifique el tema de mayor importancia para su formación, de esta manera construirá su conocimiento a partir de relaciones con: el docente, a través de puentes diversos como son los encuentros en el aula, en el laboratorio y las comunicaciones virtuales; con su contexto, por medio de trabajos de proyección social, pasantías y proyectos de investigación. Los productos obtenidos en cada una de las relaciones señaladas serán organizados y evaluados para su posible exposición en conferencias, congresos o concursos donde la universidad haga presencia.

**Razonada y creativa**, porque la aproximación que se haga al conocimiento debe estar mediada por procesos de razonamiento y creatividad, aquí las ciencias básicas deben cumplir un papel estratégico para propiciar competencias interpretativas, comunicativas, de procedimientos razonados y promover la creación de situaciones que den solución a problemas concretos.

### 1.3 Experiencias educativas que se privilegian

Se propone que la formación del ingeniero se inscriba en cuatro dimensiones: Dimensión técnica, Dimensión teórica, Dimensión creativa y de diseño y Dimensión Humana.

**Dimensión técnica**, busca principalmente generar en el estudiante acciones que le permitan corroborar la decisión tomada de su proceso de formación. Aquí, se dará cuenta de la importancia que tiene la profesión elegida y además tendrá la oportunidad de entrar en contacto, de una forma técnica, con cada uno de los aspectos que encierra la ingeniería. Cabe decir que no se deja de lado los procesos de razonamiento y conocimiento de la lógica que fundamentan la ingeniería.

En esta dimensión se tiene como objetivo fundamental el cambio de paradigma educativo y formativo del estudiante que egresa de la educación media. Se busca una transformación cultural relacionada con la participación, el compromiso y la

evaluación que él pueda tener de su aprendizaje y por ende de su conocimiento aplicado.

La evaluación es enfatizada en los aspectos académicos básicos, que son trazados específicamente para garantizar que el estudiante en esta dimensión, adquiera los elementos mínimos y por tanto pueda enfrentar el resto de su proceso formativo. El énfasis no es la demostración de conocimiento adquirido, ni qué tanto dominio puede tener de él, sino un cambio de actitud hacia su formación, es decir, es la transición de un estudiante caracterizado por la pasividad a otro, activo, capaz de enfrentar momentos de construcción cognitiva.

La pedagogía que se propone está sujeta a los parámetros que garanticen la transición arriba mencionada, por tal razón se debe iniciar con una pedagogía de tipo tradicional<sup>3</sup> que sirva para dar los lineamientos iniciales en el comienzo del proceso educativo. En la medida que se establezcan los espacios y las relaciones de estudiantes y docentes, se introducen elementos básicos de la pedagogía crítica<sup>4</sup> como la relación maestro-alumno, la reflexión crítica de los conocimientos, de tal forma que los estudiantes consideren al maestro como parte del capital humano, con necesidades de aprender y desarrollarse en su relación con los propios alumnos, además la transformación de espacios que propicien la producción colectiva de significado y logren el desarrollo de la habilidad comunicativa.

**Dimensión teórica**, pretende fortalecer al estudiante en el conocimiento relevante de su profesión para que adquiera conciencia del tipo de formación que debe asumir. Es por esto que en esta dimensión se fortalecerá el trabajo teórico con los temas propios de la profesión, manteniendo relación expresa con lo exigido por el contexto y los organismos reguladores de la educación a nivel nacional. Cada fundamento estará en relación con la aplicación real, en la solución de problemas y en la creación de dispositivos de aplicación práctica. Se considerarán la búsqueda crítica del conocimiento y el procesamiento del material informativo relevante, con el fin de que se combinen el trabajo independiente y la labor en equipo; subrayándose la importancia de analizar cómo se individualiza y socializa el conocimiento en el escenario del aula y fuera de ella. El paradigma de la información-recepción abre paso a una orientación esencial del profesor que proyecte las acciones y proponga diferentes vías para la apropiación individual y

<sup>3</sup> Se caracteriza por ser autoritaria, jerárquica, centrada en el maestro, memorística, acritica y dogmática, alejada de la vida de los estudiantes. Pretende la formación de un ser humano en la disciplina y la rigidez del orden absoluto, educando en valores de la nación para el renacimiento moral y social, puesto al servicio del Estado y de la iglesia católica.

<sup>4</sup> Su principal lema es "enseñar a aprender". Su objeto es la formación de intelectuales y profesionales con autonomía creativa, capaces de diagnosticar problemas y plantear alternativas. Su estilo es propositivo y consensual. Propicia la producción colectiva de significado. Da mayor peso al desarrollo de la habilidad comunicativa



para la reflexión colectiva, teniendo presente que incentivar la labor en equipo no es sólo facilitar los intercambios cognitivos, es también dignificar el papel del que ayuda de manera consciente a los compañeros con dificultades, es promover el valor de la solidaridad humana y posteriormente el de la solidaridad profesional.

El interés por la investigación se dinamizará a través de la realización de tareas docentes que aborden problemas integradores para desarrollar en una etapa dada de la dimensión, en los cuales participen los alumnos, según sus intereses, desde el propio planteamiento del problema. Las estrategias de su solución exigirán la aplicación de las habilidades de máxima generalización de la asignatura, sus ideas rectoras, así como el contacto con especialistas y las visitas de análisis "sobre el terreno" en contextos propios de la actividad profesional [6]. Hay un fortalecimiento de la pedagogía crítica y busca, aparte de la construcción de conocimiento en relación con el otro, la formación de intelectuales y profesionales con autonomía creativa, capaces de diagnosticar problemas y plantear alternativas.

Esta dimensión fortalecerá teóricamente al estudiante en las áreas propias de un ingeniero del actual contexto y cambiará su visión objetiva de la realidad por una subjetiva que permita ver los problemas sociales que implican su participación directa. Esta dimensión será susceptible de cambios permanentes porque el contexto actual es variable y los desarrollos tecnológicos son versátiles y variados.

La evaluación estará orientada al cumplimiento de objetivos claramente trazados por los profesores y estudiantes en cada uno de los proyectos propuestos y se privilegiará el manejo cognitivo. La valoración será de tipo cuantitativo para no afectar los procesos de registro académico y de aprobación de créditos, que son exigidos por el Gobierno Nacional y por universidades internacionales.

**Dimensión creativa y de diseño**, el estudiante tendrá la posibilidad de diseñar, crear y exponer todo su potencial de ingeniero. El contacto en esta dimensión no es totalmente teórico, tendrán un énfasis mayor las relaciones con el entorno a través de diferentes proyectos que así lo permitan. Es así como el contacto universidad-sociedad se verá reflejada en cada uno de los trabajos presentados y los grupos consolidados para tal fin. En la conformación de los mismos, será imprescindible la participación de otras disciplinas y/o programas de estudio, con un eje direccional que oriente dichas prácticas.

Se propone una participación activa de los estudiantes, con el fin de dar libertad y crear las condiciones para facilitar la

manipulación y experimentación por parte de ellos. Recordando que el fin de la institución no puede estar limitado al aprendizaje y por el contrario debe preparar para la vida, la formación de personas libres, autónomas y seguras. El discente podrá actuar y pensar a su manera, favoreciendo un desarrollo espontáneo, en el cual el maestro cumpla un papel de segundo orden. El objetivo está en impactar al futuro egresado con las necesidades tecnológicas del medio, con la diferencia social en la que va a estar inmerso y con la exigencia de un mercado altamente competitivo.

La evaluación se centrará en la presentación de resultados concretos, productos. La valoración debe tener los dos aspectos: cualitativo y cuantitativo. El primero, para dar cuenta de los aspectos relacionados con el aporte dado a su entorno por el futuro ingeniero a través de las incursiones que haga en el sector empresarial o social; y el segundo, para generar calificaciones de aquellas áreas que estén asociadas con el cumplimiento de los créditos correspondientes.

**Dimensión Humana**, es una dimensión que aparecerá implícita en el modelo, transversa el proceso formativo del ingeniero desde el inicio hasta el final. Deberá acabar con la discusión, a que los ingenieros son expuestos, acerca de la inhumanidad que caracterizan cada uno de sus actos: "*son expertos en procesos de transformación, conocen las leyes y los vericuetos de la máquina, de la edificación, de la semilla, del procesador, transforman pensando en la cosa, pero sin pensarla*". Tiene el papel de ligar al ingeniero con la responsabilidad humana de su quehacer ya que "*la ingeniería y las humanidades, como teorías en sentido restringido, son humanidades en sentido amplio*" [4]. No se debe considerar como un apéndice del proceso, por el contrario, debe respaldar cada una de las situaciones académicas plausibles que así lo demanden.

#### **1.4 Relaciones que enmarcan y cualifican las interacciones entre educando y educador**

El modelo propiciará en el docente un cambio total de paradigma educativo, le demandará la pérdida total del poder que ejerce sobre sus estudiantes, lo obligará a hacer parte de las tecnologías de la informática y la comunicación para difusión de conocimiento contextualizado construido por él. Los docentes y sus estudiantes deberán conformar una sola instancia de construcción teórica, los primeros por tener la experiencia y la formación académica adecuada para ejercer su labor y; los segundos, porque tienen la motivación necesaria, la convicción y la necesidad de participar en la elaboración de interpretaciones racionales de su propio quehacer de ingeniero.

### 1.5 Métodos y técnicas de la práctica educativa que se toman como estrategias de acción eficiente

Se proponen en este modelo los criterios para la elaboración de métodos y técnicas que medien en la realización de la práctica educativa:

- La motivación por el conocimiento a través de trabajos que se aproximen a problemas profesionales.
- La labor en equipo, sin descuidar el trabajo independiente, para la búsqueda crítica del conocimiento científico, el planteamiento y la solución de problemas.
- La investigación, enfocada a desarrollos que trasciendan la teoría formal de los contenidos recibidos.
- La importancia de ser eficiente en los procesos productivos.
- La valoración de lo ambiental, así como el papel del ingeniero ante los problemas globales y locales críticos; las producciones limpias y el desarrollo sostenible.
- La facultad de dialogar, elaborar y defender criterios propios, así como respetar los ajenos.
- La capacidad de valoración y autovaloración del resultado académico y actitudinal en el plano individual y colectivo.

Los ambientes propuestos para el desarrollo de cada una de las actividades metodológicas son: El aula de clase, el laboratorio virtual, el laboratorio práctico, los encuentros sincrónicos y asincrónicos virtuales, la empresa y el medio social. El cambio paradigmático deberá ser gradual y continuo, tanto para docentes como para estudiantes, por esta razón no se propone dejar de lado el uso de las aulas como punto de encuentro entre el profesor y los estudiantes. Lo importante es que se utilice este espacio para generar actividades que propendan por la búsqueda y construcción de conocimiento y no por la magistralidad que ha caracterizado a estos lugares. Debe ser un ambiente propicio para desarrollar las competencias comunicativas y de trabajo en equipo, entendido este como la organización de tareas que se orienten para un fin común y no como la repartición de labores que al final se agrupan para posteriormente entregarlas.

El laboratorio práctico es un punto de encuentro que exige un conocimiento riguroso de la temática que se va a experimentar. En este espacio se le facilita al estudiante la posibilidad de interactuar con instrumentos y dispositivos reales que le permitan tener una visión clara de la aplicación del conocimiento. También la presencia del docente es fundamental para dar respuesta a inquietudes teóricas y de tipo práctico que se puedan presentar.

Lo importante del modelo es la consciente necesidad de disminuir la presencialidad en el aula con el fin de utilizar el tiempo en otras actividades importantes para la construcción colectiva de conocimiento. Por esta razón, el laboratorio y los encuentros virtuales serán estrategias que permitan optimizar el trabajo y faciliten la presencialidad en cualquier punto remoto que contenga conexión de red. Por su parte, el laboratorio virtual<sup>5</sup> será una herramienta importante para que el estudiante pueda desarrollar su capacidad creativa sin correr el riesgo de sufrir lesiones o producir daños en equipos. La simulación dará la posibilidad de navegar en el conocimiento sin el acompañamiento permanente del docente y para obtener soluciones creativas que posiblemente, a través de un estudio riguroso, tengan aplicaciones prácticas reales. Son espacios no dirigidos, de fácil acceso para el estudiante, porque adquiriendo el software adecuado podrá ejecutar sus prácticas en un PC portátil o uno ubicado en su lugar de residencia. Para este trabajo no se requerirá la presencia del estudiante en la universidad, siempre y cuando cuente con las herramientas informáticas mencionadas. En los encuentros sincrónicos virtuales se buscará que el docente tenga un contacto permanente con sus estudiantes. De esta manera se construirán, en el tiempo, paradigmas de aprendizaje diferentes a los que tradicionalmente les habían planteado en la educación media. Para que estos encuentros virtuales tengan éxito, los docentes deberán estar capacitados para diseñarlos y la universidad preparada para ofrecer la tecnología necesaria. Finalmente la empresa y el medio externo serán el centro esencial de todo lo construido en la academia. Este será el espacio clave para validar el conocimiento adquirido y la posibilidad de hacer propuestas de transformación social y tecnológica. Para lograrlo, se deberán establecer criterios y políticas claras de participación que no lesionen ni estén en contra de las pretensiones de los sectores involucrados, universidad-empresa-Estado.

## 2. Operacionalización del Modelo

Para operacionalizar el modelo pedagógico es necesario que el currículo, como elemento dinamizador, presente un análisis cuidadoso de los fundamentos y componentes que lo caracterizan tales como: sus fundamentos filosóficos, epistemológicos, pedagógicos, teleológicos, didácticos, el marco teórico, el análisis del contexto, el perfil del egresado, los objetivos curriculares, el plan de estudios, las estrategias y métodos didácticos, la evaluación, los recursos docentes y didácticos. Los cuales deben estar en sincronismo con los elementos que el modelo propone.

<sup>5</sup> La virtualidad está asociada con la simulación a partir de software especializado y no con la ejecución de trabajos en tiempo real a través de la red.

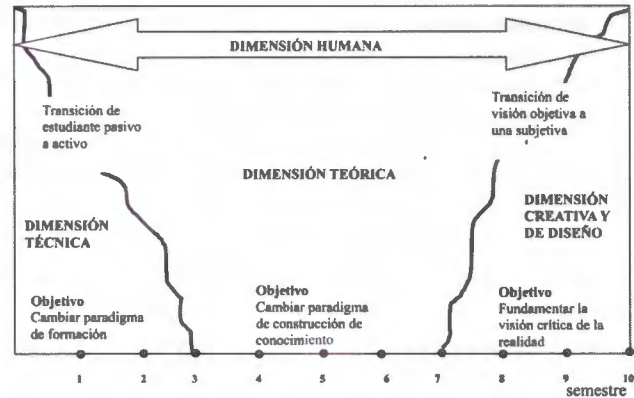


En el gráfico se muestra una dinámica de operacionalización del modelo de tipo horizontal que se desarrolla a lo largo de todo el periodo de formación del estudiante. Es así como cada una de las dimensiones tiene unas fronteras que permiten su contacto, reflejan la transición de un estado a otro, se muestra su objetivo y la duración en el tiempo.

Para la dimensión práctica se espera que el énfasis esté centrado en la aplicación y el papel de la ingeniería dentro de una sociedad que demanda soluciones prácticas creativas. Se observa en el gráfico que será más intensa en el primer semestre y menos en el tercero. A través de la organización curricular, se deberá hacer manifiesta esta propuesta por medio de actividades que desarrollen esta dimensión en el estudiante.

En la dimensión teórica aparece la rigurosidad científica de la ingeniería con el manejo de las ciencias básicas y los conocimientos propios de la disciplina que permitirá al estudiante fortalecer su aprendizaje en la profesión de la ingeniería. Tendrá un comienzo gradual en el primer semestre, acrecentándose desde tercero hasta séptimo y disminuyendo desde octavo hasta llegar a décimo con una mínima participación. Este proceso es intencional porque facilitará al estudiante el aprendizaje progresivo al comienzo de su formación y garantizará la aplicación de lo aprendido al final del proceso. Por otra parte, la dimensión de creatividad y de diseño, la cual se empieza a evidenciar desde séptimo semestre, buscará potenciar los procesos de creación y diseño adquiridos hasta el momento. Aquí se le permite al estudiante desarrollar propuestas creativas con el acompañamiento del docente, en una primera instancia, para luego ser aplicados los conocimientos, habilidades y destrezas en proyectos de mayor complejidad y aplicación práctica real.

Finalmente, la dimensión humana se encargará de humanizar el proceso de formación de los futuros ingenieros y buscará generar una mirada más subjetiva del quehacer de los mismos sin descuidar la objetividad y racionalidad que tanto caracteriza esta profesión. Para lograr los objetivos de esta dimensión es necesario un trabajo conjunto entre docentes de la disciplina y los de formación humana para establecer una relación dialógica y no dicotómica.



MODELO PEDAGÓGICO PARA LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

### 3. Conclusiones

- El modelo exige del docente una alta formación pedagógica y disciplinar para poder responder a las exigencias del contexto inmediato, del conocimiento cambiante y de sus propios estudiantes, porque va estar expuesto a una cantidad de interrogantes y posiblemente no podrá dar respuesta a alguno de ellos, pero debe estar en la capacidad de poder sugerir alternativas que al ser implementadas por sus discentes den un resultado positivo y vislumbre caminos conceptuales claros que permitan espacios de discusión crítica. Así mismo, la actitud del profesor se considera preponderante y su participación proactiva en el proceso de formación le invita a cambiar su autoritarismo tradicional para transformarse en interlocutor, de tal forma que no incida en las decisiones que tomen los estudiantes, sino que por el contrario oriente sus procesos de aprendizaje autónomos y así dé lugar al desarrollo de actividades creativas que diluciden de mejor forma los conocimientos aprendidos por los discentes en el aula.
- La propuesta busca un cambio de paradigma en directivos, docentes y estudiantes con respecto a la aproximación que se haga al conocimiento y la manera de afrontarlo, se observa que debe estar ligada con una propuesta curricular coherente con dicho trabajo. De lo contrario, muchos

elementos formativos propuestos se pierden si se aplican los lineamientos del modelo en un esquema curricular tradicional y asignaturista donde la exigencia está centrada en resultados de tipo numérico y no en la construcción y apropiación productiva del conocimiento.

- Los lineamientos sobre el modelo pedagógico de formación de ingenieros genera una serie de reflexiones de gran importancia para el desarrollo de cada uno de los programas para la formación de los futuros profesionales de la ingeniería, reflexiones tales como: La importancia de conjugar teoría, diseño, simulación y práctica en una propuesta curricular coherente y pertinente con las actuales exigencias del contexto local e internacional; diseño, desarrollo y evaluación curricular; en relación con la didáctica; la incorporación de las TICs en la enseñanza, el desarrollo y teorización de procesos y estrategias de aprendizaje autónomo y colaborativo; en cuanto a la evaluación académica se expresan propuestas que ponderen la autoevaluación y la coevaluación como herramientas fundamentales para lograr transformar la visión de la evaluación en todos los actores del proceso académico.

#### 4. Referencias

- [1] Alcocer González, Juan Manuel. La ciencia y la empresa Revista ciencia UANL Vol. V, No.3 julio-septiembre 2002
- [2] Coraggio, José L. Pedagogía Crítica: Eje de Desarrollo de la Enseñanza superior. Universidad Nacional de General Sarmiento. Buenos Aires. 1994.
- [3] López Parra, Javier F. Desarrollo de competencias en la formación de ingenieros de sistemas. Revista ACIS. Edición No.84. Enero - mayo de 2003
- [4] Marulanda, Johannie. Las humanidades en la formación del ingeniero. Revista Energía y Computación. Volumen IV, No.2 Edición no.10 Santiago de Cali. 1995.
- [5] Quiceno, Humberto. Educación tradicional y pedagogía crítica. Educación y Cultura. No. 59, diciembre de 2002.
- [6] Flórez Ochoa, Rafael. "Hacia una pedagogía del conocimiento". Mc Graw-Hill, Interamericana. S. A. Colombia 1994.
- [7] Cruz, Juan, Vivas, Diego y Becerra, Gonzalo. Lineamientos para un Modelo Pedagógico como fundamento de la formación del ingeniero electrónico bonaventuriano. Universidad de San Buenaventura. Cali. 2004
- [8] Delgado Castillo, Rolando, Iglesias León, Miriam y Guada Cándida. Las Ciencias Básicas y la formación del Ingeniero Mecánico. En <http://www.ucf.edu/publicaciones/anuario2002/pedagogia/articulo43.pdf>
- [9] Gómez Rodríguez, Víctor G., Carreras Martínez, Vladimir y Delgado Álvarez, Noemí. Calidad en la enseñanza de la ingeniería: una mirada al problema desde la óptica del profesor universitario. Anuario científico de la Universidad de Cien Fuegos "Carlos Rafael Rodríguez". 2002. En <http://pluton.ucf.edu/publicaciones/anuario2002/pedagogia/articulo18.pdf>
- [10] Guijarro Coloma, Luis y Alabu Muñoz, Antonio. La formación del ingeniero de telecomunicación para la sociedad de la información. En <http://www.upv.es/~lgujar/socinfo/docs/GuijarroAlabau2001.pdf>
- [11] Marchisio, Susana, Ronco, Jorge y Von Pamel, Oscar. El trabajo colaborativo por proyectos en ambientes virtuales como estrategia formativa profesional en ingeniería. Ponencia presentada en la 4º Jornadas de Educación a Distancia del Mercosur del CREAD /INTA, desarrolladas en la Universidad del Salvador - Argentina entre el 21 y el 24 de junio de 2000. En <http://www.edudistan.com/ponencias/Susana%20Marchisio1.htm>
- [12] OCyT. Observatorio colombiano de ciencia y tecnología. Última actualización Septiembre 15 de 2003. En <http://www.ocyt.org.co/>



# Enlazando competencias, formación integral y perfil en un programa de doctorado en ingeniería

Nelson Obregón Neira (IC, MSc, PhD)

Profesor Titular. Director del Grupo de Investigación "Hidrocencias". Director de la Maestría en Hidrosistemas de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana. Profesor Catedrático Universidad Nacional.

---

## Resumen

La Pontificia Universidad Javeriana (Sede Bogotá) se encuentra trabajando en la concepción y desarrollo de un nuevo programa de Postgrado en Ingeniería denominado DOCTORADO EN INGENIERÍA. A la fecha se encuentra discutida a nivel de facultad, el diseño curricular, para lo cual se ha realizado un ejercicio integrador de aspectos relevantes tales como las competencias, la formación integral, el perfil profesionalizante y de investigación. Para las primeras se ha tomado como referencia la interpretación geométrica de competencias presentada por Aguilar y Rivera (2005) en la pasada reunión de Acofi. De otra parte, para la formación integral, el marco de referencia de las ocho (8) dimensiones del ser humano que ofrecen los documentos de la Compañía de Jesús (Acodesi, 2003) ha sido revisada y adaptada al contexto de la formación doctoral en ingeniería. De esta forma, el trabajo que se reporta, pretende ofrecer un "carta de navegación" integradora de estrategias curriculares enmarcada en los programas de Formación Doctoral en Ingeniería en nuestro medio. Contribuyendo así con el amplio retraso que universidades colombianas presentan en torno al ofrecimiento de este tipo de programas de postgrado. Como valor agregado, de este trabajo, los grupos de investigación de las facultades de ingeniería son también incorporados en el diseño de las competencias y en general en las estrategias curriculares de este programa particular de doctorado en ingeniería.

**Palabras Clave:** Doctorado en ingeniería, competencias, formación integral

## Abstract

Pontifical Javeriana University (Bogotá Campus) is conceiving a new graduate Engineering Doctoral Program. By the time being, most of the curriculum design has been discussed, integrating not only relevant aspects such as academic competencies, integral formation, but also professional and research profiles. Former aspects have taken into account geometrical representation of competencies given by Aguilar and Rivera (2005) during last version of Acofi's meeting. On the other hand, reference framework for integral formation aspect, considered paperwork given by the Jesus Company (Acodesi, 2003) regarding eight (8) dimensions of human being. Thus, this work is aimed at offering an integrated "navigation chart" of curricula strategies within the framework of Doctoral Engineering formation at Colombia. In these regards, this work also contributes to bring the gap between academic delaying that Colombian universities show and the action of offering this kind of graduate programs. In addition, this work involves research groups of engineering faculties, in the sense that they are directly incorporated to competency design and in general, with curricula strategies of Doctoral Engineering Programs.

**Keywords:** Engineering doctoral program, competencies, integral formation

## 1. Introducción

*"El Doctorado es el programa académico de posgrado que otorga el título de más alto grado educativo, el cual acredita la formación y la competencia para el ejercicio académico e investigativo de alta calidad. (...) tienen como objetivo la formación de investigadores con capacidad de realizar y orientar en forma autónoma procesos académicos e investigativos en el área específica de un campo del conocimiento"* (MEN, 2006). Para el área que nos ocupa los doctorados en Ingeniería en Colombia son escasos, reportándose en la actualidad sólo ocho (8) universidades en el país que ofrecen esta formación avanzada. Tal y como se resalta anteriormente el diseño curricular debe estar orientado hacia la formación de investigadores autónomos en los campos de la ingeniería. De otra parte, puede ser visto como la última oportunidad que una institución posee en el proyecto de vida

personal para procurar y potenciar *"una formación integral, que le permita al egresado desempeñarse en diferentes escenarios, con el nivel de competencias propias de cada campo (...). Estas prácticas de formación deberán contribuir al desarrollo de habilidades de los estudiantes para el análisis de las dimensiones ética, estética, filosófica, científica económica, política y social de problemas locales, regionales y nacionales ligados al programa"* (MEN, Directiva 19 2004). Basado en esta directiva, este trabajo reporta un ejercicio académico realizado en la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana, que busca establecer un marco conceptual para la discusión e incorporación apropiada de estos aspectos fundamentales de formación integral, dimensiones y competencias, de tal forma que faciliten acciones similares en otras universidades.

## 2. Formación integral en el marco del programa propuesto de doctorado de ingeniería

La presente discusión se realizará siguiendo la referencia del Padre Rincón S.J. (2000), Presidente de la Federación Latinoamericana de Colegios, FLACSI, y de la Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia (ACODESI) y Rector del Colegio San Ignacio de Medellín (2000)<sup>1</sup>. Esta institución definió la Formación Integral como «*el proceso continuo, permanente y participativo que busca desarrollar armónica y coherentemente todas y cada una de las Dimensiones del ser humano (ética, espiritual, cognitiva, afectiva, comunicativa, estética, corporal, y socio-política), a fin de lograr su realización plena en la sociedad. Es decir, vemos el ser humano como uno y a la vez pluridimensional, bien diverso como el cuerpo humano y a la vez plenamente integrado y articulado en una unidad*» En ACODESI es claro que el desarrollo de esta Formación Integral se da a través de todo el Currículo, es decir, de «*todo lo que intencionalmente educa en razón de nuestra propuesta: el conjunto de principios, criterios, plan de estudios, programas, metodologías y gestión que orientan el Proyecto Educativo Institucional y hacen posible la Formación Integral de la Comunidad Educativa*» y no únicamente del Plan de Estudios, es decir, ese componente del Currículo que estructura e integra gradual y secuencialmente los saberes por medio de las áreas académicas y de los proyectos pedagógicos. La Formación Integral se hace realidad en la práctica cotidiana de una institución educativa cuando ella permea e inspira los criterios y principios con los cuales se planean y programan todas las acciones educativas, así como en «*la puesta en obra*» o ejecución de cada una de ellas. En este sentido, se puede decir que el currículo es el medio que hace posible que en la práctica cotidiana este propósito sea una realidad.

### 3. Perfiles de información

#### 3.1 Principios institucionales del perfil del estudiante

Se entiende el Perfil del Estudiante como el conjunto de cualidades que expresan el desarrollo de las dimensiones del ser humano, de acuerdo con el Proyecto Educativo de ACODESI. De esta forma, en la Pontificia Universidad Javeriana se acuerda lo siguiente respecto del Perfil del Estudiante: (i) *No podemos hablar de un Perfil que se alcanza o no se alcanza, sino de un proceso que puede irse evaluando.* (ii) *Las*

*dimensiones son el marco de referencia en tanto que las cualidades precisan qué es lo que queremos dejar como impronta.* (iii) *Las dimensiones no se dan como máximos deseables, en tanto las cualidades sí.* (iv) *No podemos hablar de una jerarquía de cualidades pues todas tienen igual importancia.* (v) *Las cualidades deben ser pensadas de acuerdo con el proceso de desarrollo de los(as) estudiantes.* (vi) *Las cualidades, en consecuencia, son logros en proceso. De alguna manera punto de partida y también de llegada.*

#### 3.2 Perfil del egresado del programa de doctorado en ingeniería

Un estudiante egresado de un programa de Doctorado en Ingeniería deberá poseer los conocimientos que reflejen el estado del arte en un área particular de la Ingeniería, en particular las asociadas en primera instancia a los grupos de investigación de su respectiva facultad de ingeniería. De igual forma, estará en capacidad de:

3.2.1 *Proporcionar soluciones a problemas relevantes en su área de trabajo y desarrollarlas con base en un trabajo metódico y a través de un análisis crítico e independiente*

Esta capacidad tiene que ver con la cualidad de la Dimensión Ética de «Tomar decisiones libres, responsables y autónomas». Esta cualidad se desarrolla cuando: (i) *La persona asume reflexivamente los principios y valores que subyacen a las normas que regulan la convivencia en un contexto determinado.* (ii) *La persona lleva a la práctica sus decisiones éticas.* (iii) *Se da el proceso de desarrollo y maduración de la conciencia, del juicio y de la acción moral.* (iv) *Las acciones de las personas son coherentes con su pensamiento (acciones morales).* Las soluciones planteadas deben considerar la globalidad de los problemas. En este sentido el Padre Remolina, S.J, rector de la Pontificia Universidad Javeriana, cita a<sup>2</sup> *El jesuita catalán Juan Carrera y Carrera en su folleto titulado "Mundo Global, Ética Global" al cual puso el subtítulo "Otro mundo es posible... con otra mentalidad". Ese cambio de mentalidad, que propone como base para una nueva ética, consiste en pasar:*

- *De nuestro espacio reducido a la perspectiva planetaria.*
- *Del corto al largo plazo*
- *De la distancia a la inmediatez (o mejor, de la lejanía a la proximidad).*
- *Del "nosotros tribal" al "nosotros plural"*

<sup>1</sup> NOTA DEL AUTOR: La letra en itálica en este capítulo 2, corresponde a transcripciones literales de esta referencia.

<sup>2</sup> "GLOBALIZACIÓN Y RESPONSABILIDAD DE LA FORMACIÓN ÉTICA N LA ENSEÑANZA SUPERIOR". Intervención del P. Gerardo Remolina Vargas, S.J. en el Foro "Globalización y Responsabilidad Social en Época de Cambios: la Enseñanza Ética de la Iglesia Católica" (6 de octubre de 2005)





- Del “nosotros y la naturaleza” al “nosotros en la naturaleza”
- De la competencia a la colaboración.
- Del libre mercado al control democrático.
- De la rentabilidad al servicio público.
- De la seguridad al riesgo soportable.
- De la empresa tradicional a la empresa responsable.
- De la indignación al compromiso.

**3.2.2** *Posibilitar trascender su propia existencia para abrirse a valores universales, creencias, doctrinas, ritos y convicciones que dan sentido global y profundo a la experiencia de la propia vida, y desde ella al mundo, la historia y la cultura (Dimensión Espiritual)*

La forma de desarrollarla es cuando a la persona se le ofrece la posibilidad de salir de sí misma para relacionarse y acoger a los otros y cuando tiene la posibilidad de establecer y cultivar una relación personal y comunitaria con Dios. El Doctor en Ingeniería debe poseer las competencias para desde sus limitaciones como hombre entender los sistemas y procesos que son gobernados por las leyes de la naturaleza. Su cuestionamiento profundo sobre la relación causa-efecto de los mismos, la reflexión sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología, y de su filosofía, de las limitaciones y bellezas de la humanidad, lo conducirán a potenciar esas posibilidades de trascendencia y de alcanzar los *Frutos del Espíritu*: El amor; el gozo y la paz; la paciencia; la comprensión de los demás; la bondad y fidelidad; la mansedumbre y el dominio de sí.

**3.2.3** *Plantear y dimensionar cualquier problema en su área de trabajo de manera precisa aportando continuamente al desarrollo de su área de interés mediante el continuo desarrollo de investigación original*

Esta capacidad está relacionada con la cualidad de la Dimensión Cognitiva de “Comprender y aplicar creativamente los saberes de la interacción consigo mismo, los demás y el entorno”. La forma de desarrollar esta cualidad es a través de la *interrelación de: El Conocer, el Conocimiento y el Aprendizaje*. El primero se entiende como la *relación que establece la persona con el mundo y el medio en el cual se halla inmersa permitiéndole distinguir una cosa de las demás e involucrando procesos y estructuras mentales para seleccionar, transformar y generar información y comportamientos*. El conocimiento por su parte se entiende como la *construcción y representación de la realidad que hace la persona a partir de sus estructuras teóricas, conceptuales y prácticas que le permiten comprender, interpretar, interactuar y dar sentido al mundo que lo rodea*. El conocimiento está mediado, además, por el *lenguaje*. Finalmente, el aprendizaje se entiende como el *resultado de la interacción de la persona con su mundo*

*circundante que le permite interpretar los datos que le vienen de fuera con sus propias estructuras cognitivas, para modificar y adaptar las mismas a toda esta realidad comprendida y aprehendida*. El proceso de modelación en ingeniería señalado como la fundamentación teórico y práctica del programa de Doctorado en Ingeniería, se encuentra a tono con la interrelación de El Conocer, el Conocimiento y el Aprendizaje. Los componentes del currículo, así como el del plan de estudios deben garantizar esta fundamentación en el doctorando, la cual no sólo deberá permitir plantear y dimensionar problemas, sino que facilite y motive al egresado-doctor el proceso de autoaprendizaje de nuevos desarrollos científicos y tecnológicos constantemente en evolución. De no ser así, el espectro de problemas planteados y dimensionados y por consiguiente el aporte a su área, será limitado.

**3.2.4** *Transmitir su conocimiento de forma clara y efectiva*

Esta capacidad tiene que ver con la cualidad de la Dimensión Comunicativa de “Interactuar significativamente e interpretar mensajes con sentido crítico”. Se procura su desarrollo: (i) *Cuando la persona desentraña, comprende e interpreta los sentidos y los comunica mediante el lenguaje*. (ii) *A partir de la creación y uso de lenguajes distintos a los verbales que expresan sentido y significado*. (iii) *A partir de la decodificación de los lenguajes, con sentido crítico, que le ofrece el medio en que la persona se encuentra inmersa*. Desde el punto de vista operacional la Tesis de Doctorado, así como los eventuales hallazgos generados en el desarrollo de ella, se espera deban tener méritos para generar publicaciones en revistas especializadas de reconocido valor científico a nivel nacional e internacional. De igual forma, las ponencias en el contexto de los eventos científicos y tecnológicos asociados al área temática. Por esta razón el adecuado uso de formas de lenguaje como el oral y escrito son requerimientos fundamentales en las habilidades de los egresados del Doctorado. La producción intelectual de su quehacer investigativo, debe ser ante todo ser crítica, honesta y humilde. De otra parte, el egresado del programa de Doctorado en Ingeniería deberá estar en capacidad de poder asimilar nuevos desarrollos científicos y tecnológicos de su área, a través de: (i) La lectura de documentos técnicos de otras personas; (ii) la lectura de libros y revistas especializadas; y de (iii) conferencias. Para tal efecto, la fundamentación teórico y práctica del programa, reflejada en el currículo, deberá proveerle las herramientas para un estudio y asimilación claro y efectivo de dichos dispositivos de comunicación. Es decir, deberá no sólo estar preparado en adecuadas notaciones matemáticas y en los conceptos físicos, químicos y biológicos, sino también poseer las respectivas habilidades informáticas propias de su área, de tal forma que este proceso se desarrolle en forma eficiente y

eficaz. En cualquier instancia y en un sentido más profundo la comunicación del egresado Doctor en Ingeniería, debe darse bajo los principios y valores fundamentales del respecto por las personas que le son interlocutoras o lectoras.

### 3.2.5. *Dirigir proyectos de investigación y trabajar en equipo*

Esta capacidad incorpora la relación con otras personas. Así, la acción de dirigir proyectos de investigación o consultoría de y con otras personas, no sólo debe estar motivado por el problema mismo a estudiar, sino por valores afectivos, tal y como lo cita el Padre Rector Remolina S.J (Rector de la Pontificia Universidad Javeriana, 2005). *“Los sentimientos están íntimamente ligados a los “valores”; y éstos, junto con los principios, constituyen la columna vertebral de la ética.”* Estos sentimientos deben estar inclinados a la búsqueda del bienestar y mejoramiento del nivel de vida de la sociedad en que se está inmersa tanto a nivel local, como nacional, regional y global. El sentimiento de amor a Colombia, a su empresa en la que trabaja, a su grupo familiar y de amigos, al medio ambiente, debe ser cultivado en el egresado del programa Doctoral en Ingeniería. En los formatos de propuestas de investigación es común ofrecer una discusión en torno al impacto y usuarios potenciales de los resultados del proyecto, los cuales se convierten entre otros, en espacios ideales para evidenciar los sentimientos hacia las comunidades. Por esta razón esta capacidad se relaciona entre otras, con la cualidad de la Dimensión Afectiva *“Amar-se y expresar el amor en sus relaciones interpersonales”*. Esta puede desarrollarse a partir de: (i) *El reconocimiento, la comprensión y la expresión de emociones y de sentimientos.* (ii) *Las relaciones con los demás y en la construcción de comunidad.* (iii) *La maduración de la sexualidad.* En este orden de ideas, el Egresado-Doctor en Ingeniería se espera posea una alta fundamentación y habilidades científicas y tecnológicas que le permiten en primera instancia comunicarse y trabajar multidisciplinariamente. No obstante, debe también aceptar que su conocimiento es limitado y que forma parte de una comunidad académica y profesional en la que el trabajo multi, inter y transdisciplinar debe ser procurado en todos sus niveles.

### 3.2.6. *Desarrollar y expresar creativamente su sensibilidad para apreciar y transformar el entorno (Cualidad de la Dimensión Estética)*

La capacidad de diseño del Doctor en Ingeniería puede ser también entendida como una capacidad de creación la cual se expresa en productos y procesos tales como: puentes, estructuras, circuitos, herramientas, artefactos industriales, software, etc. Las personas y usuarios de estos productos y procesos procuran usualmente satisfacer sus necesidades desde el punto de vista físico, intelectual y emocional a los

cuales subyace la estética, entendida no sólo como la sola belleza, sino como incorporador de ideas, de personas, de materia y energía que forman parte de una naturaleza la cual ha sido entregada al hombre con su capacidad de transformarla y apreciarla. Por esta razón, el desarrollo de esta dimensión en el Doctor en Ingeniería se procuran *en la manera particular como las personas sienten, imaginan, seleccionan, expresan, transforman, reconocen y aprecian su propia presencia, la de los otros, y de los otros en el mundo. También se desarrolla cuando las personas comprenden, cuidan, disfrutan y recrean la naturaleza y la producción cultural, local y universal.* El proceso de modelación en Ingeniería incluye el desarrollo de modelos conceptuales y de creación de escenarios, etapas que surgen como espacios ideales para el desarrollo de esta dimensión de la Formación Integral. En este sentido, el Doctor en Ingeniería debe entender que ante todo *somos seres relacionales: Nos relacionamos con nosotros mismos, con los otros, con el entorno, con Dios. Insertos en el mundo no estamos solos, compartimos el tiempo y el espacio con otros y necesitamos de ellos, comunicándonos e interrelacionándonos, para realizarnos más plenamente. La persona no es sólo razón o sentimientos, la persona no es sólo ideas. La persona también es acción, y es en la acción donde ejercita auténticamente su libertad. Es por su accionar y por sus obras como la persona trasciende, es allí donde se interrelaciona con otros y es allí donde labra su felicidad.*

### 3.2.7. *Valorar, desarrollar y expresar armónicamente su corporalidad (Cualidad de la Dimensión Corporal)*

Se procura su desarrollo: (i) *Conociendo y apropiándose del mundo mediante experiencias sensoriales y perceptuales.* (ii) *En el ámbito sensorial, pues los órganos receptores resultan también fundamentales para el aprendizaje.* (iii) *En el desarrollo motor que implica dos aspectos: cuando la persona piensa, planea y anticipa sus acciones y la actividad motriz o el movimiento del ser humano que le permite adaptarse a la realidad, desarrollar la toma de conciencia en lo corporal, en la lateralidad y en el concepto de espacio-temporal y equilibrio.* (iv) *En los procesos de aprendizaje, en el concepto de tiempo y espacio asociados al desarrollo motor que depende de múltiples factores relacionados con lo afectivo, lo psico-social y lo cognoscitivo.* (v) *Cuando se vincula a los demás y hay preocupación por el otro.* (vi) *En los intercambios culturales con otros seres humanos en el mundo.* El acto creativo del Diseño en Ingeniería supone el empleo de experiencias sensoriales y perceptuales, pero también el de comunicarse eficaz y eficientemente con grupos de personas de diferentes niveles académicos y socioculturales. Por consiguiente, el Doctor en Ingeniería debe saber expresar sus conocimientos y resultados investigativos empleando ideas y formas que son comunes a todos los seres, y que son apreciados por todos a través de experiencias sensoriales. En



este sentido, su conocimiento profundo de los fenómenos que tienen lugar en los sistemas y procesos que le atañen, junto con la base común sensorial de lo que apreciamos todos, le debe permitir explicar cuando se le solicite, y por medio de analogías e ideas sencillas, el conocimiento por muy abstracto y aparentemente complejo que éste sea. Un gran problema en nuestro medio radica en el hecho que el conocimiento no es asimilado por todos los miembros de una sociedad, sino que por su lenguaje muchas veces ininteligible, no penetra en todos los niveles, quedando muchas veces restringido solamente a los estratos académicos altos. Este problema de acceso a la información y el conocimiento en una sociedad, puede aproximarse también mediante la valoración, el desarrollo y la expresión armónica de la corporalidad, en este caso de los sentidos como base común para una comunicación adecuada.

*3.2.8 Participar activamente en la solución de problemas de interés nacional proponiendo alternativas de solución acordes con la realidad nacional y dentro de un marco ético, moral y de compromiso social*

Esta capacidad del perfil tiene que ver con la cualidad de la Dimensión Socio-Política de "Asumir un compromiso solidario y comunitario en la construcción de una sociedad más justa y participativa". Se procura su desarrollo: (1) *En la Formación de un sujeto político que puede dar cuenta de lo que ocurre a su alrededor como ciudadano formado en tres direcciones: (i) Conciencia histórica: que tenga conocimiento de los momentos históricos que hicieron parte de la formación social y política de su entorno y a través de ésta explique la actualidad. (ii) Formación en valores cívicos: elementos claves para participar y deliberar de los interrogantes de una organización política: virtudes cívicas que comprenden el sentido de lo público, la solidaridad, la justicia, y el reconocimiento de la diferencia. (iii) La formación de un pensamiento (juicio) y de una acción políticos que tienen que ver con la palabra, los discursos, las razones y las personas. Se relacionan con los demás y discuten acerca de los asuntos comunes. (2) En la formación de una idea de justicia que debe tener en cuenta la necesidad de garantizar libertades individuales y la preocupación de fomentar la igualdad social. (3) En la formación del sentido de responsabilidad social: con la que se pretende enfrentar los serios cambios estructurales dentro de las sociedades.* El estudio de la pertinencia de los proyectos –ya sea de investigación básica o aplicada– que adelante tanto el doctorando como el egresado-Doctor en Ingeniería debe estar enmarcado en la visión socio-política de Colombia y de su entorno. Un Doctor en Ingeniería en Colombia no puede "darse el lujo" de desarrollar su labor profesional y científica carente de pertinencia, por pura erudición científica.

#### 4. Currículo y competencias

*Para utilizar la noción de competencia es necesario tener en cuenta que los currículos universitarios pueden ser entendidos como el "conjunto de conocimientos y competencias que corresponden con una determinada comunidad científica y profesional". La noción de competencia conlleva el resultado de un proceso de integración de habilidades y conocimientos (saber, saber hacer, saber ser, saber emprender y saber servir). (Universidad Javeriana, Vicerrectoría Académica "Procesos de Reflexión y Autoevaluación Curricular de los Programas de Pregrado". Mayo de 2000). Una persona puede considerarse competente académicamente, cuando dispone de comprensiones sobre los problemas, de conocimientos especializados y diferenciados, de habilidades y destrezas que le permitan un quehacer especializado, de actitudes positivas sobre su quehacer, y que se relacione permanentemente con la información especializada de su campo disciplinario o profesional (Documento Institucional, "Anotaciones Sobre la Noción de Competencia", Vicerrectoría Académica, website Noviembre 2005).*

##### 4.1 Representación geométrica de competencias

Una representación geométrica de los componentes de una competencia puede pensarse a través de 3 ejes fundamentales, siguiendo el trabajo adelantado por Aguilar & Rivera (2005). Teniendo en cuenta esta referencia, una Competencia puede ser entendida como la "Capacidad para [Operación] de [actividad] en [contexto]", en donde las palabras en paréntesis se asocian respectivamente al eje (componente) Antropológico (Operaciones); Profesional (Acciones); y Contextual (Contexto). Permitiendo de esta forma, un "saber hacer en contexto". Un Ejemplo en ingeniería podría ser: "Capacidad para *identificar oportunidades de diseño de sistemas electrónicos en la automatización industrial*".

##### 4.2 Adaptación de la representación geométrica de competencia

###### 4.2.1 Eje Profesional (Acciones)

Este eje se refiere a las actividades profesionales propias de un Doctor en Ingeniería. Es decir, se incluye en este eje todo el proceso de modelación en ingeniería con sus respectivas etapas: (i) Implementación de un sistema de información base; (ii) Desarrollo del modelo conceptual; (iii) Desarrollo del modelo matemático; (iv) Desarrollo de aplicativos computacionales; (v); Calibración y Validación de modelos; (vi) Creación de escenarios; y (vii) simulación de escenarios. A continuación se proporcionan más detalles de cada una de estas etapas. Adicionando las etapas finales de diseño, construcción e implementación de sistemas y

procesos en Ingeniería. Aunque estas acciones pueden ser halladas en cualquier programa de ingeniería, en la actual propuesta, éstas se encuentran enmarcadas en el objeto del Programa de Doctorado en Ingeniería.

#### 4.2.2 Eje Antropológico (Operaciones)

El Padre Rincón, S.J. (2000) discute la Antropología subyacente al perfil de los estudiantes de las instituciones de educación de la Compañía de Jesús. En este sentido, el Padre expresa (...) que la que la persona no puede definirse completamente pues habría tantas definiciones cuantas personas existen. Así: (i) *La persona es un ser situado en el mundo*; (ii) *La persona es un ser con otros*; (iii) *La persona es un ser libre y autónomo*; (iv) *La persona se trasciende a si misma*; y (v) *La persona es un ser activo*. Finalmente, expresa el Padre Rincón, "La persona no es sólo razón o sentimientos, la persona no es sólo ideas. La persona también es acción, y es en la acción, como ya dijimos, donde ejercita auténticamente su libertad. Es por su accionar y por sus obras como la persona trasciende, es allí donde se interrelaciona con otros y es allí donde labra su felicidad." La definición del perfil del egresado del programa propuesto del Doctorado en Ingeniería, incluye esta antropología subyacente al asociar en el perfil las capacidades con cada una de las cualidades que explicitan a su vez cada una de las ocho (8) Dimensiones de la Formación Integral.

#### 4.2.3 Eje Contextual (Contexto)

El contexto de las competencias estará dado por los sistemas y procesos de las líneas de investigación y áreas del conocimiento asociadas a cada uno de los grupos de investigación actuales y futuros adscritos a la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana. NOTA

ACLARATORIA: A diferencia de los otros dos ejes, en este eje no se espera que el egresado-Doctor en Ingeniería sea competente en todos los contextos que comprenden los grupos de investigación de la Facultad, pues la especificidad de su tema de investigación doctoral lo contextualizará solamente a uno o varios de ellos.

### 5. Comentarios finales

Se han empleado las ocho (8) cualidades que manifiestan las ocho (8) Dimensiones constitutivas de la Formación Integral en el Proyecto y Misión Institucional de la Universidad Javeriana. Para esta labor se ha considerado el documento del Padre Rincón, S.J. (2000) de ACODESI. De la misma fuente, estas cualidades incorporadas en el perfil se han complementado con especificidades propias del ejercicio Ingenieril, enmarcadas en el contexto de un Programa de Doctorado en Ingeniería. Los ejes definidos por Aguilar & Rivera (2005) se mantienen como componentes básicos de una competencia. Permitiendo enlazar el contexto, el perfil netamente antropológico y las acciones profesionales requeridas en una competencia de un doctorando en Ingeniería.

### 6. Referencias

- [1] Aguilar J. & L.R. Rivera 2005. Elaboración de un currículo basado en competencias. Reunión anual 2005. Acofi. Cartagena, Colombia.
- [2] MEN: Ministerio de Educación Nacional Colombiano. 2006. Decreto No. 1001 del 3 de Abril de 2006. Bogotá, Colombia.
- [3] Rincón, José Leonardo, S.J. 2000. "El Perfil del Estudiante que pretendemos formar en una Institución Educativa Ignaciana". Publicaciones ACODESI. Bogotá.



# Proyectos sociales: estrategia curricular para el ingeniero del año 2020

Oscar Fernando Rodríguez Bernal, IC, MSC, Adriana Gómez Cabrera, IC  
Pontificia Universidad Javeriana - Carrera de Ingeniería Civil

---

## Resumen

El último Informe Social de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), reveló que en Colombia el 50.6% de la población vive en estado de pobreza<sup>1</sup>. Si sumamos a esta situación la declaración del milenio donde representantes de 189 naciones bajo la coordinación de Naciones Unidas, se comprometieron a reducir la pobreza a la mitad para el año 2015, es claro que el reto para el país es grande ya que esta meta no es alcanzable al ritmo actual de desarrollo.

Dentro de las múltiples acciones que necesita el país para reducir la pobreza y mejorar la calidad de vida de sus habitantes, el ingeniero juega un papel definitivo. El presente trabajo propone la realización de proyectos sociales como una estrategia pedagógica a implementar, con el objetivo de que en 2020 los ingenieros civiles cuenten con una verdadera conciencia social y como una forma de establecer sólidas formas de colaboración con el sector privado y con las organizaciones de la sociedad civil en pro del desarrollo y de la erradicación de la pobreza. Estos proyectos deben estar enfocados a solucionar problemas de ingeniería en franjas poblacionales deprimidas, donde los conocimientos de un estudiante puedan ser puestos en práctica.

Se presentará un modelo para la implementación, basado en la experiencia de la carrera de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Javeriana, que incluya campos de trabajo, tipos de prácticas, aplicación de metodologías, seguimiento de actividades y regulación académica, entre otros factores.

**Palabras claves:** Prácticas sociales en ingeniería civil, ingeniería civil

## Abstract

The last Social Report of the Economic Commission for Latin America and the Caribbean (Cepal), revealed that in Colombia the 50.6% of the population live in poverty state<sup>1</sup>. If we added to this situation the representing declaration of the millennium where of 189 nations under the coordination of United Nations, they committed a to reduce the poverty to half for year 2015, is clear that the challenge for the country is great since this goal is not attainable to the present rate of development.

Within the multiple actions that the country needs to reduce the poverty and to improve the quality of life of its habitants, the Engineer plays a definitive role. The present work proposes the accomplishment of social projects like a pedagogical strategy to implement, with the objective of which in 2020 the Civil Engineers count on a true social conscience and as a form to establish solid forms of collaboratioth the private sector and the organizations of the civil society for the development and of the eradication of the poverty. These projects must be focused to solve problems of Engineering in depressed population strips, where the knowledge of a student can be put in practice.

A model for the implementation, based on the experience of the Civil Engineering Program of the Javeriana University will appear, that includes fields of work, types of practices, application of methodologies, pursuit of activities and academic regulation, among other factors.

**Keywords:** Social practices in civil engineering program, civil engineering

---

<sup>1</sup> Comisión económica para América Latina y el Caribe – CEPAL. Panorama social de América Latina, 2005. Cuadro 1.4. Noviembre de 2005. Consultado el 15 de abril de 2006. <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/4/23024/P23024.xml&xsl=/dds/tpl/p9f.xsl&base=/tpl/top-bottom.xsl>

## 1. Introducción

El ingeniero juega un papel definitivo en el desarrollo del país y es un reto para las universidades, graduar profesionales con conciencia social y conocimiento de sus problemas. Es por esto que se plantean las prácticas sociales como una estrategia pedagógica a implementar con el objetivo de que la conciencia social sea una característica del perfil del ingeniero del año 2020.

Las empresas e instituciones exitosas en el futuro próximo, cualquiera que sea su propósito, no necesariamente serán aquellas que generen las mayores ganancias económicas para sus accionistas, sino aquellas que demuestren liderazgo en el manejo de aspectos sociales. Adicionalmente, en el año 2008 se prevé la publicación de la Norma ISO 26000, relacionada con Responsabilidad Social Empresarial, la cual define un conjunto integral de políticas para desarrollar prácticas y programas centrados en el respeto por la ética, los trabajadores, la comunidad y el medio ambiente, así como el planteamiento del desarrollo socioeconómico visto en un contexto global.

Las prácticas sociales de los estudiantes, son un ejemplo de responsabilidad social de las Universidades. Específicamente en la Universidad Javeriana, los Proyectos Sociales se enmarcan dentro de su pensamiento, razón de ser, objetivos y Misión, que establecen claramente la proyección a la comunidad y la formación integral como columna vertebral del proyecto educativo, comprometiéndose con la creación de oportunidades para que las comunidades marginadas tengan un servicio que se derive de las actividades académicas, brindando así a los estudiantes de sus programas, la oportunidad de conocer la realidad Nacional y la ocasión de servir al país, como parte de su formación.

La Universidad busca que el estudiante “se forme para una mayor libertad y responsabilidad social, como ser humano para los demás, y adquiera una visión ética del mundo que lo comprometa con el respeto de los derechos humanos, el cumplimiento de sus deberes, la participación política, la realización de la justicia y la protección y el mejoramiento de la calidad de vida. De esta forma tendrá presente en sus decisiones los efectos que éstas tienen en todas las personas, de manera especial en las víctimas de la discriminación, la injusticia y la violencia”<sup>2</sup>

Como estrategia para lograr esta formación humanística, la Facultad de Ingeniería y su Carrera de Ingeniería Civil, han creado espacios para que el estudiante asuma su responsabilidad frente a la realidad nacional y participe en la

solución de sus problemáticas, generando propuestas y acciones frente a los conflictos dentro de un contexto de relevancia social. Igualmente estos espacios buscan fomentar en cada uno de ellos la autorreflexión y la sensibilización hacia lo social con el propósito de que esta formación sea una guía durante su largo camino como profesional.

Los espacios de participación social de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil están distribuidos de forma transversal a lo largo de la carrera en las asignaturas del plan de estudios del área de humanidades, formación social y teológica y del área de ingeniería aplicada, teniendo ésta última énfasis en la realización de proyectos con aporte social claro, y de diferentes espacios del currículo que facilitan la participación de la comunidad universitaria.

## 2. Los proyectos sociales en el marco curricular de la Ingeniería Civil Javeriana

En consonancia con las premisas consagradas en el proyecto educativo y misión de la Universidad Javeriana, la Carrera de Ingeniería Civil ha considerado en sus procesos de reflexión y revisión curricular, la articulación entre los componentes de práctica asociados al proceso de formación profesional de sus estudiantes y la responsabilidad social. De esta manera, se han previsto espacios dentro del plan de estudios, que atienden este propósito y pretenden generar en los estudiantes compromiso y conciencia social, construidas con base en experiencias reales y el contacto directo con diferentes problemáticas que hoy afectan a nuestra sociedad, no solamente a nivel personal sino a nivel profesional.

Teniendo en cuenta lo anterior, el plan curricular contempla varios espacios orientados a cumplir este objetivo, que pueden organizarse a lo largo del proceso de formación en los siguientes momentos:

### 2.1 Inicio de estudios – Periodo de formación básica

Es importante tener en cuenta que muchos de los jóvenes aspirantes a cursar sus estudios en ingeniería civil, argumentan dentro del proceso de selección de nuevos estudiantes, que uno de los intereses principales sobre el cual se ha construido su proyecto de formación profesional es la posibilidad de utilizar los conocimientos y habilidades profesionales para aportar en la solución de los problemas del país.

En consecuencia, los programas de ingeniería civil no solamente tienen la responsabilidad de asegurar la calidad de un proceso de formación profesional, que cada vez exige mejores

<sup>2</sup> Pontificia Universidad Javeriana, Proyecto Educativo, página 11, Abril de 1992



conocimientos, fundamentos y habilidades orientadas hacia la ciencia y la tecnología, sino el inmenso reto de capitalizar el interés de sus neo-estudiantes por contribuir con el desarrollo social y económico del país. Ese ideal debe mantenerse en los planes de estudio y debe cultivarse y enriquecerse con el desarrollo de políticas curriculares y estímulos académicos a lo largo de su proceso de formación.

Durante los primeros años de formación, el plan curricular está provisto de espacios y asignaturas que buscan mantener el interés de los estudiantes en este aspecto. Se han diseñado asignaturas dentro del área socio humanística que permiten una aproximación, conocimiento y contextualización de problemáticas sociales específicas, utilizando como herramientas pedagógicas espacios en donde se generan aprendizajes y vivencias directas, que luego se utilizan como referentes de estudio para que los jóvenes encuentren y propongan oportunidades y posibilidades de intervención y soluciones desde la ingeniería. Esto adicionalmente ha permitido a los estudiantes un conocimiento mas amplio, aunque en esta etapa muy pragmático, del ejercicio profesional del ingeniero civil.

## **2.2 Segundo tercio de Formación - Periodo de fundamentación técnico-científica**

Durante esta etapa, el estudiante adquiere los fundamentos y conocimientos que cimentarán las principales líneas disciplinares de su profesión. Se han previsto una serie de espacios extracurriculares para mantener la motivación y el interés dentro del contexto en que se desenvuelven. Aquí cobran especial importancia los grupos estudiantiles, que congregan estudiantes de otros programas de la facultad y en algunos casos de la universidad. Varios de estos grupos han orientado sus esfuerzos y trabajo en el desarrollo de programas, procesos y actividades de apoyo social, que ofrecen a los interesados, no únicamente un experiencia vivencial corta y limitada, sino la posibilidad de involucrarse de una manera mas directa y profunda con comunidades marginales, las cuales orientan en la construcción de soluciones y en algunos casos apoyan en la realización proyectos para dar soluciones a las mismas.

Otros espacios de importancia en esta etapa del proceso de formación orientados en este sentido, son los voluntariados organizados desde la Decanatura del medio universitario y el foro permanente "Colombia, Una Visión Prospectiva".

## **2.3 Último tercio de formación - Periodo formación técnica profesional**

En esta etapa del proceso, los estudiantes adquieren y fortalecen sus habilidades y competencias para aplicar sus

fundamentos y conocimientos en la solución de problemas de ingeniería. El plan curricular contempla en este nivel un conjunto de espacios y asignaturas en las cuales se reta a los jóvenes y próximos ingenieros a liderar procesos con comunidades, en los cuales, su aporte se constituye en parte fundamental de la solución de problemáticas sociales, principalmente relacionadas con la atención a necesidades básicas insatisfechas, vivienda segura, saneamiento y capacitación entre otros.

Aquí se destaca la asignatura de proyecto social universitario, que se constituye en la única asignatura obligatoria en la cual los estudiantes desarrollan un trabajo de aplicación totalmente práctico, basado en la aplicación de sus conocimientos en un entorno social.

Es importante resaltar que todos los componentes curriculares y extra curriculares previos, se orientan hacia la preparación de los estudiantes para asumir esta asignatura con una serie de herramientas y referentes que les permiten tener una mejor contextualización y una mejor identificación y reconocimiento de su rol, esto ofrece las garantías mínimas para que el trabajo desarrollado en este espacio ya real, tenga el sentido esperado y cumpla con los propósitos y expectativas tanto desde el punto de vista académico como de los intereses de la comunidad intervenida.

Esta asignatura, cumple varios propósitos importantes dentro del proceso de formación profesional:

1. Es un primer encuentro de estudiantes muy próximos a graduarse con problemas reales y complejos, lo que le demanda su capacidad de análisis crítico y objetivo para la realización de un diagnóstico acertado y contextualizado, que le permita proponer soluciones pertinentes.
2. El estudiante debe asumir un liderazgo en el proceso, para conseguir las mejores condiciones de trabajo posibles. Esto permite la posibilidad de desarrollar sus habilidades comunicativas y la capacidad de trabajo en equipo que son fundamentales en su desarrollo profesional.
3. El estudiante se enfrenta a problemas que demandan un análisis integral, para poder converger en soluciones integrales. En este sentido, es un espacio ideal para medir las diferentes competencias profesionales propuestas en el perfil de formación definido curricularmente.
4. El estudiante reconoce sus conocimientos y habilidades como instrumentos para generar cambios y mejoramiento en el nivel de vida de la sociedad, lo que deriva en una resignificación de rol como profesional.

## **3. Valores agregados**

*Impacto del programa en su entorno inmediato:* a través del proceso, se han vinculado diferentes comunidades e

instituciones, que han sido beneficiadas con el trabajo de estudiantes y profesores, encontrando una solución a sus principales dificultades y mejorando la calidad de vida de las personas involucradas. Esto ha generado un reconocimiento de la Universidad y el Programa, lo que ha facilitado también el acceso a otros lugares y comunidades.

*Identificación de necesidades de investigación:* los profesores vinculados con los procesos relacionados directamente con la asignatura han encontrado oportunidades y problemáticas que han dado lugar al enriquecimiento de los grupos de investigación por los aportes y pertinencia de los trabajos desarrollados en el área de estructuras, saneamiento ambiental, gestión de residuos y efectos de la contaminación.

*Trabajo cooperativo con profesores:* este tipo de espacios ofrece la posibilidad de adelantar un trabajo que va más allá del trabajo académico normal de una asignatura. Se establece una relación más estrecha entre comunidad, estudiantes y profesores, quienes encuentran espacios que facilitan un mejor diálogo y oportunidades de aprendizaje.

*Contribución con el balance social institucional:* el balance anual de estos procesos, se contabiliza dentro del balance social institucional, generando con esto un aporte significativo en este aspecto.

Para ilustrar de una manera más clara la organización y la metodología de la asignatura, se presenta a continuación el modelo de trabajo que ha orientado la asignatura de proyecto social en los últimos 5 años.

#### 4. Modelo académico de la asignatura de proyecto social universitario

Curricularmente, el Proyecto Social Universitario en la Carrera de Ingeniería Civil hace parte del plan de estudios y tiene un valor académico de dos créditos, equivalente a 96 horas de trabajo en el semestre. En el proceso participan un coordinador de práctica social y un asesor técnico, quienes son ingenieros civiles, profesores de planta del Departamento de Ingeniería Civil, un trabajador social o sociólogo y los estudiantes de último año del programa. Sus diferentes roles se describirán en los párrafos posteriores.

El proceso de práctica social incluye las siguientes etapas:

##### 4.1 Identificación de oportunidades

Los proyectos se desarrollan en comunidades de escasos recursos o fundaciones sin ánimo de lucro que atiendan problemas sociales donde la intervención de un ingeniero civil sea viable. En su mayoría son solicitados directamente

por las mismas comunidades o fundaciones, pero también desde el programa se realiza difusión de las prácticas sociales y se contactan entidades de interés para el programa, por parte del trabajador social y del coordinador de práctica social.

Una vez se ha contactado a la comunidad interesada, se realiza un diagnóstico integral de sus necesidades. Esta actividad se realiza a través de una visita por parte del coordinador de práctica social con el apoyo de los asesores técnicos o dependiendo de la magnitud, se realiza este diagnóstico por parte de un grupo de estudiantes como su proyecto mismo de asignatura.

Los tipos de proyectos que se han desarrollado están enmarcados en dos grandes líneas: capacitación y asesoría.

La línea de capacitación, ha estado enfocada a obreros vinculados con el sector de la construcción, principalmente a los que laboran en las empresas donde los estudiantes realizan práctica profesional. Los cursos tienen una duración mínima de 40 horas y los temas principales son: nociones matemáticas, concepto de área y escalas, interpretación de planos, seguridad industrial, mezclas de concreto, almacenamiento de materiales, entre otros.

En la línea de asesoría se ejecutan proyectos relacionados con estudios y diseños como los siguientes:

ÁREA	TIPOS DE PROYECTO
Hidrotecnia y Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de redes de acueducto</li> <li>• Diseño de redes de alcantarillado</li> <li>• Diseño de Plantas de Tratamiento de Agua Potable</li> <li>• Diseño de Plantas de Tratamiento de Agua Residual</li> <li>• Elaboración de Planes de Manejo Ambiental y Sanitario</li> </ul>
Geotecnia, Vías y Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño Geométrico de Vías</li> <li>• Diseño de Pavimentos</li> <li>• Estudios Geotécnicos</li> <li>• Análisis de estabilidad de taludes</li> <li>• Levantamientos topográficos</li> </ul>
Estructuras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de estructuras</li> <li>• Levantamiento estructural</li> </ul>
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento técnico de construcciones</li> </ul>

Cuando se reciben solicitudes relacionadas con asesoría, se aclara a las comunidades que estos constituyen un ejercicio académico que no pretende reemplazar la consultoría especializada.

##### 4.2 Análisis de proyectos

Una vez se han analizado las solicitudes, se priorizan de acuerdo con su impacto y las oportunidades que brinden a





los estudiantes. Tienen prioridad las comunidades en las que se ha venido trabajando anteriormente con el objetivo de lograr un mayor impacto en las mismas y no desarrollar proyectos individuales en diferentes locaciones. Así mismo se da prioridad a las comunidades con menor posibilidad de conseguir recursos y también se analiza cuales proyectos son los de mayor impacto en la formación del estudiante.

#### 4.3 Asignación de proyectos

Una vez definidos los proyectos a ejecutar cada semestre, se asignan los estudiantes quienes desde el periodo académico inmediatamente anterior han realizado una inscripción en un sistema de información que permite identificar las preferencias hacia su práctica. En la medida de lo posible se asignan prácticas de acuerdo con los intereses de los estudiantes y estos trabajan en grupos que se conforman según el alcance de las tareas a ejecutar.

#### 4.4 Seguimiento

El seguimiento a la ejecución de proyectos tiene como eje central un cronograma que se elabora al inicio del semestre y es aprobado por el asesor técnico. Posteriormente se entregan unos informes parciales de actividades, cada 2 semanas a lo largo del semestre en los que se incluye el avance de acuerdo con el cronograma inicialmente establecido. Estos documentos son aprobados por el asesor técnico, quien verifica la ejecución de las actividades descritas y revisa los anexos como informes de ensayos de laboratorio, planos, carteras topográficas, etc.

Al culminar el semestre se elabora el informe final, el cual se entrega en 2 etapas. Un borrador inicial, el cual se entrega para revisión y correcciones por parte del asesor técnico y el coordinador de práctica social y posteriormente se entrega la versión final corregida.

#### 4.5 Evaluación

El esquema de calificación parte de un informe inicial en el que el estudiante incluye los datos generales y el nombre del programa, reseña histórica del proyecto, objetivos, justificación del trabajo en la que se define la importancia de resolver el problema que se va a atacar, descripción del campo de trabajo desde el punto de vista técnico. Anexos necesarios (planos, fotografías, etc.) y cronograma de trabajo.

Para realizar un seguimiento periódico a la ejecución del proyecto los estudiantes presentan Los informes parciales de

actividades a lo largo de todo el semestre. Para finalizar el proceso, se tiene el requisito de presentar un informe final. El contenido de este documento contempla los objetivos del proyecto, los recursos utilizados, la metodología de trabajo, los resultados y análisis, las conclusiones, recomendaciones y estudios sugeridos para realización posterior. Todo este proceso está monitoreado permanente por el asesor técnico, que se encarga de parte de la evaluación del proyecto.

Al final del semestre se realiza una clausura en la que se presentan los proyectos realizados por los estudiantes de las 4 carreras de la Facultad de Ingeniería.

#### 4.6 Entrega

Una vez aprobado el informe final, se programa una visita a la comunidad o fundación para entregar el proyecto por parte de los estudiantes donde se realiza una exposición del trabajo realizado y se explican los documentos entregados.

### 5. Conclusiones

- La proyección social como uno de los ejes para la definición de estrategias curriculares en programas de ingeniería civil, permite el fortalecimiento del proceso de formación de los futuros ingenieros, aportando en un mejor conocimiento de la profesión, de las problemáticas del país y en el reconocimiento de la Ingeniería Civil como un instrumento efectivo para la transformación de nuestras sociedades.
- La naturaleza práctica de la asignatura de proyecto social, el acercamiento con problemáticas reales, las relaciones con personas pertenecientes a comunidades marginales y la complejidad y transversalidad de las problemáticas a enfrentar, ofrecen un escenario muy interesante para la evaluación de las diferentes competencias que profesionalmente deben asegurarse en un recién egresado.
- Con el transcurso de los años, se han evidenciado transformaciones interesantes en las comunidades intervenidas. Esto nos ha planteado la necesidad de definir unos procesos previos a la intervención en instituciones y/o comunidades, que permitan una planificación y un derrotero que genere mayores y mejores impactos, visibles en el mediano y largo plazo.



# Diseño curricular por ciclos, una propuesta para la formación en Ingeniería

Dora Marcela Martínez Camargo<sup>1</sup>, Fredy Hernán Martínez Sarmiento<sup>2</sup>  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Facultad Tecnológica

## Resumen

Atendiendo a las necesidades de formación superior con equidad y calidad, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en particular la Facultad Tecnológica, plantea el ofrecimiento de ingenierías en dos ciclos, uno tecnológico y otro de ingeniería. Actualmente, se cuenta con los registros calificados de las siete ingenierías impartidas bajo este modelo, estos programas cuentan con registro calificado según decreto 792 de 2001, que describe estándares de calidad para programas de ingeniería de cinco años.

La dinámica durante los últimos dos años al interior de la Universidad Distrital[1] en general y la Facultad Tecnológica en particular, ha estado enmarcada en un ambiente de reforma académica que busca actualizar y flexibilizar las propuestas educativas de la misma, de tal manera que den respuesta a las necesidades de desarrollo del país.

En ese orden de ideas, se presenta una propuesta de diseño curricular[2] para Ingeniería Eléctrica por ciclos, que se nutre de la trayectoria de los programas desarrollados bajo esta modalidad en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital y se ampara en las diferentes normas del Ministerio de Educación de Colombia relacionadas con la formación en ingeniería y por ciclos propedéuticos.

**Palabras clave:** Ciclos, tecnología, ingeniería

## Abstract

Paying attention to needs of university education with fairness and quality, the Distrital University Francisco José de Caldas, in individual the Technological Faculty, raises the offer of engineerings in two cycles, one technological and other of engineering. At the moment, it is counted on the described registries of seven engineerings under this model, according to 2001 792th Decree, that describes quality standards for five-year engineering programs.

The work during the last two years in the Distrital University in general and Technological Facultad in individual, has been framed into an atmosphere of academic reform that looks for updating and make its educational proposals flexible, in such a way that solves development needs of the country.

According with dealed above, a proposal of curricular design of Electrical Engineering in cycles appears, funded on the development of programs under this model at Technological Faculty of the Distrital University and protected in the different norms from the Ministry of Education of Colombia related to the engineering and cyclical formation.

**Keywords:** Cycles, technology, engineering

## 1. Introducción

La propuesta de diseño curricular de Ingeniería Eléctrica está estructurada en dos ciclos propedéuticos, el tecnológico y el de ingeniería. Este programa busca responder a las necesidades de formación profesional universitaria con pertinencia social en un campo vital para el desarrollo del país, con una profunda

fundamentación científica y sólidamente estructurado en la investigación y donde se propende por desarrollar un ambiente de flexibilidad curricular.

El planteamiento por ciclos para el programa de Ingeniería Eléctrica, nace de la necesidad de ofrecer a egresados de programas tecnológicos en el área de la energía eléctrica, la

<sup>1</sup> Ingeniera Electricista Universidad Nacional de Colombia, Magister en Educación Universidad Javeriana. Docente Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital, investigadora Colciencias, coordinadora comité de autoevaluación Facultad Tecnológica. dmmartinezc@udistrital.edu.co

<sup>2</sup> Ingeniero Electricista Universidad Nacional de Colombia, Especialista en gestión de proyectos de ingeniería. Docente investigador Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital, coordinador proyecto curricular de Tecnología en Electricidad. fhmmartinezs@udistrital.edu.co

oportunidad de profundizar en su área de formación y continuar en el sistema educativo formal. Para esta propuesta, se toma como referencia el derogado decreto 792 de 2001, el decreto 2566 de 2003 y las resoluciones 3462 de 2003 y 2773 de 2005, todos los anteriores del Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

Lo estipulado en el decreto 2566 en su artículo 24, donde se hace referencia al registro calificado para programas organizados en ciclos propedéuticos, exige la solicitud del registro calificado para cada uno de los ciclos de manera independiente. La propuesta de diseño curricular por ciclos para la formación en ingeniería presentada en este artículo, se basa en el programa de Tecnología en Electricidad de la Universidad Distrital, que cuenta con acreditación de alta calidad.

Para el desarrollo de esta propuesta, fue necesario consultar el estado actual de la formación en Ingeniería Eléctrica y los planes de desarrollo del sector energético. Por una lado, se encontró un alto índice de deserción en los programas de ingeniería con avance de carrera superior al 50%; por el otro, la necesidad de formación en el sector energético versus la poca demanda de los programas en esta área, por lo menos en el Distrito, motivan la diversificación de la oferta educativa en esta área.

## 2. Origen de la propuesta

La Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”, ofrece este programa con el fin de apoyar los proyectos nacionales de energía eléctrica que tengan como propósito la solución de problemas fundamentales del sector eléctrico colombiano: baja cobertura en sitios apartados del territorio nacional y aún en lugares aledaños a las grandes ciudades capitales, deficiencia en el sistema eléctrico y altas pérdidas de energía; adicionalmente, apoyar a la industria nacional mediante la formación de tecnólogos e ingenieros capacitados en las actividades de operación, control, diseño y fabricación de máquinas industriales e instalaciones eléctricas y telefónicas, mejoramiento y mantenimiento de procesos industriales, selección de equipos de control, protección, medición y adecuado uso de éstos, entre otros.

Los procesos de modernización del país, el incremento en la demanda de energía y potencia proyectada para los próximos siete años[3], 38.6 % en GWh-Año y 37,5% en MW respectivamente, ver figura 1, y el reto de crear ambientes de competitividad sectorial como premisa para la competitividad nacional, entrevén la necesidad de formación profesional tanto de tecnólogos como de ingenieros que propenda por las necesidades del país. Para esta propuesta de formación de ingenieros, se parte de la premisa que los profesionales

favorecerán el cumplimiento de la agenda interna sectorial de energía planteada por el Departamento Nacional de Planeación, cuya visión es “El sector de energía colombiano será en 2019 un factor fundamental para la competitividad del País asegurando la atención de la demanda interna de energéticos en forma competitiva y confiable, y crecerá en los mercados nacional e internacional de bienes y servicios mediante un mejoramiento sectorial continuo”[4].

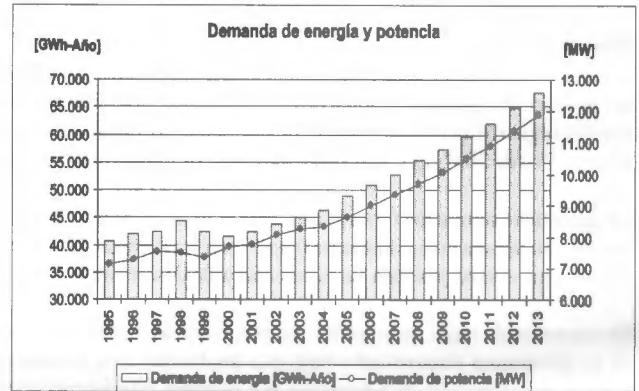


Figura 1. Demanda de energía [GWh-año] y potencia [MW] 1995-2013

El papel del programa de Ingeniería Eléctrica por ciclos propedéuticos busca ante todo contribuir al desarrollo de las cinco estrategias planteadas para el cumplimiento de la visión[4], las cuales son: en primer lugar, una política energética integral, sostenible, previsible y de largo plazo; en segundo lugar, promover la inversión, la oferta y la demanda de energéticos y servicios; en tercer lugar, incentivar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación; en cuarto lugar incrementar el comercio internacional de energéticos y servicios asociados y, como quinta y última, focalizar el accionar de gobierno y agentes de acuerdo con sus roles.

Otro aspecto que se tuvo en cuenta para el planteamiento del presente modelo fue la descentralización del ofrecimiento de programas profesionales con calidad y equidad con que cuenta la Universidad Distrital, que le permite llegar a zonas de baja cobertura en educación superior y alta densidad de población potencialmente apta para el ingreso a la misma, lo cual hace de este modelo una oportunidad para la población con necesidad de una rápida vinculación al entorno laboral, y brinda la posibilidad de continuar sus estudios profesionales de acuerdo a sus intereses, capacidades y necesidades.

Consecuentemente, se cuenta con cinco áreas vitales para desarrollar en la formación en Ingeniería Eléctrica por ciclos: compatibilidad electromagnética, electrónica de potencia,



distribución de energía eléctrica, control y energías alternativas. Estas áreas actualmente se encuentran en diferentes niveles de desarrollo en el programa de Tecnología en Electricidad de la Universidad Distrital. En la figura 2, se describe la justificación del programa de Ingeniería Eléctrica por ciclos propedéuticos presentada en este apartado.

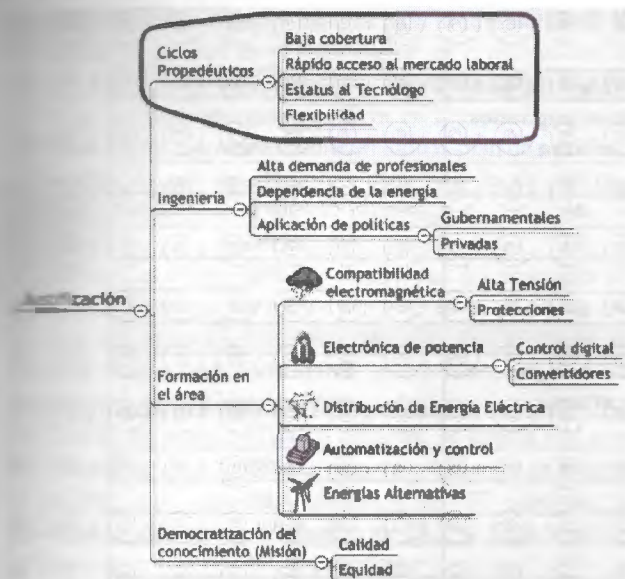


Figura 2. Justificación del programa de Ingeniería Eléctrica por ciclos propedéuticos

### 3. Aspectos curriculares

Partiendo del análisis desarrollado en torno a la formación en el área y de los planes de desarrollo en el sector energético, se identificaron las necesidades de formación y se llegó al planteamiento de la misión y la visión para este programa[5]. La misión: *Formar tecnólogos e ingenieros integrales en el campo de la energía eléctrica mediante la modalidad de ciclos propedéuticos, basada en docencia, investigación y extensión, fomentando espacios propicios en donde el estudiante sea el principal agente de su aprendizaje. Además, desarrollar proyectos de investigación y proyección social orientados a solucionar problemas y satisfacer necesidades en el entorno local, nacional e internacional;* y la visión: *Para el año 2010, ser un modelo de formación por ciclos propedéuticos para los programas de Tecnología e Ingeniería en el campo de la energía eléctrica, convirtiéndose en centro de formación, adaptación e innovación tecnológica en donde se articula la docencia, la investigación y la extensión en el proyecto curricular, para consolidar la relación universidad-entorno, proporcionando soluciones a problemas sociales, científicos, tecnológicos y técnicos.*

Posteriormente, se trazaron los perfiles de formación. Los programas en el campo de la energía eléctrica de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital «Francisco José de Caldas», buscan formar profesionales con las siguientes competencias:

- Capacidad de resolución de problemas presentes en los sistemas eléctricos.
- Desarrollo de atributos y habilidades como liderazgo, capacidad de autoformación, espíritu empresarial, capacidad de trabajo en equipo, valores personales y administración de recursos en sistemas organizacionales.
- Desarrollo de habilidades de comunicación oral y escrita.
- Concientización y aplicación de los postulados de protección medioambiental.
- Manejo de literatura técnica publicada en inglés.
- Manejo de herramientas computacionales básicas que faciliten el desarrollo de su labor en el sector productivo.

El profesional en energía eléctrica podrá desempeñarse en funciones tales como:

- Diseñar, instalar y participar en el mantenimiento de redes eléctricas.
- Adaptar controles manuales y automáticos a las máquinas para uso comercial e industrial.
- Programar y supervisar la operación y el mantenimiento de los equipos en procesos industriales.
- Aplicar criterios de selección de máquinas eléctricas adecuadas para los procesos industriales.

Por otro lado, el decreto 2566 por el cual se establecen condiciones mínimas de calidad y demás requisitos para el ofrecimiento y desarrollo de programas académicos de educación superior y se dictan otras disposiciones y sus respectivas resoluciones reglamentarias como la resolución 3462 por la cual se definen las características específicas de la calidad para los programas de formación hasta el nivel profesional por ciclos propedéuticos en las áreas de ingeniería, tecnología de la información y administración y la resolución 2773 por la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de formación profesional de pregrado en ingeniería, se han tenido en cuenta de una manera armonizada y concatenada para el planteamiento de los dos ciclos y su particular estructura en cuanto a las áreas que los conforman.

Por una parte, la resolución 3462 plantea la estructura del plan de estudios en cinco componentes: fundamentación científica, fundamentación básica, fundamentación específica tecnológica, formación humanística y comunicación. Por otro lado, la resolución 2773 precisa que el plan de estudios



comprende las siguientes áreas del conocimiento y prácticas: ciencias básicas, ciencias básicas de ingeniería, ingeniería aplicada, y formación complementaria, en cada una de las cuales sugiere un 20% de composición, además del desarrollo de competencias comunicativas en una segunda lengua.

De otro lado, y teniendo en cuenta que es necesario manejar una mayor rigidez estructural formativa (mayor dedicación a

las áreas de ciencias básicas y ciencias básicas de ingeniería) en el ciclo de tecnología, y una mayor profundización en el campo propio de la ingeniería (mayor dedicación al área de ingeniería aplicada) en el ciclo de ingeniería, respetando al mismo tiempo los porcentajes ya planteados, se propone como composición para el programa de Ingeniería Eléctrica y sus ciclos de formación, la estructura mostrada en la siguiente tabla y en la figura 3.

Ingeniería Eléctrica por ciclos propedéuticos		
Área	Créditos asignados al área	Porcentaje de conformación
Ciencias Básicas	39	22%
Ciencias Básicas de Ingeniería	46	26%
Ingeniería Aplicada	53	29,9%
Económico Administrativa	15	8,5%
Socio Humanística	24	13,6%
Ciclo de Tecnología		
Área	Créditos asignados al área	Porcentaje de conformación
Ciencias Básicas	24	22,2%
Ciencias Básicas de Ingeniería	34	31,5%
Ingeniería Aplicada	25	23,1%
Económico Administrativa	7	6,5%
Socio Humanística	18	16,7%
Ciclo de Ingeniería		
Área	Créditos asignados al área	Porcentaje de conformación
Ciencias Básicas	15	21,7%
Ciencias Básicas de Ingeniería	12	17,4%
Ingeniería Aplicada	28	40,6%
Económico Administrativa	8	11,6%
Socio Humanística	6	8,7%

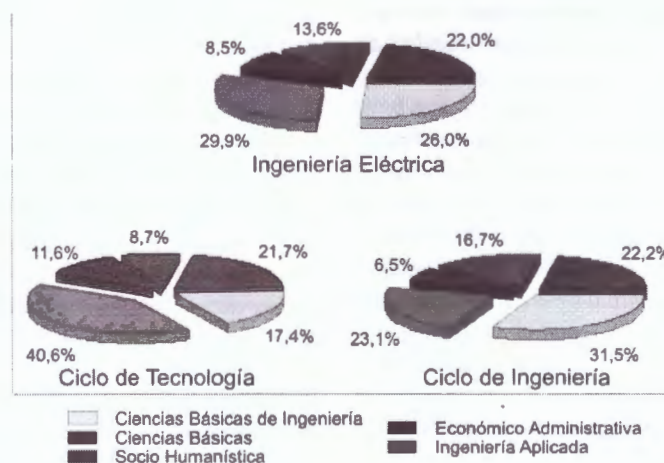


Figura 3. Distribución de áreas de formación en el programa y sus ciclos



De los 177 créditos que conforman la propuesta del programa de Ingeniería Eléctrica por ciclos, 108 se han asignado al ciclo de tecnología (61%) y 69 al ciclo de ingeniería (39%). De esta manera, se ve estructurado un programa de ingeniería sólido en fundamentación científica que permite una titulación después de haber cumplido con un 60 % de la carrera de ingeniería estructurada por ciclos. Vale la pena aclarar que la concepción de las ciencias básicas para la formación en el primer ciclo, es decir en el tecnológico, es la misma con la que se concibe los programas de la Universidad. Por su parte, la competencia comunicativa en segunda lengua, además de verse transversalmente en todo el plan de estudios, sería ofrecida por seis módulos cada uno de un crédito, preferiblemente durante el ciclo Tecnológico.

Finalmente, el componente de electividad del programa de Ingeniería Eléctrica por ciclos propedéuticos se encuentra en cada una de las áreas de conocimiento. En cada ciclo se tiene el siguiente porcentaje de electividad: en el ciclo tecnológico de 108 créditos, el programa posee un 15.7%; en el ciclo de ingeniería de 69 créditos, se cuenta con una electividad de 47.8%; de esta manera y teniendo en cuenta el programa de ingeniería eléctrica de 177 créditos, la electividad esta en un promedio de 28.2%. Otro aspecto relacionado con la flexibilidad curricular tiene que ver con la posibilidad de tomar los espacios académicos en diferentes programas de la Universidad que sean afines a la tecnología y la ingeniería; en un primer estado, se cuenta con esta posibilidad al interior de la Facultad Tecnológica y se proyecta a futuro con otras Facultades de la Universidad.

#### 4. Investigación

La investigación del programa de Tecnología en Electricidad actualmente cuenta con cinco grupos de investigación, tres de ellos categorizados por Colciencias, Control Electrónico categoría B, Arquitecturas Modernas para Sistemas de Alimentación ARMOS y Grupo de Investigación en Protecciones de la Universidad Distrital GIPUD ambos en categoría C. Por otro lado, cuenta con tres grupos reconocidos institucionalmente Grupo de Investigación en Sistemas de Potencia de la Universidad Distrital GISPUD, Grupo de Investigación en Educación Tecnológica por Ciclos GIDETCI y Grupo de Compatibilidad Electromagnética CEM. Estos grupos de investigación se nutren del trabajo desarrollado por los docentes y por grupos de trabajo estudiantiles, a través de los trabajos de grado, tanto del

ciclo tecnológico como del ciclo de ingeniería con el que actualmente se cuenta en Distribución y Redes Eléctricas.

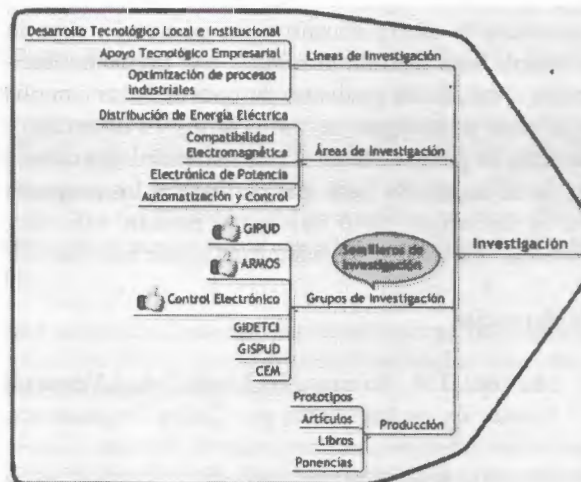


Figura 4. Organización de la investigación

El desarrollo de la investigación en el ciclo tecnológico ha permitido el rediseño curricular del mismo a través del planteamiento de nuevos contenidos programáticos y la disposición de nuevos espacios académicos ofrecidos por las diferentes líneas de investigación.

Por otro lado, la articulación de la extensión y la proyección social a través del desarrollo pasantías en el ciclo tecnológico ha permitido la identificación de problemáticas con las que cuentan las empresas, dando solución a las mismas y permitiendo a la vez una articulación de las tres funciones sustantivas de la Universidad, y dando respuesta a problemas reales tanto de la sociedad como del sector empresarial.

#### 5. Perfil de ingreso

Para el primer ciclo, el tecnológico, se requiere ser bachiller y presentar los resultados de ICFES; actualmente para este ciclo se están recibiendo un promedio de 90 aspirantes bachilleres por período académico. Para acceder al ciclo de Ingeniería Eléctrica, se requiere ante todo ser tecnólogo graduado, preferiblemente con experiencia profesional, de tal manera que sea conciente de sus necesidades de formación en un campo específico de la ingeniería, con una sólida fundamentación científica, preferiblemente con visión tecnológica orientada a la solución de problemas reales, para este ciclo se prevé admitir entre 20 y 25 aspirante por período académico.

## 6. Conclusiones

La propuesta de ingeniería por ciclos es una forma de diversificar la oferta educativa en educación superior, haciéndola más flexible al ofrecer una titulación que le permite al estudiante graduarse después de haber cumplido con el ciclo tecnológico de 108 créditos. El desarrollo de proyectos de grado tanto en el ciclo de tecnología como en el ciclo de ingeniería hace más pertinentes los programas para la sociedad, dado que éstos buscan solucionar problemas reales de la sociedad y del sector empresarial.

## 7. Referencias

- [1] Martínez D.M., Zuluaga I.D., López G.A. y Vergara R., Formación de Ingenieros por Ciclos Propedéuticos. Experiencia de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. XXIV Reunión nacional de facultades de ingeniería, ACOFI, 2004.
- [2] Martínez D.M. y Parra J., Diseño curricular en la formación de tecnólogos e ingenieros bajo la modalidad de ciclos propedéuticos. XXV Reunión nacional de facultades de ingeniería, ACOFI, 2005, pp.71-76.
- [3] Plan de expansión de referencia Generación-transmisión 2006-2020 de Julio de 2006 de la UPME Ministerio de Minas y Energía
- [4] UPME ISA Desafíos de la planeación sectorial para la competitividad Julio 11 de 2006. Bogotá, Colombia
- [5] Documento base para solicitud de registro calificado de Ingeniería Eléctrica por ciclos.



# Problemática estructural de la ingeniería en la academia. Propuesta de solución

Marco Tulio Arellano O.<sup>1</sup>, Jaime Escobar F.<sup>2</sup>

## Resumen

La proliferación incontenible de programas de ingenierías, producto de percepciones circunstanciales del contexto del ejercicio profesional y el utilitarismo derivado de la pretensión de atender la demanda de ingenieros, hacen proponer la recuperación de la identidad y la unidad de la ingeniería como disciplina para entrar a definir el perfil del ingeniero.

Análisis de la problemática estructural de los currículos en su enfoque clásico académico. Consecuencias del tardío acceso de la ingeniería a la academia y de la confusión de sus campos y especialidades del ejercicio profesional con carreras diferentes y separadas. Interpretación de las deficiencias del desempeño profesional en términos de competencias, responsabilidad y compromiso.

Se identifican los principios rectores del enfoque tradicional de los programas académicos de ingeniería; contraste de esta visión con el enfoque apoyado en principios modernos de planeación curricular que lleva a la formación por etapas, con respaldo en la normatividad inspirada en "ciclos propedéuticos".

Se discute el valor del medio universitario, como ambiente esencial para el desarrollo del currículo y la educación de ciudadanos comprometidos y pulcros en el ejercicio profesional.

Se plantea la estructura curricular que sistematiza la formación por etapas integradas de competencia profesional, desde el auxiliar de ingeniería hasta el doctor, después de satisfacer las exigencias de los estadios de asistente, titulado, especialista y magíster. También se plantea cómo el aprendizaje, acreditado por competencias, resulta del ordenamiento curricular impartido simultánea e integralmente en las áreas de educación básica, educación técnica y científica y formación práctica.

Se concluye con un proyecto de plan de estudios de ingeniería general por etapas de competencia profesional, de expedita implantación, en armonía con la normatividad a la que no emula ni es antagónico con los programas vigentes; más bien, es alternativa que resulta de la reflexión objetiva y la aplicación de principios claros de planeación curricular para responder a las exigencias de la actualización y la especialización a medida que se progresa en el desempeño profesional.

**Palabras clave:** Enfoque curricular, educación por etapas, ingeniería general.

## Abstract

Different and separated academic engineering programs have come to happen in an extravagant number denoting a misleading interpretation of the career context and aiming to attend a most varied employment market demand for specialized bachelors' engineers. Under these circumstances the need has come about to retrieve the identity and unity of engineering as a single discipline and to coin an appropriate engineer's professional profile.

An analysis is made of the structural profile of the engineering curricula in their classic academic approach. Consequences of the late access of the engineering to the academy and of the endemic confusion of their fields and specialties of professional performance with different and separated careers are discussed. Interpretation of engineers' behavior as per their deficiencies in competitiveness, responsibilities and engagement is faced.

The traditional ruling principles in academic programming are contrasted to modern conception of curricular planning conducive to professional formation structured by development stages of early and progressive engineering competences, and in pace with the ruled "propedeutic cycles" of the domestic legal norms.

Attention is brought towards the university cluster as the clue atmosphere for curriculum accomplishment aiming knowledge appropriation and extension by recipients fully compromised with society and tidy professionalism.

<sup>1</sup> Ingeniero Civil. M. Sc. Irrigación y Drenaje

<sup>2</sup> Filósofo. Docente Universitario



A curriculum structure is proposed to systematize the engineers' education by integrated stages conferring progressive acquisition of professional qualifications, being the first the auxiliary engineer, followed by the assistant, the bachelor, specialist, master and doctor. It is also depicted how effective education is naturally acquired when courses are grouped and simultaneously imparted in three integrated areas of engineering learning: basic education, technical-scientific education, and practical training. A schematic plan of the general engineering academic program is submitted; it has been conceived to harmonize with the essence of the diversity of existing plans making it of practical implementation.

**Key words:** Curricular approach, educational stages, general engineering

Para centrar la discusión de la formación del ingeniero para el año 2020 o para cualquier época, se propone partir del análisis de la problemática estructural de la ingeniería en la academia y de sus relaciones con el ejercicio profesional. Estas causalidades, están relacionadas con: 1. La tardía incorporación de la ingeniería como ciencia y tecnología a la universidad; 2. La estructura clásica tradicional de los programas académicos; 3. La confusión de las especialidades de la ingeniería con carreras diferentes y separadas; 4. El utilitarismo derivado de la pretensión de atender la demanda de ingenieros especializados; 5. La equivocada interpretación y aplicación de la legislación que propone la educación por "ciclos propedéuticos" y 6. La concepción del medio universitario como bienestar estudiantil.

El análisis de los seis determinantes enunciados, diagnostica la problemática estructural de la ingeniería en la academia para apoyar la formulación de propuestas de solución aplicadas en particular al diseño de estrategias curriculares.

1. El acceso de la ingeniería a la academia, comparado con el de otras disciplinas clásicas, fue tardío y aún no se madura en su definición e identificación como conocimiento y profesión. La universidad se gesta en el medioevo y se desenvuelve durante seis siglos alrededor de la teología, la jurisprudencia, la filosofía, la medicina; la ingeniería como programa universitario entra a la academia en Francia tardíamente en el s. XVIII; a principios del s. XIX se registra el comienzo de la ingeniería como carrera en los Estados Unidos donde para los años 60 se llegaba a la preocupante cifra de 25 denominaciones diferentes de carreras de ingeniería. Durante la segunda mitad del s. XIX, hace 140 años, se funda la Facultad de Ingeniería en la Universidad Nacional de Colombia y casi cien años después, en 1950, la Universidad Javeriana inaugura la primera facultad privada de ingeniería civil. Con prudencia o por lo menos con pausa, van apareciendo nuevas universidades y programas ya tradicionales como las ingenierías civil, minas, mecánica, eléctrica, química; las más recientes como petróleos, electrónica, industrial, agrícola, alimentos, forestal, sistemas y de nuevo cuño como la ambiental, aeroespacial, atómica, biomédica y mecatrónica...
2. El arreglo clásico tradicional de los planes de estudio refleja su imbatible apego a estructuras rígidas, plagadas de condicionamientos y reglamentaciones que inhiben la libertad en la búsqueda del conocimiento y la satisfacción de las propias aspiraciones de educación y formación profesional. Recuérdese que es con la participación de los académicos con su ciencia y la contribución de los "ingenieros prácticos" que aportan sus conocimientos empíricos, como se inician los programas universitarios de ingeniería a finales del siglo XVIII, cuando se le concede el carácter de profesión universitaria y se le saca de su condición de oficio artesanal. Con el tiempo, el enfoque científico y académico de las carreras suplanta los contenidos técnicos en detrimento de la formación práctica. El ensayo y los talleres, se cambian por laboratorios y recetas; aparece el concepto de las "ciencias básicas" cuya enseñanza copa el 40 por ciento o más de los planes de estudio. Al ciclo inicial le sucede el de la "tecnología básica" que es otro 40 por ciento del programa cuyo substrato más científico que técnico, lo convierte en el estadio de las Ciencias Básicas de la Ingeniería. (Decreto 792/01). Para el ciclo final de la carrera, llamado "tecnología aplicada" o de Ingeniería aplicada, a lo sumo restaría un 15 por ciento del programa pues también se le debe dar espacio a las "humanidades" o Área Socio-humanística.
3. La confusión de las especialidades de la ingeniería y aún de las modalidades de su ejercicio profesional con carreras diferentes y separadas ha generado la vorágine que las estadísticas ilustran: para 1990 se contaban 167 programas que agrupaban 35 carreras diferentes. Luego vienen reformas de la normatividad legal simultáneamente con la desregulación, la apertura, la globalización y el consecuente cambio de enfoque y de paradigmas de la universidad; a esto se suma el imperativo social y económico del título universitario para quien abrigue pretensiones de ingresar a sus escalafones, de todo lo cual resulta, entre otros fenómenos, el fraccionamiento de la ingeniería en alrededor de 120 carreras diferentes, distribuidas en un aparato que ofrece 800 o más programas de pre-grado. Este contexto también ha contribuido a la insensatez en la planeación curricular



y al desmembramiento de la ingeniería en tantas carreras separadas. Se perdió de vista que la ingeniería es una disciplina de amplio espectro, como lo son también la medicina y la jurisprudencia que sí han conservado su unidad e identidad; nunca han debido confundirse o asimilarse los diferentes campos de la aplicación y del ejercicio de la ingeniería con carreras separadas. Estos programas de pre-grado conducen a carreras muy especializadas de campo profesional limitado que le restan versatilidad al ingeniero y unidad y universalidad a la ingeniería.

4. La pretensión de atender la demanda de ingenieros especializados inspirada por el utilitarismo ha conducido a la diversificación exagerada de la oferta de programas improvisados de denominaciones diferentes y oportunistas que lleva al sistema universitario a luchar por la captación de la clientela. La carencia de una metodología racional de planeación curricular es una de las causas que junto con la improvisación, el mercantilismo y la descontextualización de la universidad, ha contribuido a distorsionar la oferta de carreras de ingeniería, definitivamente incoherente con las reales necesidades del país y la demanda de profesionales. Surge, de la mano de la explosión de carreras, la explotación intensiva de la "educación continuada", bajo las más diversas modalidades, temáticas, dedicaciones y niveles académicos sin límite. Se empieza a hablar de cursos y cursillos o de seminarios y talleres, especializaciones, diplomados, magíster y hasta de doctorados que en la mayoría de los casos no pueden demostrar el debido respaldo académico, científico y docente que unos suplen con su prestigio y otros con sugestiva estrategias de mercadeo. Los horarios, el nivel de exigencia y el rigor en estos eventos o en general los *currícula*, reflejan su debilidad e ineficacia en los tímidos resultados medidos en el mejoramiento de la calidad y del desempeño profesional, generación de conocimiento y de tecnologías apropiadas.

5. La interpretación y aplicación de la educación por "ciclos propedéuticos" se surte de las propias imprecisiones de la normatividad que como en la Ley 749/02 acuña proposiciones tales como: el primer ciclo, técnico profesional, "... estará orientado a generar competencias y desarrollo intelectual como el de aptitudes, habilidades y destrezas al impartir conocimientos técnicos..."; el segundo ciclo, tecnólogo, "... ofrecerá una formación básica común, que se fundamente y apropie de los conocimientos científicos y la comprensión teórica para la formación de un pensamiento innovador e inteligente..." y el tercer ciclo, profesional que complementará "... con la fundamentación teórica y la propuesta metodológica de la profesión, y debe hacer explícitos los principios y propósitos que la orientan desde una perspectiva integral..." El desarrollo de estos

conceptos y su objetivación no han sido exitosos por parte del sector de la educación superior que no ha asimilado la integración de los procesos de formación profesional en etapas ni descifrado los contenidos de ley.

6. En el medio universitario entendido como ámbito propicio para cultivar el conocimiento y descubrir la verdad, reposa el espíritu del currículo; está pues en el ambiente o clima institucional la clave de la incorporación de la comunidad universitaria como claustro. Se advierte con frecuencia cierto desenfoco al tratar de suplir esos espacios con actividades y programas de bienestar estudiantil, imprescindibles pero no esenciales sino complementarios en la formación profesional.

Siguiendo el mismo ordenamiento temático de los comentarios anteriores sobre los seis determinantes de la problemática de la ingeniería en la academia, se pasa a la argumentación de proposiciones de solución y estrategias de planeación curricular.

1. Abundan las definiciones de ingeniería tanto como sus denominaciones y en consecuencia, los perfiles profesionales y ocupacionales de los ingenieros. Después de analizar y cotejar tal multitud de acepciones e interpretaciones, se ha logrado sintetizar así: "La ingeniería es la disciplina que a partir del entendimiento de las *leyes del universo* desarrolla *competencias* para aprovechar los *recursos* de la naturaleza en beneficio de la *comunidad*". Al identificar la ingeniería como *disciplina* se le distingue de las acepciones tradicionales de arte u oficio, técnica o tecnología, ciencia o tecnociencia, profesión o carrera sin que por ello deje de serlo pero sí enmarcándola en un contexto universal de mayor contenido y de más alcance, significación y trascendencia. El entendimiento de las *leyes del universo*, ubica a la ingeniería más allá de la común aspiración del conocimiento de la física y la matemática como herramientas; además de que "entender" es más que "conocer". El desarrollo de *competencias* es cometido clave que se traduce en idoneidad en el desempeño profesional acreditado en correspondencia con las demandas del mercado laboral. En el aprovechamiento de los *recursos* al servicio de la *comunidad* se incorpora la versión moderna del desarrollo social y económico en armonía con el contexto y la convivencia civilizada.

2. En concordancia con la definición dada se impone cambiar el enfoque tradicional de los planes de estudio en una estructura procedente y unificadora de la inconveniente fragmentación de la disciplina reflejada en la multiplicidad de programas académicos de ingenierías diferentes. Se esboza el *pensum* enmarcado



en un currículo para educar en lo esencial personas idóneas en ingeniería apropiada. El plan de estudios consulta en su estructura los procesos naturales de aprendizaje para que se dé en forma integral y progresiva; se parte de lo concreto hacia lo abstracto, de lo general hacia lo particular, de lo sencillo a lo complejo, de la experimentación al discernimiento...; es flexible por cuanto se adapta al estudiante en términos de sus propias aptitudes, dedicación y recursos; su cumplimiento se cuantifica en créditos académicos. El plan se estructura en tres áreas integradas: Educación básica, Educación técnica y científica y Formación práctica que se derivan de las tradicionales de Ciencias básicas, Ciencias básicas de ingeniería, Ingeniería aplicada y Socio-humanística sin suprimirlas en sus objetivos ni prescindir de sus contenidos. La Educación básica apropiada, se refleja en el comportamiento ético y en el desempeño profesional idóneo y competente del universitario pues es ella la que le da las herramientas fundamentales para el aprendizaje, el uso de la razón y el basamento moral que lo reafirma como persona. En esta instancia, el currículo tiene que entrar a suplir, aunque tardía pero irremediamente, las deficiencias de la escuela primaria y secundaria, si está claro que lo que se persigue es: 1. Estructurar el ser para reafirmar valores y principios, distinguir derechos y deberes y generar compromiso; 2. Estructurar el intelecto para el pensamiento lógico; 3. Adquirir destreza y propiedad en la comunicación del pensamiento; 4. Ubicar en el tiempo y en el contexto para enmarcarse dentro de referentes históricos, sociales y políticos y despertar la identidad y el sentido de pertenencia; 5. Orientar la profesión para distinguir los campos ciertos de las oportunidades y de las competencias profesionales diferenciando los fines de los medios.

Corresponde a la Educación Técnica y Científica desarrollar en el ingeniero idoneidad y competencia en los campos propios de su profesión, tanto en lo específico de su ejercicio como en lo complementario. La identificación de sus campos, pertinencia, contenidos y alcance de las asignaturas, como su ubicación dentro de las etapas de formación ha sido el resultado de la consulta de muchos años con la academia, los gremios y los empleadores en parangón con múltiples planes de estudio. Este ejercicio permitió identificar los campos de la Formación Tecnocientífica específica del Ingeniero General para el año 2020 o para más lejano horizonte, enunciados así: Hidrotecnia que cubre los conocimientos y su aplicación para el uso, manejo y conservación de los recursos hídricos. Geotecnia: reúne los conocimientos relacionados con el desarrollo de competencias para la explotación de áridos, materiales

y minerales; su transformación, adecuación y utilización; incorpora el saber científico y técnico para resolver problemas de fundaciones, excavaciones y rellenos. Infraestructura física: forma para la aplicación de los conocimientos técnicos y científicos para resolver mediante estructuras de madera, metálicas, concreto, mampostería y otros, los problemas de albergue, comunicaciones, transporte, acondicionamiento del medio y en general para satisfacer las exigencias de infraestructura física del desarrollo social y económico. Vías y Transporte: prepara para resolver la geometría vial y la localización y trazado de acuerdo con la función de la vía y las condiciones topográficas, de suelos y geológicas. Comunicaciones, Circuitos y Redes: desarrolla idoneidad en el campo de la transferencia e intercambio de datos e información por medios físicos y telemáticos; prepara para objetivar sistemas y cadenas de eventos, fenómenos o actividades en secuencias lógicas dispuestas en redes y circuitos con propósitos definidos. Estos cinco campos relacionados con la esencia de la ingeniería, se inspiran en su unidad temática construida a partir de asignaturas articuladas entre sí (relaciones diacrónicas) y con las de los demás campos (relaciones sincrónicas) para configurar un plan de estudios nuevo y único, propicio para la educación y la formación en una ingeniería general orientada a la solución de problemas.

Se han identificado otras materias que sin ser indispensables para la formación del ingeniero general, si se requieren como apoyo para operar profesionalmente; son ellas las que conforman el área de la Educación tecnocientífica complementaria: Mecatrónica, entendida como la aplicación de máquinas, equipos y herramientas a la mecanización y automatización de operaciones y procesos relacionados con el ejercicio de la profesión en sus diferentes campos y modalidades; Producción: sistemas ideados para la generación de bienes y servicios; Planeación y Gerencia: trabajo académico formativo que desarrolle competencias complementarias en economía, finanzas, planeación, gerencia, normatividad técnica y legal, administración, orientadas a la pertinencia y productividad en la inversión de recursos.

En el área de la Formación Práctica se suple la educación básica, técnica y científica con el desarrollo de habilidades operativas que se adquieren en laboratorios, talleres y prácticas de campo.

3. Las especializaciones son indispensables pero su ámbito está en la singularidad de postgrados coherentes, articulados con el pregrado. Morin (1999) propone que



la discusión sobre los principios del conocimiento pertinente, debería ser la consecuencia de una educación que “debe promover una “inteligencia general” apta para referirse, de manera multidimensional, a lo complejo, al contexto en una concepción global” y agrega sobre la Especialización temprana desde el pregrado que “Los desarrollos disciplinarios de las ciencias no han aportado solamente a las ventajas de la división del trabajo, también han aportado los inconvenientes de la súper especialización, la parcelación y la separación del saber...”

Después de reflexionar sobre las realidades de la problemática esbozada, se encuentra justo y ceñido a los propósitos para los cuales se convoca, insistir en un programa de pregrado que cumpla como medio para reunificar la ingeniería en la academia. En el postgrado que sí es la instancia apropiada para la diversificación de la ingeniería, sin desvirtuar su unidad ni desmembrarla, se acentuaría y profundizaría la formación en sus propios campos tecnológicos y científicos y hasta en modalidades de su ejercicio. Las necesarias y muy variadas especializaciones, inconfundibles con carreras diferentes, que aplican el conocimiento en campos particulares han de ser el resultado del ejercicio profesional consciente (experiencia) y de estudios de postgrado.

4. La universidad incrementaría sus recursos y prestigio al aceptar que su fortalecimiento, beneficio y excelencia está mayormente en postgrados que amplíen el conocimiento en los campos tecnocientíficos de la ingeniería, entendida como la disciplina que ha quedado definida.
5. La cabal interpretación y aplicación de lo legislado sobre “educación por ciclos propedéuticos” está en la transformación de los planes de estudio en un proceso articulado de integración progresiva del conocimiento que acredite la condición profesional por etapas de creciente competencia, desde el auxiliar hasta el doctor en ingeniería. Sin abundar en más consideraciones se especifica la visión de las etapas de formación profesional a través de las competencias que generaría el programa:

Primera Etapa. AUXILIAR de ingeniería (Técnico profesional) certificado después de aprobar por lo menos el cuarenta por ciento de los créditos académicos del plan de estudios de Ingeniería. Se espera el desarrollo de las competencias necesarias para la ejecución de tareas ceñidas a procedimientos dictados por el supervisor inmediato o por protocolos, normas y especificaciones. No se espera de este profesional capacidad para emitir, sin previa consulta, juicios que se aparten notoriamente de lo estipulado.

Segunda Etapa. ASISTENTE de Ingeniería (Tecnólogo) diplomado después de aprobar por lo menos el ochenta por ciento de los créditos académicos del plan de estudios de Ingeniería; es capaz de pasar del terreno de los conceptos y las ideas a la objetivación; idóneo en la solución de problemas comunes de ingeniería; dirige y supervisa el diseño y la materialización de proyectos y sistemas corrientes de baja a mediana complejidad.

Tercera Etapa. Ingeniero TITULADO después de aprobar la totalidad del plan de estudios y el examen de grado; es conceptual e innovador; plantea y diseña obras y sistemas novedosos y aborda con creatividad la solución de problemas especiales; su juicio profesional, profundo y depurado, parte del conocimiento de las interrelaciones sociales, económicas, políticas y sociales de su entorno.

Posgrado: ESPECIALISTA. Posgraduado idóneo en la aplicación del conocimiento en un campo particular de su disciplina profesional y que se diferencia de lo común en la singularidad y habilidad de su ejercicio. Usualmente se acredita esta competencia con la aprobación de 25 créditos académicos adicionales al pregrado.

Posgrado: MAGISTER. Posgraduado experto en la apropiación del conocimiento desde la investigación; usualmente se acredita esta competencia mediante la aprobación de cuarenta y cinco créditos académicos adicionales al pregrado y la defensa de la tesis de grado.

Posgrado: DOCTOR. Concedor erudito que amplía las fronteras del conocimiento, la ciencia, las artes o la tecnología mediante el refinado dominio de la disciplina; se acredita con trabajo académico y de investigación avanzada equivalente a unos cien créditos y la disertación científica y filosófica sobre aspectos fundamentales de la disciplina.

6. El medio es la immanencia del espíritu universitario; está en el currículo; tiene que ver con el carácter institucional. Para crear medio universitario en su inmaterialidad, valdría la pena revisar la organización y estructura universitaria. Las facultades agrupan carreras afines y los departamentos reúnen áreas problemáticas. En los departamentos se centran la investigación, la docencia y la extensión universitaria. Las carreras son programas de formación y educación profesional. Si se tiene en cuenta lo anterior, se advierten dos divisiones funcionales: en una, podrían estar las facultades con las carreras y en otra los departamentos con la investigación y los servicios de docencia y extensión. Se podría proponer una vicerrectoría académica como regente de los departamentos y otra, la del medio



universitario, al frente de las facultades con sus respectivas carreras. Se centra así la facultad en su papel de *mater et magistra*, como escuela que guía y premia pero con rigor, exige, vigila, corrige y sanciona. Aquí, en la facultad con sus carreras se vive la relación *maestro-discípulo*. Los departamentos serían los depositarios del saber y de la ciencia, de los principios y valores, de los hechos y de la historia, el centro del cuestionamiento y de las soluciones, el ámbito de la especulación, la experimentación y el ensayo. La comunidad universitaria se desarrolla aquí en una relación *profesor-alumno*.

En razón de las circunstancias, no es posible descender a detalles específicos sobre la distribución de actividades y contenidos curriculares tanto como a las particularidades

en la concepción del currículo por etapas; quien se interese por los detalles de la propuesta podrá encontrarlos al menos en estos lugares: 1. "Planeación curricular para la formación profesional" en *Técnica y desarrollo humano. La formación del ingeniero colombiano*, Bogotá: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), 1989; 2. "Integration of Engineering Academic Programs into a Single Curriculum Through Educational Cycles", en *2002 ASAE Annual International Meeting / CIGR XV World Congress*, Chicago, Illinois, USA, July 28-July 31, 2002; 3) *Programa profesional de pregrado en ingeniería. Proyecto de creación*, Bogotá: Universidad del Rosario, 2003; 4) "La ingeniería es sólo una, en la academia y en su ejercicio" en *XXVII Congreso nacional de ingeniería*, Ibagué: Sociedad colombiana de ingenieros, 2004.



# «Resignificación Curricular»: camino para la transformación de las prácticas pedagógicas universitarias y el desarrollo de competencias profesionales. Una experiencia desde la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Caldas

Jorge Oswaldo Sánchez Buitrago<sup>1</sup>, Marcelo López Trujillo<sup>2</sup>  
Universidad de Caldas - Facultad de Ingeniería

## Resumen

Los nuevos paradigmas de la complejidad y de la hermenéutica ofrecen alternativas comprensivas y reconstructivas para enfrentar e interpelar la crisis de la educación en contextos universitarios; en particular, aportan nuevas fuentes, finalidades y formas para transformar las prácticas educativas, pedagógicas y curriculares en praxis, es decir, en ejercicios conscientes mediados por la reflexión y sustentados en teorías críticas de la educación, que le otorgan nuevos sentidos, horizontes y posibilidades a toda actuación social regulada por una finalidad formativa.

La resignificación curricular es una propuesta de investigación cualitativa que permite dotar de nuevos sentidos al quehacer curricular, contribuyendo al mejoramiento de los currículos de ingeniería desde la interpelación comprensiva y transformativa de los principios conceptuales que subyacen en su estructura epistémica, metodológica y técnica, y no exclusivamente desde sus componentes de materialización operativa. La resignificación no es una propuesta que encierra valor en sí misma, sino que su valía ha dependido por lo que ella ha posibilitado y permitido en la facultad de ingeniería: la comprensión de sentido, la conciencia sobre el ejercicio curricular y en consecuencia su intervención cualificada a partir de la reflexión fundamentada.

Por otra parte, el nivel de sistematización y el software diseñado para el efecto, facilitan su replicabilidad y la cualifican como una experiencia integral que promueve el fortalecimiento de los sistemas de auto-evaluación y aseguramiento de la calidad de educación, subrayando el hecho de que, el concebir los procesos curriculares como categoría de investigación se ofrecen múltiples alternativas conceptuales, metodológicas y técnicas para enfrentar los retos que hoy nos plantea la educación superior.

En la medida en que se desarrolle un quehacer de la academia, en todo lo que ella implica: formación, docencia, investigación, extensión, de manera consciente y reflexiva, se estará pasando de un reducido ejercicio de la práctica de la academia al renovado y amplio espacio de la praxis académica. Y es la pedagogía, en este caso universitaria, la que muestra los conceptos, los principios, las formas y los medios para hacer ese tránsito. No se plantea aquí la pedagogía como única condición de cambio, pero sí como la vía racional que poseemos los académicos para transformar la realidad educativa en las universidades. Por eso la invitación que pretendemos hacer en la reunión nacional de ACOFI es para que nos reconozcamos y actuemos como académicos, no solo como docentes. Este movimiento en el pensamiento marcará un salto inmenso en nuestras ideas y en consecuencia en nuestras actuaciones.

**Palabras claves:** Resignificación curricular, desarrollo de competencias, programas académicos, matriz de evaluación y talleres

## Abstract

The new paradigms of the complexity and of the hermeneutics they offer alternative understanding and reconstructive to face and to interpolated the crisis of the education in university contexts; in particular, they contribute new sources, purposes and forms to transform the educational, pedagogic and curricular practices in practice, that is to say, in conscious exercises mediated by the reflection and sustained in critical theories of the education that grant new senses, horizons and possibilities to all social performance regulated by a formative purpose.

The curricular re-signification is a proposal of qualitative investigation that allows endowing of new senses to the curricular chore, contributing to the improvement of the engineering curricula from the understanding interpellation and transformative of the conceptual principles that underlie in its structure epistemic, methodological and technical, and not exclusively from its components of operative

<sup>1</sup> Vicerrector Académico de la Universidad, licenciado en educación, magister en educación, y candidato a doctor en educación de la Universidad de Salamanca.

<sup>2</sup> Decano Facultad de Ingeniería de la Universidad, Ingeniero de Sistemas, Especialista en Administración de Sistemas Informáticos y Magister en educación.

materialization. The re-signification is not a proposal that it locks value in itself, but rather its worth has depended for what she has it facilitates and allowed in the engineering ability: the sense understanding, the conscience on the curricular exercise and in consequence their qualified intervention starting from the based reflection.

On the other hand, the systematizing level and the software designed for the effect, they facilitate their replica and they qualify it like an integral experience that promotes the invigoration of the car-evaluation systems and insurance of the education quality, underlining the fact that, conceiving the curricular processes as investigation category offers multiple alternative conceptual, methodological and techniques to face the challenges that today outlines us the superior education.

In the measure in that a chore of the academy is developed, in all that she implies: formation, of professors, investigation, extension, in way conscience and reflexive, he/she will be spending of a reduced exercise of the practice from the academy to the one renovated and wide space of the academic practice. And it is the pedagogy, in this university case, the one that shows the concepts, the principles, the forms and the means to make that traffic. He/she doesn't think about the pedagogy like only condition of change here, but yes as the rational road that we possess the academics to transform the educational reality in the universities. For that reason the invitation that we seek to make in the national meeting of ACOFI is so that we recognize ourselves and let us act as academic, not alone as educational. This movement in the thought will mark an immense jump in our ideas and in consequence in our performances.

**Keywords:** The curricular re-signification, competences development, academic programs, evaluation matrix, workshops

## 1. Introducción

Para efectos de ubicar la experiencia en su contexto particular, es necesario mencionar que desde el año 2001, la Universidad de Caldas ha venido desarrollando un proceso de evaluación y desarrollo de la reforma curricular, asumiéndola como uno de los grandes temas estructurales para el debate universitario. Dentro de este marco surgió la necesidad de implementar un proceso de resignificación curricular de cada uno de los programas académicos ofertados por la universidad, aspecto que en sí mismo evidencia el compromiso y autoconciencia de la institución por transvasar la barrera del tradicionalismo pedagógico y curricular, para ubicarse desde un mirador de autorreflexión constante, generador de niveles de autocomprensión profunda, soportados en una mayor investigación sobre el quehacer educativo, sobre sus procesos curriculares; de tal forma que se operen transformaciones y retroacciones constantes sobre el ser y deber ser institucional.

La experiencia sobre la resignificación curricular emprendida por la Universidad de Caldas es una propuesta conceptual y metodológica que contribuye a la inaplazable tarea del mejoramiento de la calidad de la educación superior; en este caso, desde las coordenadas de lo pedagógico y lo curricular. Se trata de un texto reconstructivo en sí mismo, por cuanto surge de la recopilación de experiencias, indagaciones teóricas y formulaciones operativas para desarrollar un proceso de transformación curricular.

La resignificación curricular es un proceso de naturaleza compleja que se caracteriza por el abordaje integral del currículo desde una perspectiva comprensiva de la realidad y por dinámica de tensión permanente entre la deconstrucción y la construcción curricular.

Desde el punto de vista epistemológico, la resignificación es un proceso de reflexión en el cual se promueve una vuelta permanente sobre el texto declarativo del currículo, por vía del lenguaje, con una intencionalidad transformativa del mismo. Como expresión de la reflexión pedagógica, la resignificación curricular hace posible el tránsito consciente de una práctica curricular a una praxis curricular; es decir de la no conciencia y la instrumentalización en el ejercicio curricular a la prevalencia de la conciencia y de la reconceptualización en la dinámica curricular universitaria. Así caracterizada, la resignificación curricular se convierte en una oportunidad para el mejoramiento integral de la academia en un contexto universitario, toda vez que en el currículo de todo programa académico está contenida una propuesta de enseñanza / aprendizaje de competencias, soportada en la interacción y desarrollo de las funciones misionales de la docencia, la investigación y la proyección universitaria.

## 2. Proceso de desarrollo

### 2.1 Momentos metodológicos de un proceso de resignificación curricular

La dinámica del desarrollo de la experiencia fue concebida en términos de momentos y no de etapas, con la intención de superar la noción lineal y secuencial que tradicionalmente ha caracterizado el desarrollo de estos procesos investigativos y formativos a nivel universitario; de esta manera se plantea una trayectoria en espiral que permite la imbricación de diferentes momentos que se autointerpelan y se autodeterminan entre sí:



- a) **Formulación teleológica del proceso de resignificación:** corresponde a la definición de una orientación y finalidad expresa del proceso de resignificación; supone una expresión formal de la intencionalidad, de los conceptos que subyacen, de los resultados esperados. Esta actividad prescriptiva le otorga perspectiva al ejercicio de resignificación y a la vez se constituye en referente para el seguimiento y evaluación del proceso y de sus resultados.
- b) **Sensibilización y formación de la comunidad académica:** corresponde a la generación de condiciones de apertura y favorabilidad para el desarrollo del proceso de resignificación. No se trata sólo de potenciar estímulos motivacionales externos; ante todo se trata de buscar cohesión personal con el proceso a partir de su conocimiento y entendimiento.
- c) **Análisis documental:** corresponde a la revisión y juzgamiento de los actuales textos de enunciación formal de la propuesta educativa o curricular que está siendo objeto del proceso de resignificación. El propósito es valorar su coherencia interna y externa, su relevancia académica, su pertinencia social y su proyección.
- d) **Fundamentación conceptual:** estudio riguroso en tres dimensiones: la primera referida a la fundamentación intrínseca del proceso de resignificación; es decir el estudio de sus principios y de sus fundamentos. La segunda relacionada con la fundamentación del currículo: su naturaleza, determinantes, referentes, formulaciones, gestión, evaluación y una tercera referida a la fundamentación del objeto de estudio de los programas educativo o curricular que se resignifican (Ingeniería de Alimentos, Ingeniería de Sistemas y computación).
- e) **Reconstrucción de los ideales:** corresponde a un ejercicio que permite hacer explícito el ideal formativo, las intencionalidades pedagógicas y curriculares que dieron origen al programa educativo o curricular que se está resignificando.
- f) **Confrontación entre los ideales y la práctica social:** es un momento en el cual se contrastan los ideales formativos y el texto declarativo de cada currículo con su acción social, con su puesta en escena, con su materialización cultural.
- g) **Reformulación del diseño macro y micro curricular:** a partir de la confrontación entre lo diseñado, lo apropiado y lo ejecutado se identifican las consonancias y las disonancias. Las primeras son fortalecidas; las segundas, intervenidas en perspectiva de mejoramiento.
- h) **Transformación de la praxis pedagógica y curricular:** este es un momento transversal y permanente que inicia con la orientación teleológica y cierra con la evaluación del proceso. Corresponde a toda modificación que se opera a partir del proceso mismo de resignificación.
- i) **Seguimiento y evaluación del proceso:** es también un momento transversal que permite ir introduciendo modificaciones y ajustes al proceso de resignificación curricular.
- j) **Sistematización y documentación del proceso:** más que un momento, es un proceso inherente a la resignificación ya que a través de él se documentan tanto los resultados como el proceso, en una dinámica de investigación-acción.
- k) **Institucionalización de resultados del proceso de resignificación:** corresponde a la legalización y legitimación de las decisiones de ajuste y reforma a que llegue con el proceso de resignificación curricular.
- l) **Socialización y difusión:** corresponde a la comunicación social del proceso y de los resultados del proceso de resignificación curricular.

## 2.2 Estado actual y principales actividades desarrolladas

Dada la concepción 'espiralada' adoptada para el desarrollo de la experiencia, los momentos avanzan de manera simultánea, imbricándose entre sí, transgrediendo límites cronológicos o procedimentales rígidos entre ellos, interpeándose entre sí y consolidando una dinámica en espiral permanente de deconstrucción y construcción de cada una de las componentes consideradas y del proceso de resignificación curricular en su totalidad.







El currículo se constituye en el eje articulador del desarrollo del proceso en todos sus momentos y define una dinámica en espiral para la acción educativa. De esta manera el currículo se caracteriza por ser: integrador, reconocedor de los saberes del entorno, interdisciplinar, relevante académica y socialmente, promotor de la interacción teoría-práctica, pluralista, y se soporta en procesos investigativos para su transformación y actualización permanente.

### 2.3 Matriz de evaluación curricular

La resignificación de los currículos de los programas de ingeniería de la Universidad de Caldas es una de las líneas estratégicas dentro del proceso de Evaluación y Desarrollo de la Reforma Curricular. A través de este ejercicio comprensivo y de transformación se pretende hacer una valoración global de la propuesta curricular de cada programa académico, en la intención de señalar caminos complementarios de fortalecimiento del diseño y en especial de la gestión y desarrollo curricular.

A través de la Matriz de Evaluación diseñada para el desarrollo del proceso, se pretende generar un espacio reflexivo y discursivo que permita valorar en su conjunto la calidad del currículo de cada programa académico. Se trata de una valoración que permitirá juzgar integralmente cada currículo, tanto en su dimensión propositiva como en lo concerniente a su desarrollo. Es decir interesa valorar tanto el diseño curricular como la practica curricular de cada programa académico. La intención es que los resultados de

este ejercicio de valoración permitan cualificar las propuestas y prácticas académicas de cada programa y fortalecer las metodologías de enseñanza por competencias. Esta valoración curricular se concibe como un primer momento de un proceso integral de resignificación curricular en todos los programas académicos de la facultad de ingeniería.

La Matriz de Evaluación se ha diseñado atendiendo a los componentes universales que deben estar presentes en el diseño curricular de un programa académico universitario, y en particular según las condiciones mínimas de calidad para el ofrecimiento y desarrollo de programas académicos de educación superior<sup>3</sup> Ministerio de Educación Nacional. Decreto 2566 del 10 de septiembre de 2003. Cada componente está desagregado en factores curriculares. Un aspecto importante es que los factores de análisis privilegiados guardan una estrecha coherencia con las variables y características que en materia curricular plantea el Sistema Nacional de Acreditación, tanto en lo concerniente a la acreditación institucional y de calidad de programas, como al registro calificado.

Desde el punto de vista metodológico cada programa evalúa el diseño y el desarrollo curricular específico siguiendo los parámetros establecidos en el mapa elaborado para este propósito (<http://barranquillo.ucalda0s.edu.co:8080/academica>). Desde el punto de vista organizacional el ejercicio es liderado por el Comité de Currículo de cada uno de los programas académicos y desde allí se hace extensivo al conjunto de docentes y departamentos que son soporte de cada programa en particular.

<sup>3</sup> Ministerio de Educación Nacional. Decreto 2566 del 10 de septiembre de 2003.



## SÍNTESIS DE LOS TALLERES REALIZADOS

TALLER 1
<p><b>Eje del Trabajo Práctico:</b> El objeto de estudio de cada programa de ingeniería</p> <p><b>Resultado Documental esperado:</b> Un texto que defina y argumente el objeto de estudio de cada programa académico.</p> <p><b>Conceptos Básicos para el desarrollo del Taller:</b> ¿Qué es un Objeto de Estudio?</p>
TALLER 2
<p><b>Eje del Trabajo Práctico:</b> La denominación y sistematización de la tradición académica del programa de ingeniería</p> <p><b>Resultado Documental esperado:</b> Una denominación que indique el tipo de programa modalidad y nivel de formación ofrecido, el cual debe corresponder al contenido curricular. Así mismo la sistematización de la tradición académica del programa.</p> <p><b>Conceptos Básicos para el desarrollo del Taller</b></p> <p>¿Qué elementos se deben considerar al momento de evaluar la nominación y titulación formal de un programa académico profesional?</p> <p>¿Por qué se debe sistematizar la tradición académica de un programa?</p>
TALLER 3
<p><b>Eje del Trabajo Práctico:</b> La justificación de cada programa académico de ingeniería.</p> <p><b>Resultado Documental esperado:</b> Un texto que justifique cada programa académico de la Universidad.</p> <p><b>Conceptos Básicos para el desarrollo del Taller</b></p> <p>¿Desde qué dimensiones debe justificarse un programa académico?</p>
TALLER 4
<p><b>Eje del Trabajo Práctico:</b> Objetivos generales e identidad formativa.</p> <p><b>Resultado Documental esperado:</b> Un texto que defina y argumente los objetivos generales del programa, la identidad formativa y los campos de desempeño.</p> <p><b>Conceptos Básicos para el desarrollo del Taller</b></p> <p>¿Cuál es la Naturaleza Básica de los Objetivos Generales de un Programa Académico?</p> <p>¿Para Qué y Cómo Plantear la Identidad Formativa en un Programa académico?</p> <p>¿Para qué y cómo definir los campos de desempeño profesional?</p> <p><b>Procedimiento para su desarrollo</b></p>
TALLER 5
<p><b>Eje del Trabajo Práctico:</b> La formulación de la estructura de aprendizaje en términos de competencias formativas para cada programa académico de ingeniería.</p> <p><b>Resultado Documental esperado:</b> Una propuesta formal de competencias formativas para cada programa académico.</p> <p><b>Conceptos Básicos para el desarrollo del Taller:</b></p> <p>Conceptos de "competencias" en el contexto universitario</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencias Conceptuales</li> <li>• Competencias valórales o axiológicas</li> <li>• Competencias prácticas</li> </ul>

### 2.2.1 Talleres formativos para el proceso de resignificación curricular

Para el desarrollo del proceso de resignificación curricular se diseñaron cinco talleres formativos en aspectos curriculares y resaltando entre ellos la formulación de estructuras de aprendizaje en términos de competencias para cada programa.

Los comités de currículo han liderado el desarrollo de estos talleres bajo la coordinación y acompañamiento permanente de la Vicerrectoría Académica y de los tutores pedagógicos asignados por el Departamento de Estudios Educativos para cada uno de los programas académicos.

Para efectos de ilustrar el diseño y carácter formativo de los talleres referidos se presenta una síntesis descriptiva de los



mismos, resaltando el eje temático central abordado en cada uno de ellos y los conceptos básicos que orientan su desarrollo.

### 2.3 Aportes de los actores e instancias académicas vinculadas

Para el desarrollo del proceso de resignificación curricular de los programas académicos ha sido indispensable la participación activa de todos los estamentos de la vida universitaria; en particular de los estudiantes y docentes. Desde el punto de vista organizacional se destaca la vinculación y participación de las siguientes unidades.

- **Comités de Currículo de cada Programa Académico:** Constituyen las unidades básicas del desarrollo de la experiencia, dado que son la cabeza visible, los responsables de manera directa del ejercicio de autoevaluación permanente de los programas curriculares, velando constantemente por la integración del proceso investigativo y formativo de la resignificación curricular en diario quehacer educativo de la institución.
- **Departamentos Académicos:** Han asumido un compromiso protagónico en el desarrollo del proceso, acompañando y promoviendo el desarrollo de los diferentes momentos entre los docentes y pares académicos, fortaleciendo la apropiación del proceso y convirtiéndose en multiplicadores del mismo.
- **Direcciones de Programas Académicos:** Participan de manera activa con los comités de currículo generando autorreflexión constante sobre los procesos curriculares propios de cada programa académico.
- **Consejos de Facultad:** Acompañantes permanentes en el desarrollo de la experiencia, coordinando acciones con los comités de currículo y reglamentando los diferentes aspectos relacionados con el desarrollo de la resignificación curricular.
- **Decanaturas de Facultad:** Coordinan acciones con los diferentes directores de departamento y de programa procurando y promoviendo el desarrollo de los diferentes momentos contemplados en el proceso de resignificación curricular de los programas académicos.
- **Consejo Académico:** Organismo asesor para la definición de las políticas académicas que a nivel institucional soportan el proceso de desarrollo de la experiencia.
- **Vicerrectoría Académica:** Dependencia gestora y posibilitadora del desarrollo de la experiencia. Impulsa, coordina y vigila la ejecución del proceso, fortaleciendo los procesos de auto-evaluación y auto-organización de los diferentes programas académicos.
- **Oficina de Acreditación:** Coordina el desarrollo de los diferentes momentos en correspondencia con la Vicerrectoría académica

- **Departamento de Estudios Educativos.** Su acompañamiento para en el desarrollo del proceso ha sido fundamental, contribuyendo con la formación constante a nivel institucional, en aspectos curriculares y pedagógicos, a través de la nominación de un tutor para cada uno de los programas académicos de la universidad.

### 2.5 Limitaciones

Entre los aspectos que pueden señalarse como limitantes o restrictivos para el desarrollo de la experiencia se resaltan:

- Resistencia al cambio
- Obsolescencia normativa
- Reticencia al uso de tecnología
- Baja tradición de sistematización de experiencias
- Una cultura para la autoevaluación en un nivel de desarrollo muy discreto

### 3. Resultados

Desde una perspectiva cualitativa se resaltan los siguientes resultados:

- Formación en pedagogía y currículo de los profesores de la Universidad de Caldas
- Dinamización en la gestión de los comités curriculares
- Fortalecimiento y liderazgo de los directores de Departamentos
- Articulación del quehacer de los programas y los departamentos
- Fortalecimiento del quehacer del Departamento de Estudios Educativos
- Diseño e implementación de los planes de mejoramiento
- Sistematización de la tradición académica de los programas
- Diseño y producción de un software para la sistematización permanente de la experiencia, su retroalimentación y su difusión a nivel institucional. Disponible en la página WEB de la Universidad.
- El proceso ha interpelado las prácticas pedagógicas de los docentes de la Universidad en la medida en que se viene incorporando la propuesta de trabajo por competencias
- El proceso de resignificación curricular se ha convertido en una mediación formativa, cuyas lógicas organizativas están iluminadas por los principios filosóficos y epistemológicos de la Universidad y del programa académico en particular.

### 4. Referencia

- [1] Barnett, Ronald. Los límites de la competencia. El conocimiento, la educación superior y la sociedad. Barcelona: Gedisa, 2001.
- [2] Bedoya M., Iván José. Pedagogía ¿Enseñar a pensar?.



- Reflexión filosófica sobre el proceso de enseñar. 2ª Ed. Bogotá: Ecoediciones, 2000.
- [3] Diaz Villa, Mario. ICFES. La formación de profesores en la educación superior colombiana. Problemas, conceptos, políticas, estrategias. Bogotá : Icfes, 2000.
- [4] López Jiménez, Nelson Ernesto. La de-construcción curricular. Bogotá: Cooperativa editorial Magisterio, 2001.
- [5] Martínez Migueles, Miguel. Dinámica mental del paradigma. En: El paradigma emergente. Hacia una nueva teoría de la racionalidad científica. México : Trillas, 1997. p. 65-70
- [6] Morin, Edgar. La conciencia. En: El método. El conocimiento del conocimiento. 3ª. Ed. Madrid : Cátedra, 1999.
- [7] Porter, Luis. La Universidad de papel. Ensayo sobre la educación superior en México : Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2003.
- [8] Searle, John R. La construcción de la realidad social. Barcelona : Paidós, 1997.
- [9] Tobón Tobón, Sergio. Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá : Ecoediciones, 2004.
- [10] Torres, Jurjo. Globalización e interdisciplinariedad en currículum integrado. 2ª. Ed. Madrid : Morata, 1996.
- [12] Vatimmo, Gianni. La debilidad es una expresión de una racionalidad comprensiva En: Hermenéutica y racionalidad. Bogotá : Norma, 1994. p. 19-21

# Investigación en innovación curricular ABP

Carlos Betancourt Correa, Juan Antonio González Ocampo, Carlos Cortés Carrillo,  
Nestor Castaño, Alejandro Jaramillo Arenas, Jairo Pineda Agudelo, José Fernando Mejía C.,  
Juan Pablo Giraldo R., Germán Zuluaga Salazar, Omar Antonio Vega  
Universidad de Manizales · Facultad de Ingeniería

## Resumen

Esta ponencia presenta a la comunidad académica afiliada a ACOFI, la investigación sobre Currículo Basado en Problemas -CBP, desarrollada en esta facultad, en ella se pretende construir una propuesta curricular basada en problemas, para los ciclos Técnico, Tecnológico y Profesional en Sistemas y Telecomunicaciones.

La propuesta esta planteada en dos partes, la primera busca establecer la evolución de los procesos educativos, científicos, tecnológicos y sociales, para motivar una reforma curricular. La segunda busca justificar el por qué el currículo problémico es una opción válida para afrontar la reforma curricular planteada. La investigación es de corte crítico y utiliza como metodología la investigación-acción.

**Palabras clave:** ABP, currículo basado en problemas, estructuras curriculares.

## Abstract

This speech presents to the academic community affiliated to ACOFI, the «Problems Based Curriculum» research project developed in this faculty, the objective is to construct a curricular proposal based on problems, for the Technical, Technological and Professional cycles for the formation in Systems and Telecommunications Engineering.

The proposal includes two parts, the first one intends to establish the educational, scientific, technological and social process evolution that defines a curricular transformation. The second one justifies “the why” Problems Based Curriculum is a valid option to get the curricular reform success. The research process has a critical type and uses the Research-Action method.

**Key Words :** PBL, problem based curriculum, curricular structures

## 1. Introducción

La relevancia mundial que ha adquirido el Aprendizaje Basado en Problemas-ABP- y el interés que el mismo ha despertado en el colectivo docente de los programas académicos de “Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones” y de “Tecnología en Sistemas” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Manizales motivó al Grupo de Investigación en Innovación Curricular a la presentación de esta propuesta de investigación.

El propósito planteado permite estructurar el proyecto de investigación, que es presentado a evaluación de pares en una de las convocatorias nacionales realizadas por el Instituto Colombiano para el Avance de la Ciencia – Colciencias, lográndose su aprobación y cofinanciación.

## 2. Referente teórico

Jacques Delors, en la presentación al Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI [1] (p. 13), plantea: “frente a los numerosos desafíos del

porvenir, la educación constituye un instrumento indispensable para que la humanidad pueda progresar hacia los ideales de paz, libertad y justicia social”, constituyendo estos ideales, los mayores retos que debe enfrentar la sociedad colombiana presente y futura, para construir ciudadanía y democracia.

Sin pretender que se haya encontrado la solución al multifacético conflicto que enfrenta el país, sí se identifica a la educación problémica como un factor indispensable para el desarrollo humano, social y económico. La innovación curricular, constituye una oportunidad para la transformación colectiva desde la formación académica en los diversos contextos y comunidades.

Abraham Magendzo, en: Currículo, Educación para la Democracia en la Modernidad [2] (p. 18), cita las cuatro ideologías dominantes que, según Michael Schiro, han tenido presencia en el quehacer curricular. La cuarta de ellas, la concepción reconstruccionista, plantea la necesidad de hacer del currículum una instancia para reconstruir la sociedad, para actuar sobre ella de modo que contribuya decidida e intencionalmente a la solución de los múltiples problemas

que la aquejan. Los diseños curriculares hoy, deben reconocer la diversidad de problemas sociales como la pobreza, el sexismo, la polución, la corrupción, el narcotráfico, los conflictos armados, la desigualdad social, entre otros; para contribuir con soluciones plausibles.

La concepción de reconstrucción social del currículo considera que los educadores en los diseños curriculares tienen la misión de preparar y formar a los miembros de la sociedad para que aporten y actúen eficazmente en la solución de los problemas que aquejan a la sociedad donde están inmersos y dentro de la cual tienen derechos y deberes.

El reto más importante para el conocimiento, la educación y el pensamiento contemporáneo es el conflicto entre los problemas globales, interdependientes y mundiales, por una parte, y nuestra forma de conocer cada vez más fragmentada, por el otro [3] (p. 265). Este problema, que se identificó en el siglo XX, se volverá más agudo en el siglo XXI y se tendrá que resolver con la ayuda de la educación, en las nuevas estructuras curriculares.

Imbernon, citado por Joaquín Gairín [4] (p. 121), describe los nuevos contextos en que deben desarrollarse las instituciones educativas y la docencia, así:

- Un cambio vertiginoso en la comunidad social, en el conocimiento científico y en los productos del pensamiento, la cultura y el arte.
- Una evolución acelerada de la sociedad en sus diversas estructuras.
- Unos contextos sociales que condicionarán la educación y reflejarán una serie de fuerzas en conflicto.
- Un análisis de la educación que ya no se considera patrimonio exclusivo de los docentes, sino de toda la comunidad.

Estos y otros componentes del nuevo contexto se traducen en cambios que afectan la organización y la orientación que se debe dar a la educación. La idea de que el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias se desarrollen en un contexto inspirado en la investigación es compartida por un amplio grupo de investigadores en didáctica de las ciencias: Osborne y Wittrok, 1985; Driver y Oldham, 1986; Gil y Martínez Torregosa, 1987; Duschl, 1990 y 1995; Burbules y Linn, 1991; Hodson, 1993; Bencze y Hodson, 1999; Furió y Guisáosla, 1998; Zoller, 1999; Gil, Carrascosa et al., 1999. El National Standard for Science Education (NRC, 1996) proclama "todos los niveles de la educación científica deben basarse en la investigación", como forma de favorecer una actividad significativa en torno a problemas susceptibles de interesar a

los estudiantes hacia una progresiva autonomía de juicio y capacidad de participación en tareas colectivas [5] (p. 231).

La construcción de alternativas curriculares que estén a tono con las exigencias y posibilidades de la época, necesitan reflexionar sobre la importancia de la educación en las nuevas realidades sociales, como han venido señalando diversos diagnósticos, comisiones, misiones y trabajos de expertos [6] (p. 22), que impacten lo local y permitan la inserción en el escenario mundial, en la sociedad de la información y del conocimiento.

El contexto planteado, exige cambios profundos y significativos en la educación, tendientes a las nuevas formas de producción de conocimiento y de organización de la comunidad científica. Esto significa innovaciones en las que se tenga en cuenta el nuevo escenario local y mundial a nivel sociopolítico, económico, cultural y educativo entre otros. Es, desde esta perspectiva, que se piensa el Currículo Basado en Problemas - CBP, entendido como un sistema complejo integrado en un conjunto de propósitos educativos para el planteamiento y solución de problemas disciplinares e interdisciplinares [7] y la formación por ciclos, como posibilidad para la transformación de la educación superior local y regional, Colombiana y Latinoamericana, de acuerdo con los cambios laborales y sociales, en búsqueda de mejores y más equitativas oportunidades [8] que asuman la nueva institucionalidad y la reforma del pensamiento para construir una nueva imagen de mundo, a tono con el nuevo siglo y milenio.

### 3. Implementación del proyecto

#### 3.1 Principios fundantes

El currículo basado en problemas - CBP se basa en principios:

- Filosóficos.
- Epistemológicos.
- Antropológicos.
- Sociopolíticos.
- Pedagógicos.

Los principios filosóficos dan cuenta del ser humano histórico cultural, que nace con el potencial biológico para convertirse en persona a partir del pensamiento, el lenguaje, la estética, la interacción social, el sentido de lo justo y lo trascendente, en búsqueda de su transformación.

Los principios epistemológicos plantean el conocimiento como la manera del ser humano relacionarse con el mundo



en sus múltiples dimensiones personales, sociales y culturales, para interpretar la realidad.

Los principios antropológicos conciben al ser humano como ser integral, en un proceso histórico interactuante con el medio ambiente natural y cultural, modificándolo y modificándose a su vez.

Los principios sociopolíticos hacen referencia a las ideas, valores y prácticas sociales que promueven la solidaridad y la cooperación para la creación de una sociedad y una educación más equitativa, solidaria, flexible y humana.

Los principios pedagógicos tienen que ver con la enseñanza y el aprendizaje como procesos que involucran todas las dimensiones del ser, en un proceso cooperativo con otros y para otros, a partir de la apropiación de la experiencia histórica social acumulada y organizada culturalmente.

### 3.2 Características

Los principios expuestos deben ser abordados en las características del currículo a saber:

- Flexible
- Desarrollado desde la Praxis
- Participativo
- Interdisciplinario
- Investigativo
- Integrado

Flexible, por cuanto la producción de conocimiento científico, tecnológico, disciplinario e interdisciplinario, en un proceso cambiante, de transformación curricular y educativa, que siempre está en construcción y modificación a todo nivel [9] (p. 63).

Desarrollado desde la Praxis, en el sentido habermasiano, a partir de la integración creativa entre las dimensiones teórica y práctica de todo el saber socialmente legitimado, al tomar como punto de partida para los procesos de aprendizaje, lo que el estudiante hace para construir conocimiento, reflexionando la experiencia y enriqueciéndola teóricamente en todas las áreas del saber.

Participativo, desde la vinculación real, activa y organizada de los miembros del grupo social que se reconocen con voluntad común para enfrentar colectivamente las condiciones de su comunidad, y que tomen parte en las decisiones para llevar a cabo cambios que afectan sus condiciones de vida.

Interdisciplinario, a partir de la interacción e integración de disciplinas a través de bloques programáticos, que dan como resultado la intercomunicación y el enriquecimiento recíproco, transformando la investigación, los conceptos y la terminología, [10] (p. 73).

Investigativo, porque es producto de ésta, además de ser su eje transversalizador, en un proceso de formación de profesionales comprometidos con la sociedad, en la que los cambios exigen políticas científicas que fomenten el trabajo e investigación interdisciplinaria.

Integrado, desde la construcción de núcleos y bloques programáticos en los que no hay asignaturas sino problemas, disciplinas, interdisciplinas y proyectos abordados en núcleos epistémicos y bloques académicos programáticos interrelacionados en los ciclos de formación tecnológica y profesional.

### 4. Componentes de la estructura curricular de naturaleza problémica

La estructura curricular de naturaleza problémica, además de los anteriores principios y características, tienen como componentes fundamentales:

- El objeto de estudio y conocimiento.
- Los propósitos de formación.
- Las competencias
- El programa curricular: (núcleos problémicos, epistémicos y bloques programáticos).
- La propuesta pedagógica.
- La propuesta de un sistema de evaluación.

#### 4.1 El objeto de estudio y conocimiento

El momento actual de grandes y vertiginosos avances de la ciencia y la tecnología, trae cambios en la construcción de disciplinas y regiones del conocimiento; Lyotard citado por López, N. señala que "las clásicas líneas divisorias entre los campos de las ciencias se han puesto en cuestión, las disciplinas desaparecen, las articulaciones ocurren entre los límites de las ciencias, y de aquí surgen nuevos territorios constituyentes de objetos de estudio.

#### 4.2 Los propósitos de formación

Deben entenderse como la descripción de las características específicas que diferencian a un profesional de otros, constituyen lo característico y fundamental de un proceso

académico. Deben definir las capacidades, funciones, conocimientos, actitudes y aptitudes para abordar el objeto de estudio, de tal forma que quede explícita la transformación en cada núcleo, bloque programático y ciclo de formación; por ello deben ser prospectivos y apuntar hacia las tendencias del campo de conocimiento e investigación [11] (p. 93).

#### 4.3 Las competencias

Una vez planteados los propósitos y en consonancia con estos y con el objeto de estudio, se plantean las competencias como "saber hacer en contexto", producto del dominio de conceptos, habilidades y actitudes, que el estudiante demuestra en forma integral y a un nivel de ejecución previamente establecido por el programa académico que las tiene como su meta [12] (p. 16). Ser competente significa que la persona tiene conocimiento declarativo, es decir, información, formación y conceptos que le permiten saber lo que hace, el porque lo hace y el objeto sobre el que actúa. También se requiere conocimiento procedimental o capacidad de ejecución sobre el objeto y finalmente conocimiento actitudinal, para hacer uso del conocimiento declarativo y procedimental de manera correcta.

#### 4.4 El programa curricular: (núcleos problémicos, epistémicos y bloques programáticos)

El grupo de investigación construye en colectivo con los docentes del programa y a partir del análisis de los contenidos curriculares, y el objeto de estudio y conocimiento investigado previamente los bloques programáticos, así:

1. Modelamiento matemático
2. Modelamiento de Fenómenos Físicos
3. Desarrollo de Software
4. Sistemas de Transmisión y Telecomunicaciones
5. Gestión de Sistemas de Información
6. Formación Sociohumanística
7. Formación Empresarial

Del análisis y la comparación entre los campos de actuación y los campos de conocimiento del programa curricular, se vienen identificando los núcleos problémicos asociados a los bloques mencionados, entendido el núcleo problémico como: un conjunto de problemas o un problema de amplitud, cobertura o importancia tal, que requiere y exige de un tratamiento particular y a su vez integral y los núcleos epistémicos como los elementos teóricos de conocimiento que soportan los ejes temáticos generados en el desarrollo de los núcleos problémicos.

La resolución de uno o varios problemas permite conocer y comprender los temas que conforman los campos de

conocimiento de las disciplinas que confluyen a la formación integral del profesional.

#### 5. La propuesta pedagógica

Organiza los saberes, los procesos enseñanza-aprendizaje, los criterios evaluativos, las relaciones pedagógicas, las relaciones académicas y educativas, alrededor de problemas que surgen de la teoría, de la práctica, de la relación teoría-práctica. Implica igualmente interacción de docentes y estudiantes en un espacio de reflexión e investigación dirigida a aumentar los niveles de participación, en búsqueda de caminos para acceder al conocimiento y a la cultura.

El proceso de contrastación de los resultados de la investigación en la comunidad nacional e internacional permite al grupo investigador proponer el Aprendizaje Basado en Problemas – ABP- como una de las alternativa pedagógicas más adecuada para la implementación de un Programa Curricular Basado en Problemas –CBP.

Para las comunidades mencionadas el ABP consiste en la estrategia de enseñanza-aprendizaje en la que un grupo pequeño de estudiantes se reúne, con el acompañamiento de un tutor, a analizar y resolver una situación problemática relacionada con su entorno físico y social. sin embargo el objetivo no se centra en resolver el problema sino en que éste sea utilizado para identificar los temas de aprendizaje. El problema sirve como detonador para que los estudiantes cubran los objetivos de aprendizaje.

#### 6. La propuesta de un sistema de evaluación

El currículo Basado en Problemas –CBP- aborda la corriente crítica alternativa de evaluación trabajada por Kemmis y Díaz Barriga [13], en la cual se destacan los aspectos sociopolíticos del campo educativo, así como la plena participación de los involucrados, a través de la investigación, para dar mejor conocimiento de la situación analizada.

En general, la reflexión teórica plantea el reto de formar ciudadanos a la altura de los tiempos actuales, con capacidad para leer e interpretar los signos de la época, de democratizar el conocimiento, de conocer democráticamente, de fundar una ethopolítica de la civilidad y la solidaridad, aun en el conflicto y en la crisis.

#### 7. Prospectiva de la investigación

En la actualidad un grupo de docentes ha comenzado a implementar esta experiencia en algunos semestres de los programas de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones y Tecnología en Sistemas.





Como herramientas o estrategias de divulgación se han utilizado:

En el nivel interno de la facultad:

- Un diplomado orientado a los docentes de la Facultad de Ingeniería.
- Boletines informativos donde se consignan los adelantos y estado de la investigación.

En el nivel externo:

- Asistencia al Seminario sobre experiencias pedagógicas exitosas en la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá Marzo de 2006.
- Participación en el IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje Basado en Problemas –ABP-PBL- realizado en el mes de julio en Lima, Perú.

## 8. Conclusiones

- Con la implementación en los programas académicos del C.B.P, se pretende emprender el camino para readecuar las estructuras curriculares, para hacerlas más acordes con las necesidades actuales del medio y la sociedad del conocimiento sin dejar de lado la búsqueda de los fundamentos teóricos que soportan el progreso científico y tecnológico.
- Con las reflexiones sobre los núcleos epistémicos y problémicos, el currículo del programa toma una dimensión estructural más acorde con el estado actual de los procesos de formación.
- El rol del docente adquiere nuevas dimensiones, migrando de ser proveedor de conocimientos, casi siempre repetitivos y descontextualizados con las necesidades del medio, a un papel de tutor y acompañante, orientado al desarrollo de nuevos conocimientos en el grupo.
- En correspondencia, ahora el estudiante pasa de ser receptor pasivo de conocimientos a ser un descubridor activo de los mismos a través de necesidad de enfrentar situaciones problemáticas que despierten su motivación.

- La investigación se encuentra en plena etapa de desarrollo, y día a día crece la expectativa de los resultados de su implementación en el programa curricular que nos atañe, con miras a reflejarlo a otros programas académicos locales y regionales.

## 9. Referencias

- [1] UNESCO, Conferencia Mundial Sobre la Educación Superior La educación superior en el siglo XXI: Visión y acción, 1998.
- [2] Magendzo, Abraham. Currículum, Educación para la Democracia en la Modernidad. Bogotá, Anthropos, 1996
- [3] Morin, Edgar. La reforma del pensamiento y la educación en el siglo XXI. En: Claves para el siglo XXI. Madrid, Crítica, 2002.
- [4] Gairín, Joaquín. El profesor universitario en el siglo XXI. En: La universidad ante la nueva cultura educativa. Madrid, Síntesis, 2003
- [5] Martínez, Joaquín; Gil, Daniel y Martínez, Bernat. La Universidad como nivel privilegiado para un aprendizaje como investigación orientada. En: La Universidad ante la nueva cultura educativa. Madrid, Síntesis, 2003.
- [6] Díaz, Mario. Flexibilización y Educación Superior en Colombia. Bogotá, ICFES, 2002.
- [7] Gutiérrez, Martha. El currículo problémico. Manizales, Universidad de Manizales, 2001.
- [8] Díaz, Mario y Gómez, Víctor. Formación por ciclos en la educación superior. Bogotá, Icfes, 2003.
- [9] Lopez, Nelson E. Retos para la Construcción Curricular: De la Certeza al Paradigma de la Incertidumbre Creativa. Bogotá, Magisterio, 1996.
- [10] Torres, Jurgo. El Currículum Oculto. 6 ed. Madrid, Morata, 1998.
- [11] López, Mario. et al. El Currículo como Factor de Calidad Educativa. Bogotá, ICFES, 1989
- [12] Villarini, Ángel. El Currículo orientado al Aprendizaje Auténtico y al Desarrollo Humano Integral. Puerto Rico, Biblioteca del pensamiento crítico, 2000.
- [13] Kemmis, S. Siete Principios para Evaluar un Programa de Desarrollo Curricular. Deakin University, 1986.

# Estructuras curriculares modernas con estrategias metodológicas apoyadas en las TIC

Nubia Raquel Torres Chitiva  
Universidad Del Tolima - IDEAD - Área de Ingenierías y Tecnologías

---

## Resumen

La educación de hoy pasa por un momento importante en el que se ha tenido que pensar seriamente en cómo ha de ser el papel o rol del estudiante y del educador, es por ello que se deberá trabajar seriamente en estructuración de planes de estudio que permitan involucrar el desarrollo de estrategias metodológicas soportados en las nuevas tecnologías, así mismo considerar la investigación formativa como un elemento problematizador dentro de la formación de un ingeniero, lo que le permitirá desarrollar competencias para poder insertarse en el sector productivo.

Cómo es que se pueden generar estrategias para el desarrollo curricular contemplando los tres conceptos fundamentales en la formación: docencia, investigación y proyección social, es así como aquí presentamos y dejamos los siguientes interrogantes:

Hacer docencia a través de la utilización de NTIC, es de calidad, que se requiere, cual es el rol del docente, cuál es el rol del estudiante.

Cómo se puede insertar la investigación en el plan de estudios y en el currículo en general, qué se requiere, cómo se construye y cuales son los resultados esperados. Cómo se puede ver reflejado la formación de un ingeniero con estas técnicas y estrategias en su práctica final, cual debe ser el papel de la universidad en este ámbito, cuál el papel del empresario, cuál el papel del docente y cuál el papel del estudiante.

Lo anterior teniendo en cuenta que la educación de hoy nos invita a pensar seriamente en el profesional que debemos formar para hoy y para el futuro (2020), las nuevas tendencias en la educación como la ciencia, la tecnología y la sociedad, nos obligan a generar nuevas estrategias que permitan definir parámetros, metodologías, espacios, tiempos etc, entre otros y diferentes mecanismos para transportar el conocimiento, a través de las diferentes generaciones.

Es así como finalmente dejamos explícito que los currículos para la formación de ingenieros en pro del mejoramiento de la calidad se deben enfocar acordes a las necesidades del contexto, puesto que por las diferentes tendencias que se dan hoy en el marco de la globalización estos deberán insertarse desde la escuela al sector productivo, siempre que se vea reflejada la enseñanza en el contexto y el contexto en la enseñanza.

**Palabras claves:** Virtualidad, currículo, tecnología, sociedad de la información

## Abstract

The education of today happens important for a moment about which it has had to think seriously about like is to be the paper or roll of the student and the roll of the educator, is for that reason that will be due to seriously work in structuring of curricula which they allow to involve the development of supported methodologic strategies in the new technologies, also to consider the formativa investigation like a problematizador element within the formation of an engineer, which will allow to develop competitions him to be able to be inserted in the productive sector. How it is that it is possible to be generated strategies for the curricular development contemplating the three fundamental concepts in the formation: teaching, investigation and social projection, are as well as we presented/displayed and we left the following questions here: To make teaching through the use of NTIC, is of quality, that is required, as is the roll of the educational one, which is the roll of the student. How the investigation in the curriculum and currículo in general can be inserted, what is required, how it is constructed and as they are the awaited results. How it is possible to be seen reflected the formation of an engineer with these techniques and strategies in his final practice, as it must be the paper of the university in this scope, which the paper of the industrialist, which the educational paper of and which the paper of the student. The previous thing considering that the education of today invites to think to us seriously about the professional which we must form for today and for the future (2020), the new tendencies in the education like science, the technology and the society, they force to us to generate new strategies which they allow to define parameters, methodologies, spaces, times etc, among others and different mechanisms to transport the knowledge, through the different generations. It is as well as finally we left I specify that the currículos for the formation of engineers for the improvement of the quality are due to focus agreed to the necessities of the context, since by the different tendencies that occur today within the framework of the globalización these will have to be inserted from the school to the productive sector, whenever it is reflected education in the context and the context in education.

**Keywords:** Virtualidad, curriculum, technology, society of the information

## 1. Introducción

La sociedad de la información y del conocimiento ha generado grandes discusiones en torno a la educación apoyadas en las TIC, es por ello que las universidades de hoy deben pensar en como formar profesionales que tengan competencias claras y acordes al contexto, aquí se presenta unas pautas, conceptos y estrategias que nos ayudan a repensar la educación del futuro, desde el interior de cada uno de los currículos sin olvidarnos de lo importante que son la docencia, la investigación y la proyección social en la formación de cualquier profesional.

La educación de hoy debe tener cambios sociales, tecnológicos, políticos pero ello siempre desde la universidad, es así como las universidades están obligadas a repensar los currículos de cada uno de los programas, teniendo en cuenta que se debe impartir una formación y unos currículos flexibles, acordes a las necesidades de los participantes.

### La reinención de la universidad en la sociedad del conocimiento

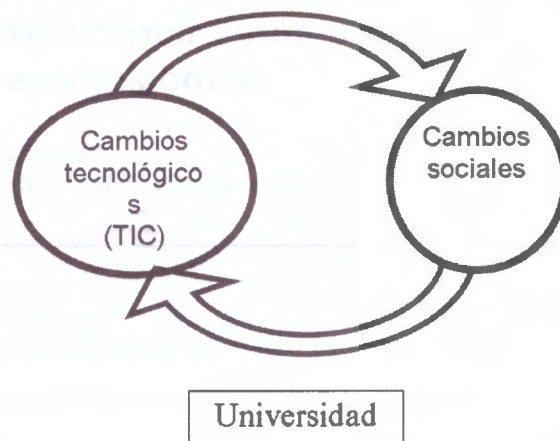
¿cuál es el motivo para reinventarla?

El impacto de la Sociedad de la Información y de las TIC sobre nuestro entorno colectivo, induce y genera cambios sociales y tecnológicos que afectan profundamente el mundo de la cultura y de la formación.

¿y ello, que comporta?

En cuanto a los cambios sociales se debe tener un cambio de cultura, de pensar, del como realizar las cosas, del por qué se deben realizar, en fin una serie de características y factores que han de transformar las formas de enseñabilidad y las formas de aprender, es así como se tiene que pensar seriamente en como ha de ser el papel o rol del estudiante y del educador y por su puesto que papel juega la universidad en todo esto. LA universidad debe generar nuevos cambios y no esperar a que los cambios lleguen para que los currículos cambien, la Universidad debe ser capaz de visionar lo que a futuro puede pasar para que cree nuevas estrategias de formación en cada uno de los programas que ofrece.

Las universidades de hoy deben pensar en nuevas soluciones a nuevos problemas, por lo tanto se debe formar el profesional para el futuro y no para el presente, siempre se diseñan currículos pensando en las necesidades del entorno que halla en el momento, más no se piensa en más allá de cómo será el contexto a unos años más adelante.



Es así como debemos reinventar la universidad, la universidad debe proponer programas con currículos fundamentados primero en problemas lo que hace que el estudiante y el docente cambie la forma de enseñar, y el estudiante la forma de aprender, es así como con la invención de las NTIC, el estudiante tiene herramientas para volverse más inquieto, el docente debe desarrollar estrategias que generen espacios de reflexión, de análisis, y el estudiante debe ser más analítico, debe conocer las herramientas y tener una usabilidad de ellas para lograr apoyarse en ellas y generar nuevas expectativas de conocimiento, así él estudiante puede llegar a proponer excelentes ideas, acordes a la problemática que se está abordando.

## 2. NITC: Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación

Entendemos por Nuevas Tecnologías, todos los medios desarrollados en torno al surgimiento de la ciencias de la Informática y que permiten la comunicación e interacción con fines educativos; de manera sincrónica o asincrónica; de forma individual o colectiva; que utilizan la computadora como principal medio de comunicación e interacción entre los sujetos del acto educativo y; que permiten acceder a recursos y servicios desde computadoras distantes.

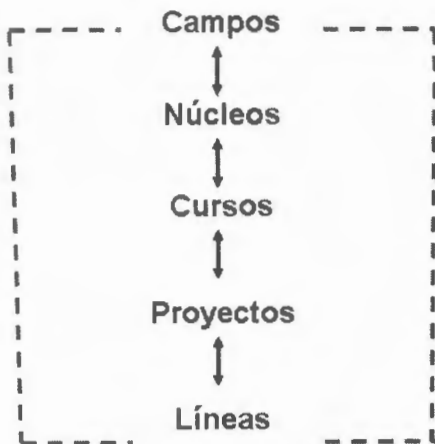
## 3. La reflexión sobre la práctica pedagógica de formación

Cómo es que se puede generar estrategias para el desarrollo curricular contemplando los tres conceptos fundamentales en la formación: docencia, investigación y proyección social?

La sociedad de la información y de las TIC es una temática que hoy en día nos está exigiendo muchas cosas, es así como nos pone como institución a pensar en nuevas formas de enseñabilidad, de usabilidad etc., se debe pensar en docencia de calidad, el docente deberá ser un motivador, un planificador de su trabajo, un proponente de estrategias motivadoras para los estudiantes, un educador con mucho interés y calidad de



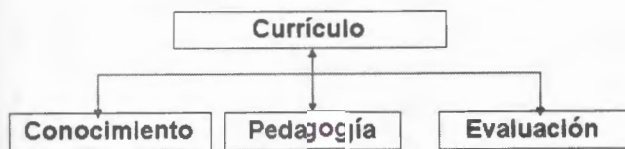
trabajo, generador de ideas propositivas que ayuden a explorar competencias analíticas al estudiante, un proponente de estrategias de autorreflexión, autoformación, autoresponsabilidad, para que el estudiante logre su objetivo que es aprender con calidad la temática que se está tratando, así mismo el estudiante deberá ser un individuo con competencias mínimas de uso del computador y el Internet, pero también deberá conocer el grado de responsabilidad que tiene frente a su proceso de formación, deberá tener autonomía y saber hasta donde llega el grado de autonomía sobre el aprendizaje de su curso, ser propositivo, conocedor de lo que realiza y a que juego se enfrenta, ello hace que él explore competencias como de investigación, puesto que tendrá una guía que le permitirá explorar las diferentes temáticas del curso, pero sobre todo tendrá que relacionar lo que investigue con el contexto, no podrá limitarse a la secuencia teórica sino que deberá relacionar lo estudiado, y así podrá insertarse rápidamente en proceso de investigación y trabajo social en el mercado.



Los programas académicos, la formación profesional, la organización del conocimiento, la interacción pedagógica y los sistemas de evaluación.

El sentido: "...una formación más flexible que reoriente la vida académica de profesores y estudiantes y que genere un clima más propicio para el aprendizaje autónomo"

**Ambientes Educativos: Componentes**



**4. Pedagogía flexible**

- Debilitamiento de las jerarquías
- Incremento de relaciones pedagógicas más personalizadas.
- Organización de nuevos contextos de aprendizaje.

- Incremento de la autonomía.
- Nuevas formas de conocimiento, de construcción y de solución de problemas.
- Transformación de los criterios explícitos de la evaluación hacia criterios múltiples y abiertos.



**5. Formación flexible**

El estudiante:

- Podría decidir dónde realiza su formación.
- Tiene mayor posibilidad en la negociación de los objetivos y los contenidos de su formación.
- Mayor posibilidad de combinar los contenidos de su formación de acuerdo con sus intereses.
- Mayor oferta de medios y contextos de aprendizaje. Posibilidad de organizar el tiempo.



**6 Referencias**

- [1] Ferraté, Gabriel, La reinención de la Universidad en la sociedad del conocimiento retos y nuevas miradas. Pp. 2
- [2] Ferraté, Gabriel, La reinención de la Universidad en la sociedad del conocimiento retos y nuevas miradas. Pp. 3
- [3] Colectivo SPDU, Documento presentación en ppt, Ambientes Virtuales de Aprendizaje, Seminario Permanente de Docencia Universitaria, IDEAD UT, Módulo 3.



# Estrategia de mejoramiento de programas de ingeniería en la EAN

Ing. John Alexander Rojas Montero, Ing. Natalia Vega, Ing. Alonso Gaona  
Universidad EAN - Facultad de Ingeniería

---

## Resumen

Durante el 2005 la Facultad de Ingeniería realizó un estudio sobre sus programas académicos para mejorar sus características siguiendo los lineamientos del contexto institucional dado por un plan de acción, del contexto nacional dado por una legislación existente y del contexto internacional dado por unos criterios para acreditación internacional, complementada con los perfiles del estudiante Eanista y del ingeniero Eanista.

El estudio utilizó el análisis DOFA, la metodología PEC (Proceso de Examen Creativo), la recopilación de información a través de encuestas, resultados de los Exámenes de Calidad Académica de la Educación Superior (ECAES) y diversas fuentes de información sobre organizaciones que acreditan la formación de los ingenieros en el contexto nacional e internacional. Este proceso metodológico permitió encontrar los requerimientos reales que debían seguirse en el diseño y la construcción de una estrategia de mejoramiento. Al concluir el estudio se obtuvo una estrategia dividida en tres fases:

- **Rediseño del currículo en tres ciclos.** El primero de emprendimiento, el segundo tecnológico y el tercero profesional. El primer ciclo se planteó para reforzar el perfil Eanista. El segundo y tercero se plantearon para afianzar el perfil profesional en ingeniería.
- **Proceso de acreditación.** Con esta fase se busca ajustar los programas de ingeniería a estándares nacionales e internacionales que respalden la formación del ingeniero y su ejercicio profesional.
- **SRM (Student Relationship Management).** Esta tercera fase se propone contar con un mecanismo de seguimiento de las actividades académicas y no académicas de los estudiantes dentro de la institución con el objetivo de atender sus necesidades en forma oportuna.

Finalmente, es importante tener en cuenta que el éxito de esta estrategia depende del desarrollo de la Facultad, el fortalecimiento de sus unidades de apoyo y el compromiso de la institución.

**Palabras claves:** Currículo, acreditación, gestión educativa

## Abstract

During 2005 EAN University Engineering Faculty got their academic programs into a study in order to improve their features, taking into account its institutional context established in its action planning, the national context, as well as the international one based on legislation and some relevant criteria and requirements for accreditation processes, and the Eanista student and engineer profiles.

This studying was made by using DOFA analysis and PEC methodology, involving the managing staff, students and administrative people; the gathering of information was done by applying surveys, the ECAES test results and some different sources which are closely related to accreditation processes in engineering on national and international levels. This methodological process gave as a result the joining of all the requirements needed to design and lift up— an improvement strategy. As a conclusion is was settled down a strategy divided into three stages:

- **Redesign of curriculum in three cycles.** The first one is the entrepreneur cycle, the second is the technological one and the third is professional one. The first cycle considered to reinforce the Eanista profile. The second and third were considered to strengthen the professional profile in engineering.
- **Process of accreditation.** On this stage, one looks for fitting the engineering programs into national and international standards that endorse the engineer formation and its professional acting.
- **SRM (Student Relationship Management).** This third stage sets out to count on a mechanism of pursuit academic and nonacademic activities of students within the institution with the objective of taking care of their needing as well as possible.

Finally, it is important to consider that for this strategy to succeed it is necessary to strengthen the Faculty of Engineering units of support and its whole development reflect of the institution commitment.

**Keywords:** Curriculum, accreditation, educational management

## 1. Introducción

La Facultad de Ingeniería (FIN) ubicada en la ciudad de Bogotá, ha venido transformándose desde el 2002 con el objetivo de mantener y aumentar el número de estudiantes con que cuenta. En el 2005 la FIN evidenció la necesidad de mejorar sus programas con el propósito de hacerlos más atractivos y atender las necesidades específicas de sus estudiantes actuales y los que en el futuro tendría, teniendo como referente la «formación de ingenieros que generen valor» que se sientan identificados y desarrollen un perfil que los beneficie a ellos y a la sociedad en la cual ejerzan su profesión. Para atender estas circunstancias se planeó un estudio que brindará un diagnóstico de la situación actual, a partir del cual se planteará una estrategia de mejoramiento.

El artículo se divide en tres partes. En la primera se realiza la descripción del problema, los objetivos del proyecto de intervención y el marco de referencia. Como marco de referencia se planteó en el contexto institucional el plan de acción EAN 2005, en el contexto nacional la legislación existente, en el contexto internacional los criterios relevantes para una acreditación internacional, complementada con los perfiles del estudiante Eanista y del ingeniero en el ámbito internacional.

En la segunda parte se tomó como referente para el trabajo un análisis DOFA y la metodología PEC (Proceso de Examen Creativo) para establecer los requerimientos que se debían tener en cuenta en la estrategia a diseñar y construir. Durante el proceso se recopiló información a través de encuestas, resultados de los Exámenes de Calidad Académica de la Educación Superior (ECAES) y búsqueda en Internet sobre organizaciones que acreditan la formación de los ingenieros en el contexto internacional.

En la tercera parte se presentan las conclusiones, recomendaciones y costos de la estrategia que busca incrementar el número de estudiantes que tiene la Facultad a partir del mejoramiento de sus programas. La estrategia esta dividida en tres fases: el rediseño del currículo que perfile al estudiante, un proceso de acreditación con estándares internacionales y contar con un SRM (Student Relationship Management) para seguimiento académico y no académico de los estudiantes dentro de la institución, logrando atender sus necesidades en forma oportuna.

## 2. El problema

El problema se plantea como la diferencia existente entre una situación actual y una situación deseada.

- **Situación Actual.** La FIN no cuenta con una estrategia explícita que garantice incrementar el número de

estudiantes que tiene a partir del mejoramiento de sus programas.

- **Situación Deseada.** La FIN cuenta con una estrategia e indicadores de gestión que le permite hacer atractivos sus programas a un mayor número de estudiantes, apoyado en el desarrollo de las competencias que identifican a sus ingenieros. De esta forma se espera obtener más recursos y lograr que sus estudiantes sean reconocidos tanto en el ámbito nacional como en el internacional por su claro perfil profesional.

## 3. El proceso

Para abordar el problema se propuso:

- Establecer los requerimientos [1] que se debían tener en cuenta en la solución a través de la aplicación del análisis DOFA y la metodología PEC (Proceso de Examen Creativo) y la recopilación de información a través de encuestas, resultados de los Exámenes de Calidad Académica de la Educación Superior (ECAES) y búsqueda en Internet sobre el Ministerio de Educación Nacional, el ICFES, el CNA y las organizaciones que acreditan la formación de los ingenieros en el contexto internacional.
- Proponer alternativas de solución al problema identificado, especificando su viabilidad y costos, para luego establecer la forma en que se implementará la solución más pertinente de acuerdo con los recursos existentes.

A través del análisis DOFA [2] y el PEC [3] se observó el problema desde muchos puntos de vista teniendo en cuenta diversas capacidades de la organización. En este proceso participaron directivos, docentes, estudiantes y personal administrativo. En el análisis DOFA las capacidades tenidas en cuenta fueron:

- **Capacidad Directiva.** Aspectos relacionados con el proceso administrativo: planeación, dirección, toma de decisiones, coordinación, comunicaciones y control.
- **Capacidad Competitiva.** Aspectos relacionados con la educación: calidad de los programas, exclusividad, planes de estudio, participación en el mercado, cubrimiento, investigación y desarrollo, costo de matrículas, publicidad, permanencia de los estudiantes y calidad en el servicio prestado a los estudiantes.
- **Capacidad Financiera.** Aspectos relacionados con los recursos y el presupuesto con que cuenta la Facultad.
- **Capacidad Tecnológica.** Aspectos relacionados con el proceso educativo: infraestructura tecnológica (hardware), innovación en los procesos de educación, ubicación física, acceso a servicios, facilidades físicas, uso del recurso humano, patentes, nivel tecnológico, flexibilidad en la educación, disponibilidad de software,



procedimientos administrativos y procedimientos técnicos.

- **Capacidad del Talento Humano.** Aspectos relacionados con el recurso humano: nivel académico, experiencia técnica, estabilidad, rotación, ausentismo, nivel de remuneración, capacitación, programas de desarrollo, motivación y pertenencia.

En el proceso de examen creativo (PEC) se les presentó a los participantes el contexto, el origen de la necesidad, el objetivo deseado y el producto concreto deseado, para que ellos examinaran el problema y redefinieran la situación actual insatisfactoria, la situación deseada y el medio a utilizar para alcanzar la situación deseada.

La información que recibió cada participante en el proceso fue la siguiente:

- **Contexto.** Se describió la necesidad de reforzar los programas de la Facultad y la marca de la EAN teniendo en cuenta las características Eanistas y las características de un ingeniero. Además, se les presentó los resultados de la encuesta de aceptación y los resultados de los ECAES.
- **Origen de la necesidad.** La FIN ha visto la disminución del número de estudiantes y recursos con que cuenta. A partir del 2002 ha realizado una serie de cambios para incrementar el número de estudiantes que se matriculan y así generar los recursos suficientes para su sostenibilidad, sin embargo, este aspecto sigue siendo crítico.
- **Objetivo deseado.** Obtener un mayor número de estudiantes a través de mejorar los programas de la Facultad y asegurar que los estudiantes cuentan con el perfil Eanista y de ingenieros para que sean competentes en el medio en que se van a desempeñar.
- **Producto concreto deseado.** Contar con una estrategia que permita incrementar los recursos con que cuenta la Facultad al incrementar el número de estudiantes que se matriculan.

#### 4. La solución

El análisis DOFA y el PEC permitieron proponer, describir y evaluar los requerimientos de la solución al problema, establecer los recursos disponibles para su implementación y verificar su consistencia con los objetivos de la institución y el fortalecimiento de la imagen proyectada por los estudiantes de la FIN.

También se estableció que la solución debería ser complementada con el desarrollo del plan de acción de la universidad, y así crear la sinergia necesaria que apoye en

forma coherente la formación de los ingenieros. La solución se basa en cuatro aspectos:

- Estructural
- Innovación
- Cultural
- Procesos

En el aspecto estructural se propone entrar en un proceso de **acreditación**. En el de innovación se propone tener como factor diferenciador en la **reforma curricular**, un ciclo de emprendimiento. En el cultural, fomentar la cultura de la calidad a través de procesos de mejoramiento continuo. Y en el de procesos contar con un SRM (Sistema de Gestión y Relaciones con el Estudiante) que permita el manejo de indicadores de gestión en un cuadro de mando integrado.



Figura 1. Componentes de la estrategia

Con la reforma curricular se busca la formación a través de los ciclos de emprendimiento, tecnológico y profesional que se adapte a los requerimientos de cada estudiante. En el ciclo de emprendimiento se reforzará el sello de la universidad, y en los ciclos tecnológico y profesional las características del ingeniero.



Figura 2. Ciclo de emprendimiento

Para la acreditación nacional se tendrá como referente el esquema de acreditación llevado a cabo en Canadá a través del CEAB (Canadian Engineering Accreditation Board)



dentro del CCPE [4] (Canadian Council of Professional Engineers). En Canadá los programas de ingeniería de otros países pueden obtener una «equivalencia substancial», que les permite ser comparables en su currículo y experiencia educativa a los desarrollados en territorio canadiense.

Contar con un programa acreditado hace que los egresados estén respaldados por un esquema adecuado para que desarrollen las características necesarias para su ejercicio profesional. Los aspectos que se tienen en cuenta en un proceso de acreditación son:

- Institucionales
- La Facultad
- El equipo de trabajo
- La infraestructura
- Los recursos

- El currículo
- La cultura educativa

El desarrollo de un Sistema de Gestión y Relaciones con el Estudiante (Student Relationship Management - SRM), que posibilitará realizar un seguimiento del estudiante a través de una serie de indicadores de gestión, los cuales comienzan a evaluarse desde el momento en que el estudiante inicia su interacción con la institución, el sistema de administración de divulgación de conocimientos, la gestión y desarrollo de tecnología, procesos y productos, los esquemas de educación y nuevas tendencias, y los ambientes que fortalezcan las competencias del estudiante eanista y del ingeniero eanista. Con este sistema se tendrá un mecanismo para verificar que los estudiantes han desarrollado las características fundamentado en una estrategia pedagógica y didáctica que favorezca competencias empresariales y laborales.



Figura 3. Esquema de relaciones

## 5. Conclusión

Con el fin de implementar con éxito la solución del problema, se consideró en común acuerdo con la FIN a través de su representante empresarial, que esta debía llevarse cabo en tres fases, a corto plazo una **reforma curricular**, a mediano plazo un proceso de **acreditación** y a largo plazo el desarrollo de un **SRM** debido a la disponibilidad de recursos y de personas para llevarla a cabo, junto con la integración de diversos actores de la universidad que tuvieran ingerencia en estos procesos.

## 6. Referencias

- [1] Barros B., Rafael J; Duque Gutiérrez, Gerardo; Rojas Montero, John Alexander; Sánchez Ayala, Luz Marina; Velosa G., José Divitt. Introducción a la ingeniería: GRACE. Bogotá D.C.: EAN, 2005.
- [2] Serna Gómez, Humberto, Planeamiento y gestión estratégica. 5ª. Ed. Bogotá: RM Editores, 1997.
- [3] Documento de Trabajo del Módulo de Creatividad y Negociación. Maestría en Gestión de Organizaciones. Universidad de Québec en Chicoutimi, 2005.
- [4] CCPE. Manual of accreditation procedures. 2005. En: [www.ccpe.ca](http://www.ccpe.ca)
- [5] ABET. Criteria for accrediting engineering programs. 2004. En: [www.abet.org](http://www.abet.org)
- [6] CNA. Lineamientos para la acreditación de programas. Bogotá: Corcas Editores Ltda., 2003.
- [7] ICFES. Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior (ECAES). Bogotá D. C.: ICFES, 2003.
- [8] IEAUST. Manual for the accreditation of professional engineering programs. 1999. En: [www.ieaust.org.au](http://www.ieaust.org.au)
- [9] Educación Superior: Estadísticas. Consultado en noviembre de 2005 en <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-85665.html>
- [10] RAEE. Procedure and criteria for accrediting programs in engineering and technology. 2003. En: [www.acraee.ru/eng/](http://www.acraee.ru/eng/)





# Conexiones Cartagena: experiencia significativa desde ambientes virtuales de aprendizaje

Raynel Mendoza Garrido, Enyel Manyoma Ledesma  
Facultad de Ingeniería, Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco – Cartagena

## Resumen

**Conexiones Cartagena: Experiencia significativa desde ambientes virtuales de aprendizaje** es una propuesta de formación pedagógica, investigativa y tecnológica, que fortalece la línea de investigación de ingeniería de software con énfasis en informática educativa del Instituto Tecnológico Comfenalco; está orientada básicamente para capacitar a los docentes participantes (Colegio Comfenalco) en la construcción de significativos ambientes de aprendizaje, utilizando nuevas tecnologías aplicada a los procesos educativos y recreándolas con actividades computarizadas..

El aporte significativo se centra básicamente en la construcción de actividades educativas multimedia, para ello se utilizó la herramienta JCLIC, la cual es “un entorno para la creación, realización y evaluación de actividades educativas multimedia, desarrollado en la plataforma .”[1], esta aplicación esta enmarcada bajo la filosofía del software libre, basada en estándares abiertos, funciona en diversos sistemas operativos, tales como: Windows, Linux, Mac OS X y Solaris. Con esta herramienta se pueden construir diversos tipos de actividades computarizadas, cada una dependiendo de las necesidades propias de aprendizaje. El proceso de formación apunta a articular actividades como: puzzles, sopa de letras, crucigramas, asociación, mapas conceptuales y otras, a través de las actividades se pretende movilizar conceptos o contenidos programáticos para que los estudiante accedan a ellos, constituyéndose así como una estrategia más de aprendizaje, pero con un alto sentido pedagógico e investigativo e igualmente se espera fundamentalmente transformar los procesos de enseñanza aprendizaje y de investigación tanto de maestro como alumno mediatizados por el uso de las nuevas tecnologías de información y comunicación.

**Palabras Claves:** ambientes virtuales de aprendizaje, proyecto de aula, aprendizaje Significativo

## Abstract

Cartagena connections: Significant experience from virtual learning environments is a proposal of pedagogical, investigative, and technological formation that strengthens the software engineering research line with emphasis on educational informatics of Tecnológico COMFENALCO institute; basically directed toward the training of the participant teachers (COMFENALCO School) into the significant learning environment construction, using new technologies applied to the educational processes simulating them with computer-based activities.

The relevant contribution is basically centered on the construction of multimedia educational activities. In order to do so it was employed the JCLIC tool, which is “an environment for the creation, configuration and evaluation of multimedia activities developed through Java platform.”[1], this application is held into the philosophy of free software based on open standards, functioning in different operative systems, such as: Windows, Linux, Mac OS X and Solaris. With this tool it is possible to construct various kinds of computer-based activities, each of them depending on the own needs of the learning process. The formation process is directed to join activities as: puzzles, word search puzzles, crosswords, association games, concept maps, and others. Through the activities it is intended to manage concepts or programmed contents to be accessed by the students, getting this way as another learning strategy, but with a high pedagogical and investigative path and at the same time with the purpose of transforming the Teaching, Learning and Research processes in both Teacher and Alumnus mediated by the use of the new communication and information technologies.

**Keywords:** Virtual Learning Environments, Classroom Project, Significant Learning

## 1. Introducción

CONEXIONES CARTAGENA [2], nace mediante convenio interinstitucional entre la Universidad EAFIT de Medellín y la Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco de la Ciudad de Cartagena, con el objetivo de implementar el Modelo Conexiones en las instituciones de básica primaria en la ciudad de Cartagena. Como propuesta investigativa

apoya la línea de investigación de Ingeniería de Software con énfasis en Informática educativa del programa Tecnología en sistema de Información del Instituto Tecnológico de COMFENALCO [3].

Como aporte innovador El proyecto Conexiones, vincula las tecnologías informáticas y de educación en los contextos del aula, con un alto sentido pedagógico e investigativo,

“propone la reestructuración de los ambientes de aprendizaje sobre la base de una educación para un futuro sostenible, donde se incorporen las tecnologías de información y comunicación al currículo de la educación básica y media, como un aporte al mejoramiento de la calidad”[4]; es decir, el proyecto ha sido pensado para generar nuevos ambientes de aprendizaje que incorporen significativamente las tecnologías de información y comunicación en los procesos de enseñanza aprendizaje, que forman parte del proceso de formación escolar.

Al igual que el proyecto Conexiones de la Universidad EAFIT de Medellín[5], la propuesta investigativa desarrolló toda una infraestructura con sus respectivos modelos, para soportar los procesos de innovación de las instituciones involucradas, consiguiendo un microcurrículo para formación de maestros, unidades de aprendizajes integrados por proyectos de aula y proyectos colaborativos, ambiente de trabajo colaborativos en red; Programa de Soporte y Acompañamiento; Programa de Agentes Educativos; Sistema de evaluación.

En su primera versión, que inicio en el año 2003 en el colegio COMFENALCO (escuela piloto, primer escenario de transferencia de la propuesta) se implementó una metodología la cual contempló cuatro etapas: De iniciación, aquí se consolidaron los grupos de trabajo y de apoyo. Etapa de Instalación, consistió en la fase de evaluación para conocer lugares de conocimientos y preparación de los recursos tanto tecnológicos como pedagógicos. Etapa de institucionalización, consolidación de estructura de trabajo, decantados a través de los proyectos de aulas y colaborativos y la etapa de desarrollo o de ejecución de las actividades y estrategias planeadas. Todas estas acciones se protocolizaron a través de dos actividades: el aula de clase (proyectos) y las actividades extra aula (CATICI)[6].

## 2. Experiencia significativa desde ambientes virtuales de aprendizaje

En la segunda versión, 2005-2006, el proyecto CONEXIONES CARTAGENA, da un salto significativo y realiza una propuesta no solo para los docentes de las instituciones de básica primaria, sino también para docentes de pregrado, en la construcción de ambientes virtuales de aprendizaje, lo cual posibilita la interacción de estudiantes-con otros estudiantes y docentes alrededor de una intención investigativa. [Ver figura 1].

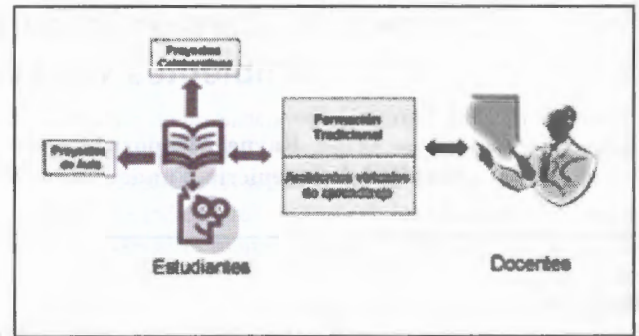


Figura 1

Esta vez, su acción directa se centra en los escenarios de enseñanza- aprendizaje, en este caso la plataforma virtual, constituida por la interacción permanente de docentes y estudiantes, lo que a su vez involucra de manera responsable los directivos, gestores del proceso educativo.

### 2.1 Herramientas tecnológicas

Para esta propuesta, se utilizó software libre, porque da libertad para usarlo, distribuirlo y/o modificarlos, igualmente posibilita adaptar herramientas de alta calidad a necesidades particulares, con un mínimo esfuerzo económico [7], es decir, el software libre permite ser usado sin pagar, solamente hay necesidades de inversión, en caso de querer adaptar el software a requerimientos propios de cada institución. Las herramientas tecnológicas de carácter libre empleadas fueron Jclíc<sup>1</sup> y Moodle<sup>2</sup>.

Con Jclíc los docentes pudieron desarrollar actividades computarizadas como: sopas de letras, crucigramas, rompecabezas, etc; a través de ellas se pretende movilizar conceptos o contenidos programáticos para que el estudiante accedan a ellos, constituyéndose así como una estrategia más de aprendizaje, pero con un alto sentido pedagógico e investigativo.

Para la organización y el desarrollo de los cursos, los maestros y estudiantes, emplearon la plataforma Moodle que “es un paquete de software para la creación de cursos y sitios Web basados en Internet.”[8], en este caso esta herramienta permite que los docentes y estudiantes interactúen en un ambiente Web, desde la cual los primeros articulan sus actividades académicas convencionales, con otros ambientes de aprendizaje, con el objetivo de fomentar el uso de las tecnologías de información y comunicación y de posibilitar la construcción de un

<sup>1</sup> Un entorno para la creación, realización y evaluación de actividades educativas multimedia, desarrollado en la plataforma Java.

<sup>2</sup> Sistema de gestión de la enseñanza (course management system o learning management system en inglés), es decir, una aplicación diseñada para ayudar a los educadores a crear cursos de calidad en línea.



aprendizaje significativo por parte de los estudiantes.

## 2.2 Metodología del proceso de formación

La metodología para desarrollar la propuesta de formación curricular y extracurricular se ha organizado en tres fases, la primera de iniciación o de formación, en esta parte los docentes, (35 docentes del colegio COMFENALCO), reciben la capacitación para conocer y manejar las herramientas tecnológicas. La segunda Fase de desarrollo se divide en dos etapas, la primera se constituye en el espacio en el cual los docentes participantes construyen de manera cooperativa un ambiente virtual de aprendizaje interdisciplinario para los estudiantes de los grados 5<sup>a</sup>; la segunda se inicia con el proceso de conocimiento y manejo de las herramientas tecnológicas por parte de los estudiantes, quienes se beneficiaran de este ambiente virtual de aprendizaje como una estrategia más. Por último la etapa de socialización, este es el espacio en el que se muestran los resultados.

### 2.2.1 Fase de inicio o de formación

El proceso parte con la socialización de la propuesta del Nodo, para ello se convocó a todos los docentes de los grados 3° a 5° de primaria y directivos docentes, del Colegio Comfenalco, luego se conformaron los grupos de trabajo y los horarios de capacitación, estipulándose dos días en la semana en horarios extracurriculares. Como el resultado esperado de esta capacitación es montar los contenidos de las asignaturas, las actividades y los proyectos que deben desarrollar los estudiantes del 5°, se procede a identificar los aspectos más relevantes de las asignaturas con las cuales se trabaja en estos grados, luego de este proceso se agrupan los docentes por áreas. Una vez identificadas las áreas se procede con la capacitación, que consiste en la construcción de actividades educativas multimedia, diseño sitios Web y uso de la plataforma moodle.

#### 2.2.1.1 Actividades educativas multimedia

En este caso se utilizó herramientas de trabajo JClic, la cual es un conjunto de aplicaciones que permiten la construcción y visualización de diversos tipos de actividades educativas, entre las que tenemos: rompecabezas, palabras cruzadas, ejercicios de texto, entre otras.

Además cabe destacar que el entorno JClic cuenta con cuatro componentes, los cuales son:

- JClic applet: permite insertar actividades de JClic en páginas Web.

- JClic author: permite construir, editar y publicar actividades.
- JClic player: permite visualizar las actividades.
- JClic reports: modulo de generación de informes de resultados de las actividades realizadas.

#### 2.2.1.2 Diseño de páginas web

La capacitación consiste en el diseño, construcción y publicación de los sitios Web en el servidor de conexiones, para este proceso se utiliza FrontPage [9] como editor de páginas Web y la plantilla construida por el coordinador tecnológico del proyecto, la cual cuenta con todos los enlaces necesarios para mostrar los contenidos y las actividades de cada uno de los cursos seleccionados.

#### 2.2.1.3 Plataforma moodle

En esta parte del proceso se trabaja en la plataforma de tele educación, donde inicialmente, se conoce el entorno de trabajo de moodle y se prepara a los docentes en la creación de cursos, publicación de contenidos, foros de discusión, publicación de actividades, registro de estudiantes, entre otros aspectos.

### 2.2.2 Fase de desarrollo

Conexiones Nodo Bolívar se dimensiona como un proyecto que propicia la interdisciplinariedad, la investigación, el trabajo colaborativo y cooperativo; intencionalmente se propuso la creación de ambientes virtuales de aprendizaje, construidos por los docentes participantes con la orientación de los coordinadores tecnológico y pedagógico, para lo cual se identificaron las áreas y se procedió a la construcción del portal y las actividades computarizadas del grado 5°.

Una vez publicada las páginas de los diversos cursos en la página del nodo, los docentes deben implementar estrategias de participación asíncrona con sus estudiantes utilizando la información contenida en sus cursos virtuales, tales como: conversatorios, foros, rastreos conceptuales, realización de actividades propuestas, entre otras.

### 2.2.3 Fase de socialización

En esta etapa se presentan avances o conclusiones de los trabajos. Están previstas dos socializaciones, la primera, es el proseminario programado para el mes de Septiembre, en la que se pretende que los docentes den a conocer sus avances y la propuesta del proyecto de aula [10] que involucra a todos los estudiantes del grado 5°. La segunda socialización esta planeada para el final del año lectivo, se espera mostrar los resultados finales.



### 3. Resultados esperados

#### En el nivel de estudiante

- Fortalecer una cultura de la lectura, la escritura y la investigación formativa.
- Participación en foros virtuales
- Generar nuevas formas de interacción entre docentes y estudiantes.
- Fortalecer las competencias interpretativas y de producción de textos.
- Realizar procesos investigativo haciendo uso de buenas bases de datos e Internet.
- Publicación de resultados en Internet
- Fortalecer el uso de las nuevas tecnologías de manera significativa.
- Fortalecer el trabajo en equipo, el trabajo colaborativo y cooperativo

#### En el nivel de docente

- Creación del ambiente virtual de aprendizaje para los estudiantes del grado 5°.
- Diseño de actividades computarizadas de todas las áreas de formación
- Consolidación de equipos interdisciplinarios e investigativos.
- Destrezas en el manejo de herramientas informáticas, diseño de páginas Web y ambientes virtuales mediadas por actividades computarizadas: El diagnóstico inicial evidenció dificultades en el uso.
- Apertura a las tecnologías de comunicación e información como estrategia para superar de la Tecnofobia.
- Creación del ambiente virtual de aprendizaje para los estudiantes del grado 5°.
- Diseño de actividades computarizadas de todas las áreas de formación
- Consolidación de equipos interdisciplinarios e investigativos
- Altos niveles de interacción virtual con estudiantes.
- Creación de una cultura investigativa

#### En el nivel del grupo investigador

- Consolidar la línea de investigación en informática educativa del programa de Ingeniería de Sistema.

- Proyectar el modelo hacia la creación de ambientes virtuales de aprendizaje dinamizados con actividades computarizadas.
- Ser reconocido como grupo de investigación tecnología educativa en la costa.
- Liderar procesos formativos mediados por tecnologías de información y comunicación.
- Consolidar grupos de niños investigadores a nivel regional.
- Publicación de resultados en revistas especializadas.
- Participar con ponencias en foros etc.

### 4. Referencias

- [1] zonaClic – Jclíc. Sitio oficial de la comunidad Jclíc. Consultado el 25 de Julio de 2006.
- [2] Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco, Proyecto Conexiones Nodo Bolívar. Consultado en Julio 17 de 2006 en <http://www.conexionescartagena.edu.co>
- [3] Cabarcas, A. Documento de Investigación Programas de Tecnología en Sistemas de Información e Ingeniería de Sistemas, Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco. Cartagena 2003 pp. 31 - 32.
- [4] Zea, C y otros. Conexiones, Informática y Escuela: Un enfoque global. Capítulo 1. Conexiones una propuesta para la Educación Básica Colombiana. Consultado en Junio 5 de 2006 en <http://www.conexiones.eafit.edu.co/sobreConexiones/libroConexiones.htm>
- [5] Escuela de Administración, Finanzas y Tecnología EAFIT, Proyecto Conexiones. Consultada en Julio 10 de 2006 en <http://www.conexiones.eafit.edu.co>
- [6] Lopez, C. y Otros, Conexiones Informática y Escuela: Un Enfoque Global. Capítulo 7 Los Clubes Amigos de la Tecnología – CATICIS: Una Estrategia de Aprendizaje Significativo. Consultado en Junio 5 de 2006 en [http://www.conexiones.eafit.edu.co/sobre\\_Conexiones/libroConexiones.htm](http://www.conexiones.eafit.edu.co/sobre_Conexiones/libroConexiones.htm)
- [7] Stallman, R., Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman, GNU Press. Octubre de 2002.
- [8] Moodle - A Free, Open Source Course Management System for Online Learning. Consultado el 8 de Julio de 2006 en [http://docs.moodle.org/es/Acerca\\_de\\_Moodle3/](http://docs.moodle.org/es/Acerca_de_Moodle3/)
- [9] Microsoft Office Online: FrontPage. Consultado en Agosto 2005 en <http://www.microsoft.com/Frontpage/>
- [10] Manyoma, E. y Mendoza R. Conexiones Cartagena. Una Experiencia Significativa de Aprendizaje. Teknos Ingenierías Vol. 1. No 1. 2005. pp. 16- 23.



# El proyecto de aula: estrategia de transformación curricular

Ramiro Barragán Bohórquez, Enyel Manyoma Ledesma  
Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco - Facultad de Ingeniería  
Programa de Tecnología en Sistemas de Información

---

## Resumen

La propuesta de transformación curricular que inicio en el 2002 en el Programa de Tecnología en Sistemas de información del Instituto Tecnológico COMFENALCO, tiene sus bases en los postulados de la formación por competencias y la pedagogía problémica, es coherente con los lineamientos del PEI y el modelo pedagógico de la Institución.

La nueva propuesta curricular se materializó a través de la estrategia denominada Proyecto de Aula, metodológicamente adaptada de manera que los estudiantes identifiquen situaciones problémicas de su entorno, que puedan ser resueltas a través de un software, éstas deberán ajustarse al núcleo problémico del semestre respectivo; posteriormente, los colectivos de estudiantes presentan formalmente su problema a resolver y durante el semestre son tutorados y asesorados tanto disciplinar como metodológicamente por los docentes de las asignaturas que participan en la solución del problema. Por último, los estudiantes presentan sus productos y son socializados en los proseminarios de finalización de semestre.

Este modelo de trabajo permitió: la organización de una estructura curricular en función de las problemáticas del entorno, la interdisciplinariedad desde la convergencia de las disciplinas y/o asignaturas y el trabajo colaborativo y cooperativo de docentes y estudiantes, el fortalecimiento de la investigación formativa y el desarrollo de competencias académicas y laborales.

**Palabras claves:** Proyecto de aula, competencias, pedagogía problémica

## Abstract

The proposal of curricular transformation; that began in 2002 into Tecnológico COMFENALCO information systems technology program, has its support on the postulates of the problem-based pedagogy and the formation based on competences, being coherent with the PEI and institutional pedagogic model.

The new curricular proposal was gotten through out the strategy named Classroom project. It was methodologically adapted so the students identify problem situations being held into their environment that could be figured out through software. These situations must be adjusted to the problem nucleus of the corresponding semester; later on, the collective of students stiffly present the problem to be solved and are guided and advised both disciplinary and methodologically during the semester by the professors of the subjects involved into the solution of the problem. Finally, The students present their products, and their works are socialized in the semester ending seminars.

This work Model permitted: The organization of a curricular structure focus on the problems of the environment, interdisciplinary frame from the subjects and/or disciplines convergence and professor-student collaborative and collective work, formative research strengthening, and development of academic and labor competences.

**Keywords:** Classroom project, competences, problem-based pedagogy

## 1. Introducción

En la necesidad de formar tecnólogos altamente competentes y coherentes con las necesidades laborales del contexto regional y nacional, surge la propuesta de transformación curricular del programa de Tecnología de Sistemas de Información del Instituto Tecnológico comfenalco, pues desde años anteriores existía la preocupación en relación a que los estudiantes del programa egresaban con una gama de saberes teóricos-conceptuales, que poco o nada le garantizaban un desempeño laboral exitoso, debido a que éste pocas veces era

enfrentado a problemas reales relacionados con su profesión, donde le correspondiera desplegar acciones para solucionarlos.

A partir de esta iniciativa y necesidad se tomaron los marcos conceptuales correspondientes a la formación basada en competencias y pedagogía problémica, con el propósito de que la nueva propuesta curricular a) se ajustara a los nuevos lineamientos de educación superior estipulados por el gobierno, en cuanto que la ley exige que las instituciones ofrezcan «una formación básica común, que se fundamente y apropie de los conocimientos científicos y la comprensión teórica para la

formación de un pensamiento innovador e inteligente, con capacidad de diseñar, construir, ejecutar, controlar, transformar y operar los medios y procesos que han de favorecer la acción del hombre en la solución de problemas que demandan los sectores productivos y de servicios del país.»[1], b) estuviera acorde con los parámetros planteados por los propósitos formativos del programa y el modelo pedagógico de la institución, el cual se caracteriza por ser investigativo, contextualizado, interdisciplinario, flexible y participativo.[2] y c) contara con los instrumentos y estrategias pedagógicas concretas y suficientes para formar profesionales en todas sus dimensiones (saber conocer, saber hacer, saber ser), capacitados para desempeñarse en el campo profesional, laboral y con responsabilidad social.

A continuación se definen los conceptos de formación basada en competencias y pedagogía problémica asumidos por la institución y el programa en particular en su proceso de renovación curricular, luego se continúa con una explicación del proyecto de aula y sus componentes y se finaliza con las conclusiones.

## 2. Formación basada en competencias

En vista del sin número de perspectivas y enfoques que en la actualidad existen sobre competencias, fue indispensable para el proceso de transformación curricular de la institución asumir una postura que permitiera no solo solucionar la problemática relacionada con la formación para el trabajo, sino, que también conservara una visión holística del ser humano.

A partir de las revisiones realizadas se asume el concepto de competencia «como un saber hacer razonado para hacer frente a la incertidumbre; manejo de la incertidumbre en un mundo cambiante en lo social, lo político y lo laboral dentro de una sociedad globalizada y en continuo cambio (Bacarat y Graciano, 2002). De esta manera las competencias no podrían abordarse como comportamientos observables únicamente sino como una compleja estructura de atributos necesarios para el desempeño en situaciones diversas donde se combinan conocimientos, actitudes, valores y habilidades con las tareas que se tienen que desempeñar en determinadas situaciones (Gonczi y Athanasou, 1996)»[3], en otros términos, competencia se define como la capacidad de desempeñar efectivamente una actividad cualquiera, movilizandolos conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y comprensión necesarios para lograr los objetivos que tal actividad supone. El trabajo competente implica movilizar los atributos propios del profesional como base para facilitar su capacidad para

solucionar situaciones contingentes y problemas que surgen durante el ejercicio del trabajo.

## 3. Pedagogía problémica

Desde la propuesta de transformación curricular, la pedagogía problémica es entendida como la articulación entre investigación y enseñanza con el propósito de lograr que los estudiantes se acerquen al conocimiento como lo hace la ciencia y aprendan a aprender a aprender, a partir de la solución de problemas reales estrechamente relacionados con su quehacer profesional, tal como define Majmutov, quien considera la pedagogía problémica como la «actividad del maestro encaminada a la creación de un sistema de situaciones problémicas, a la exposición y a su explicación [...], y a la dirección de la actividad de los alumnos [...] en la asimilación de conocimientos nuevos, tanto en forma de conclusiones ya preparadas, como el planteamiento independiente de problemas docentes y su solución.» concibiendo al alumno como un ente activo, por lo que debe realizar una actividad para poder apropiarse del conocimiento, y con ello desarrollar su intelecto. Plantea que es importante que el alumno, junto con el conocimiento, asimile los métodos y procedimientos que utilizó el científico en el desarrollo de la ciencia.[4].

Desde este planteamiento, es evidente que la pedagogía problémica se convierte en el eje dinamizador de la enseñanza basada en competencias y la forma explícita de aterrizar el currículo al aula de clases, porque ésta, no solo expone referentes teóricos coherentes con los objetivos de la nueva propuesta curricular, sino que, también provee variadas estrategias y métodos pedagógicos que orientan el proceso de enseñanza-aprendizaje en los diferentes escenarios de aprendizaje, materializando, de paso, la integración de la investigación, la docencia y la proyección social.

Asumir esta nueva forma de ver el proceso de enseñar y aprender exigió, desde luego, concretizar una estrategia central cuyo diseño contemplara la formulación de interrogantes por parte del estudiante alrededor de necesidades empresariales, institucionales y comunitarias, la dinamización de la orientación de los docentes durante el proceso de búsqueda de respuestas y/o soluciones al problema a partir de su campo de formación profesional y la planificación y despliegue del conjunto de acciones que conducen al estudiante a darle respuesta a sus incertidumbres. La estrategia que mejor atendió los requisitos estructurales de la propuesta de transformación curricular fue el Proyecto de Aula, adaptada metodológicamente por el equipo de trabajo a las características y condiciones de



la institución, del programa, del nivel de formación y de los actores del proceso de enseñanza –aprendizaje.

#### 4. El proyecto de aula y sus componentes

Para Cerda «El proyecto de aula articula la teoría con la práctica por lo que se vuelve una herramienta de la praxis educativa, que como una acción reflexionada hace vivir al ser humano porque le permite producir conocimientos para satisfacer sus necesidades. Éste a su vez es una cadena organizada de actividades, dominada por un motivo o tema central, cuyo propósito es realizar algo, ya sea por el placer que produce su realización o por la satisfacción derivada de los resultados que han de alcanzarse»[5] lo que permite afirmar que un estudiante enfrentado a un proyecto de aula propuesto por el mismo, debe generarle altos niveles de motivación para trabajar dentro y fuera del aula, una dinámica de estudio que garantice la profundización, ampliación e integración de los diversos conceptos, destrezas y habilidades objetivos del semestre y el establecimiento de una relación directa con el medio social clave para el desarrollo satisfactorio del proyecto.

A partir de estas razones, al interior del programa, «La estrategia pedagógica central con que se maneja el proceso de aprendizaje de los estudiantes es el «Proyecto de Aula», trabajados con modalidad de talleres y seminarios investigativos alrededor de los cuales gira el trabajo conceptual y metodológico de las diferentes áreas del conocimiento»[6] «que obedeciendo a las líneas gruesas que orientan el modelo pedagógico y el PEI, propicia la construcción de saberes desde la investigación y la articulación currículo – investigación y proyección social.»[7]; generando un ambiente adecuado para el fortalecimiento del trabajo cooperativo y colaborativo, las relaciones interpersonales y el pensamiento crítico de los estudiantes.

Esta estrategia se implementa en dos etapas: Proyectos de aula de primer a tercer semestre y el proyecto de aula, como trabajo de grado, de cuarto a sexto semestre. Se diferencian por el nivel de rigurosidad y complejidad con que se desarrollan y son estructurados a partir de la articulación de un mínimo de tres disciplinas (o asignaturas) del semestre respectivo. La articulación de las asignaturas y/o disciplinas se hace a través de la definición de ejes problémicos\_ preguntas macros\_ construidos en atención a problemáticas específicas del contexto «real» y disciplinar, las competencias previas de los estudiantes y las intencionalidades formativas del programa. (ver Figura 1) Cada uno de los ejes se desglosa, a su vez, en *subpreguntas* generadas por los estudiantes, las cuales orientan el trabajo conceptual y metodológico de los colectivos de estudiantes del semestre respectivo.[8], es decir, que en cada semestre

el Proyecto de Aula involucra en su desarrollo la convergencia de más de dos asignaturas con el fin de dar solución a la problemática planteada por cada equipo de estudiantes, esta dialéctica entre las disciplinas y áreas del saber, antes inconexas en el currículo, demuestra que es posible alcanzar la interdisciplinariedad, siempre y cuando, se medie y movilice con preguntas problematizadoras que generen desequilibrio cognitivo tanto en los estudiantes como en los docentes.

Es así, como cada proyecto de aula, independientemente de la fase en que se encuentre, se convierte en una experiencia única y significativa para cada participante, ya que desarrollarlo implica comprometerse con una dinámica común basada principalmente en los siguientes componentes: presentación de una propuesta de trabajo, seguimiento y tutorías de proyectos y proseminarios. En las siguientes secciones se describe el significado de cada uno de estos componentes y la metodología implementada por el programa para su puesta en marcha dentro del contexto académico.



Figura 1

#### 4.1 Presentación de una propuesta de trabajo

Ubicar una idea trabajo que sea coherente con el eje problémico y que posea la complejidad suficiente para generar los estadios de competencia requeridos para el semestre respectivo es una tarea ardua para el colectivo de estudiantes, más, si se tiene en cuenta que «una situación compleja, problemática, es aquella que según Dewey(1933), hará pensar. Puede tratarse de una situación empírica real [...]. O la situación problemática puede ser de carácter más abstracto[...]. Esta situación iniciará la investigación, que será compleja y capturaré los intereses y la atención de los alumnos»[9], por lo tanto, encontrarla es un paso importante y decisivo dentro del proceso, que por supuesto, no se alcanzará sin la precisa orientación del docente.

El docente, sobretodo el del componente específico de ese semestre, juega un papel fundamental como modelo y agente

motivador en el proceso de búsqueda del problema, pues es él quien presenta las primeras ideas de trabajo, insinúa algunos caminos por donde el estudiante podría empezar a generar interrogantes y aclara por qué algunas ideas no son susceptible de trabajo.

Por otro lado, el colectivo de estudiantes deberá desplazarse hacia alguna entidad (especialmente aquellas con las que la institución tiene convenio) e indagar si en ella existen necesidades o deficiencias que puedan solucionarse con el desarrollo de un programa o software. Después de cumplida esta condición, el estudiante debe proseguir con la definición clara y precisa del problema mediante el uso de técnicas e instrumentos como la entrevista, la observación, la encuesta, cuestionarios, revisión de documentos, etc. y finalmente presentar, al colectivo de docentes encargados del grupo en el que ellos se encuentran, de manera escrita los aspectos más relevantes de su situación de estudio.

Las propuestas son revisadas por el colectivo de docentes, quienes emiten un juicio frente a cada una de ellas que ratifique el inicio del desarrollo del proyecto o por el contrario aclare la necesidad de corregir, reestructurar o construir nuevamente la propuesta.

#### 4.2 Seguimiento y tutorías de proyectos

«La tutoría se considera una forma de atención educativa donde el profesor apoya a un estudiante o a un grupo pequeño de estudiantes de una manera sistemática, por medio de la estructuración de objetivos, programas, organización por áreas, técnicas de enseñanza apropiadas e integración de grupos conforme a ciertos criterios y mecanismos de monitoreo y control, entre otros.»[10], de esta manera, para el programa, «las tutorías se entienden como los espacios de interacción entre estudiantes y docentes con el fin de analizar avances, aciertos y desaciertos en los desempeños académicos...» [11] relacionados principalmente con el trabajo realizado por los estudiantes en sus proyectos de aula.

El proceso de seguimiento de proyectos de aula mediante tutorías es un acto planificado por el docente desde el inicio del período académico y para el cual está destinado un porcentaje específico de horas del total de créditos asignados a cada asignatura, lo que asegura que esta actividad no se presente de manera improvisada y sin significación para el estudiante. Sin embargo, para garantizar que el tiempo asignado semanalmente es aprovechado en el seguimiento y fortalecimiento cooperativo del proyecto de aula, el programa ha formalizado políticas e instrumentos, tanto para los docente como para los estudiantes,

en el Manual de Procedimiento de Proyectos de Aula de los cuales se debe dar cuenta al finalizar el semestre.

En el programa existen dos modalidades de tutorías según la cantidad de docentes que participan en ella: individual y colectiva. La primera, es aquella que cada profesor realiza dentro de su horario de clases para aportar desde su disciplina al desarrollo del proyecto de aula; la segunda, se caracteriza por la participación del grupo de docentes que orientan las asignaturas del semestre respectivo, en un espacio de tiempo acordado anticipadamente por ellos, con el fin de direccionar desde una perspectiva interdisciplinaria el trabajo realizado por los estudiantes. Para el desarrollo de ambas modalidades de tutoría es indispensable que el colectivo de estudiantes presente el borrador del proyecto actualizado, es decir, el trabajo corregido a partir de las recomendaciones realizadas en la tutoría anterior y el grupo de preguntas que dinamizará el encuentro.

#### 4.3 El proseminario

El proseminario es definido, en la dinámica del proyecto de aula, como el ambiente de aprendizaje donde se socializan avances de los trabajos de investigación formativa. En este espacio los estudiantes comunican a sus compañeros y docentes, en forma de exposición, el problema que están resolviendo, el progreso alcanzado en la búsqueda de la solución y las dificultades inmersas en la resolución de la tarea, con el fin de recibir, una vez más, aportes e ideas que les permita mejorar su trabajo. Cada proseminario tiene un componente evaluativo de corte formativo que facilita verificar el progreso de cada estudiante y del grupo en general.

Por medio de esta estrategia se promueven escenarios que estimulan el cooperativismo y el desarrollo de habilidades comunicativas, interpersonales y autovalorativas indispensables para el desempeño en el campo profesional, puesto que «formar personas competente-cooperativas no es posible a partir de acciones didácticas aisladas. Se requiere de comunidades donde las personas compartan sus experiencias de vida (en el aula, en las instituciones y en la sociedad), donde se reconozca la diferencia en los ritmos de aprendizajes y en las potencialidades, para que haya complementariedad en las competencias, con base en el respeto, la solidaridad, la responsabilidad y el compromiso.»[12]

#### 5. Conclusiones

La inclusión del proyecto de aula como una estrategia curricular ha permitido transformar y desarrollar procesos





que antes se planteaban en los documentos institucionales pero que muy pocas veces se materializaban en las aulas de clases, a continuación se mencionan algunos de ellos:

- **Integración vertical de las asignaturas para solucionar problemas.** Los contenidos y didácticas de las asignaturas cobran sentido para el docente y el estudiante en la medida que aumentan su participación en el proyecto de aula y asignaturas que anteriormente se consideraban «relleno», hoy pasan a jugar un papel importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- La necesidad de responder al proyecto obliga a los estudiantes a profundizar y ampliar los contenidos propuestos, lo que garantiza que el trabajo independiente exigido en la formación por créditos sea una realidad.
- Mayor nivel de comunicación entre los docentes de las diferentes asignaturas debido a los nuevos espacios generados por las tutorías colectivas. Este evento permite compartir experiencias de carácter pedagógico y tener una imagen más completa de los estudiantes.
- Fortalecimiento del trabajo cooperativo. Durante todo el semestre el colectivo de estudiantes debe aunar sus fuerzas para resolver el problema planteado en su proyecto de aula.
- Son evidentes las funciones sustantivas de proyección social e investigación en cuanto que el proyecto de aula responde a una problemática del entorno y la metodología empleada para llegar a la solución coincide con los planteamientos del método científico.

Finalmente, es pertinente mencionar que en el 2005 los estudiantes del programa de Tecnología en Sistemas de Información ocuparon los primeros puestos en la Evaluación Nacional de Calidad de la Educación Superior (ECAES) a nivel individual y por componentes disciplinares. Este éxito, indudablemente, es fruto de la aplicación del proyecto de aula como estrategia del proceso de transformación curricular.

## 6. Referencias

- [1] Ley 749 de Julio 19 de 2002, Congreso de Colombia
- [2] Proyecto Educativo Institucional, Instituto Tecnológico Comfenalco, 2003, pp. 26-28
- [3] Cit. Por Tobón, T. Sergio. Formación basada en competencias. Ecoe Ediciones, primera Edición, Bogotá, D.C., 2004. 44 pp.
- [4] Majmutov, I. La enseñanza problemática. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1983.
- [5] Cerda, G. Hugo. Cómo Elaborar proyectos. Cooperativa Editorial Magisterio, Bogotá, 2001.
- [6] Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería de Sistemas, Instituto Tecnológico Comfenalco, 2005, pp. 20
- [7] May, R. Mapy, Manyoma, L. Enyel, Rivera, R. Olga. Manual de Procedimientos de Proyectos de Aula, Instituto Tecnológico COMFENALCO, Cartagena, 2006, pp.4
- [8] Proyecto Educativo del Programa de Tecnología en Sistemas de Información, Instituto Tecnológico Comfenalco, 2004, pp. 40
- [9] Barell, John. El aprendizaje basado en problemas. Un enfoque investigativo. Ediciones Manatí, Buenos Aires, 1999, 54 pp.
- [10] Alcántara, A., Consideraciones sobre la tutoría en la docencia universitaria, en Perfiles Educativos, núms. 49-50, julio-diciembre, México, CISE-UNAM, 1990, pp. 51-55.
- [11] May, R. Mapy, Manyoma, L. Enyel, Rivera, R. Olga. Manual de Procedimientos de Proyectos de Aula, Instituto Tecnológico COMFENALCO, Cartagena, 2006, pp.7
- [12] Tobón, T. Sergio. Formación basada en competencias. Ecoe Ediciones, primera Edición, Bogotá, D.C., 2004. 218 pp.



# Sitio Web Forteti: la centralización de la información sobre los programas de telecomunicaciones en Iberoamérica

Elizabeth Monsalve Gaviria, Paula A. Cardona Ochoa, Carlos A. Rodríguez Cabrera  
Universidad Pontificia Bolivariana - Grupo GIDATI

---

## Resumen

En el marco de la investigación: «Propuesta Pedagógica, Curricular y Didáctica para la Formación de Técnicos, Tecnólogos e Ingenieros en Tele-comunicaciones» - Proyecto Forteti, a cargo del grupo de investigación Pedagogía y Didácticas de los Saberes –PDS–, se planteó la necesidad de hacer un balance acerca de los distintos programas de Telecomunicaciones en los ámbitos de la formación técnica, tecnológica y de ingeniería en Iberoamérica, con el ánimo de reconocer en estos programas las tendencias curriculares, los perfiles de formación y algunos posibles encadenamientos entre los distintos niveles.

Se propuso el desarrollo de un sitio Web para el proyecto, de tal manera que se pudiera centralizar la información de los distintos programas que en estos niveles de formación se ofrecen en la región y que se pudiera compartir los documentos del proceso de investigación con las comunidades interesadas en el tema. El propósito del sitio Web era que éste se convirtiera en una herramienta para la gestión de la información de la investigación que se estaba desarrollando.

Se consideró que era importante que el Sitio permitiera la consulta a actores de los sectores educativo, gubernamental y empresarial interesados en la formación en Telecomunicaciones. Así, el Sitio permite acciones en varios órdenes: consultar las propuestas curriculares que se ofrecen en el momento; hacer contactos con instituciones de interés; conocer referencias de documentos relevantes; comparar programas académicos y, a partir de ellos, analizar los perfiles en la formación; de igual manera, el Sitio puede ser una herramienta utilizada por Acofi en la reflexión acerca del camino deseable para definir los caminos de formación que permitan construir el perfil del ingeniero 2020 en el campo de las Telecomunicaciones. El sitio Web se encuentra disponible para su consulta en <http://convenga.upb.edu.co/forteti> y presta el servicio de consulta en la base de datos de programas y fichas temáticas.

El artículo presenta la siguiente estructura: una descripción metodológica del proceso de construcción del Sitio y una descripción del mismo, en relación con sus distintas posibilidades de uso.

**Palabras claves:** Sitio web, base de datos, telecomunicaciones

## Abstract

In the research project: «Propuesta Pedagógica, Curricular y Didáctica para la Formación de Técnicos, Tecnólogos e Ingenieros en Tele-comunicaciones» - Proyecto Forteti, developed by research group Pedagogía y Didácticas de los Saberes –PDS–, was established the need of making a balance about several telecommunications programs in fields as technical, technological and engineering formation in Iberoamerica, to recognize in them curricular tendencies, formation profiles and some possible links between different levels.

It was proposed the development of a website in order to collect information in only one system about different programs of these formation levels offered in the region and to share documents of the research process with those communities interested in the subject. The purpose of the site was to become a tool of information management about the research in development.

It was considered important that the site could be consulted by actors of educational, governmental and enterprise sector that were interested in the formation in telecommunications. So that, the site allows several actions: to consult the curricular proposals that are offered in this moment; to make contact with some institutions; to know references to important documents; to compare academic programs in order to analyze the profiles in the formation; in the same way, the site can be a tool used by Acofi in reflection about the desirable way to define the formation ways that allow to make the profile of 2020 engineer in the Telecommunications field. The website is available for consulting in <http://convenga.upb.edu.co/forteti> and it serves to consult in the database of programs and thematic cards.

The article presents the following structure: a methodological description about the process of site making and a description about it, in relation with its different possibilities of use.

**Keywords:** Web site, database, telecommunications

## 1. Introducción

Esta base de datos fue propuesta en el marco del proyecto de investigación «*Propuesta Pedagógica, Curricular y Didáctica para la Formación de Técnicos, Tecnólogos e Ingenieros en Tele-comunicaciones*» (en adelante Forteti) del grupo PDS en asocio con el grupo GIDATI de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín con la cofinanciación de Colciencia.

*El propósito del mismo es formular una propuesta pedagógica, curricular y didáctica que integre la formación de técnicos, tecnólogos e ingenieros en telecomunicaciones, en la universidad, desde una perspectiva investigativa, flexible, por ciclos y competencia.*

El proceso de investigación mostró que tanto en grupos de investigación como en áreas administrativas de cualquier empresa moderna se produce gran cantidad de información, esto crea la necesidad de una apropiada gestión, dando origen a los Sistemas de Información. En ese orden de ideas, los participantes del proyecto **Forteti** identificaron como una de sus necesidades el desarrollo de una base de datos que sirviera de apoyo a algunos de sus procesos de administración de la información.

## 2. Etapa de Análisis

Como un paso inicial en la investigación, se realizó una reunión con todos los integrantes del proyecto, donde se definieron los procesos que se realizarían durante el desarrollo y los resultados que se obtendrían. Con base en esto, se planteó la necesidad de recopilar las instituciones en el ámbito Iberoamericano que tienen en la actualidad programas técnicos, tecnológicos y/o de Ingeniería y que difunden sus características en Internet. De igual manera se definieron cada una de las actividades y documentos que serían producto del proceso de investigación en el transcurso de la misma.

Del proceso anterior, se planteó la necesidad de poner a disposición de la comunidad investigativa nacional e internacional los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto mediante el desarrollo de un sitio Web con enlace a una Base de Datos que permitiera el manejo eficiente de la información, cumpliendo con los requerimientos establecidos para dichas actividades.

## 3. Etapa de Diseño

Después de la etapa de análisis, el grupo técnico presentó un prototipo a los miembros del proyecto donde se mostraban las funcionalidades básicas del sitio, teniendo

en cuenta los requerimientos establecidos en la etapa anterior. Para ello levanto un inventario de requerimientos e identificó las entidades y cómo se relacionan entre ellas. Se definieron las secciones que el sitio ofrecería, las cuales son: Forteti, Base de Datos, Contáctenos, Enlaces a Grupos, Enlaces de Interés.

## 4. Etapa de Implementación

En esta etapa se crearon cada una de las secciones que hacen parte del sitio Web, las cuales se explican a continuación.

### 4.1 Forteti

En esta sección se realiza un acercamiento a los conceptos de definición del proyecto. Se exponen algunas de las razones por las que surge este proyecto en la parte de Presentación; se plantean los Objetivos principales y específicos; se explican las diferentes Etapas que lo componen y finalmente se mencionan los investigadores que hacen parte de este proyecto.

Este enlace pretende brindar información descriptiva sobre las características más relevantes del proyecto para que el lector pueda hacerse una idea clara de los conceptos fundamentales que llevaron al planteamiento de este problema y a la búsqueda de soluciones.

### 4.2 Base de Datos

Al ingresar a esta sección se presenta una breve descripción de la información que almacena la base de datos[1], después se le da al usuario la opción de acceso para realizar diferentes operaciones sobre ella. Existen tres perfiles de ingreso para la base de datos: los invitados, los cuales solo tienen privilegios de consulta pero no pueden ver todos los datos que se encuentran almacenados dentro de la base; los miembros, que tiene privilegios de consulta sin ningún tipo de restricción; y el administrador, quien tiene privilegios de ingreso, modificación, borrado y consulta.

Dentro de la base de datos se manejan tres grandes grupos de información: Miembros, en el cual se tienen almacenados los datos principales relacionados con las personas que participan en el proyecto como cédula, nombre, teléfono, correo electrónico, grupo al que pertenecen, etc.; Fichas Temáticas, las cuales hacen referencia a los documentos que elaboran los miembros del proyecto o a los que sugieren por ser pertinentes a los temas tratados. Dentro de los datos almacenados en este grupo se encuentran tipo de artículo (informe o referencia bibliográfica), título, autor, tema, localización, responsable, etc.; y finalmente Programas,



donde se tiene la información relacionada con los programas de Telecomunicaciones ofrecidos por las instituciones en Iberoamérica. Dentro de los campos en este grupo se encuentran: nivel (ingeniería, técnica, tecnología, etc.), programa, institución, página Web del programa, página Web de la institución, país, ciudad donde se desarrolla el programa, modalidad del programa, duración.

### 4.3 Contáctenos

En esta sección se encuentra un formulario que deben diligenciar los usuarios si desean enviar sugerencias, dudas o comentarios relacionados con el proyecto. Los datos a ingresar son el nombre, el asunto, el comentario y el correo electrónico para dar respuesta a su inquietud. Con esto se busca brindar la posibilidad de realimentación al proyecto por parte de los visitantes del sitio y despejar todas las dudas que puedan surgir después de navegar en él.

### 4.4 Enlaces a grupos

Dentro de esta sección se presenta una breve descripción de cada uno de los grupos de investigación que hacen parte del proyecto Forteti. Los datos presentados son nombre del grupo, sigla, campo de acción, nombre del director, número telefónico, institución, ciudad y página Web.

### 4.5 Enlaces de interés

Son los enlaces que pueden resultar pertinentes a los temas que se tratan dentro del proyecto. Para hacer referencia a ellos, se da el título del artículo y la dirección Web donde puede ser consultado, además de algunos otros datos opcionales que pueden ser especificados o no dentro de la página Web donde se encuentra el recurso.

## 5. Operación del sitio

En este momento la base de datos se encuentra a disposición de investigadores y docentes del mundo de las Telecomunicaciones en la dirección siguiente: [http://](http://convena.upb.edu.co/~forteti/)

[convena.upb.edu.co/~forteti/](http://convena.upb.edu.co/~forteti/) Al llegar al sitio se tendrá la siguiente pantalla:

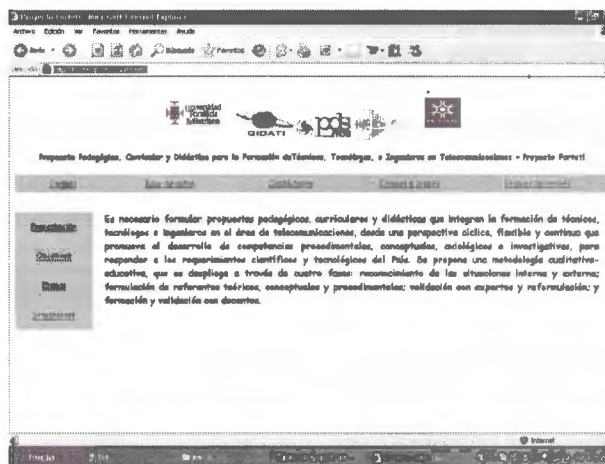


Ilustración 1. El sitio Forteti

En la cual se podrá consultar la base de datos siguiendo el link de Base de datos y tendrá la siguiente pantalla:



Ilustración 2. Identificación ante la Base de Datos

Si usted es visitante y no está inscrito en la base de datos, se deberá identificar ante el sistema con el login: invitado y con el password: invitado.

Aquí se le ofrece la posibilidad de consultar: los miembros del proyecto, las Fichas Temáticas, y los Programas Académicos de Ibero América.

El sistema le deberá responder con la siguiente pantalla:

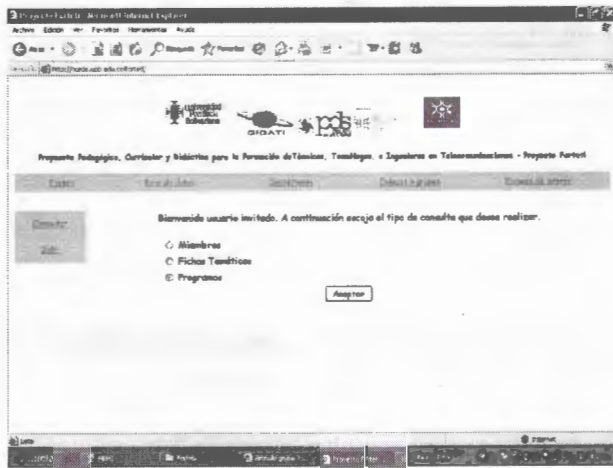


Ilustración 3. Tipos de Consulta

### 5.1 Consulta de Programas de IberoAmerica

Una vez presionado el botón de Aceptar y habiendo seleccionado la opción de programas se tendrá la siguiente ventana:

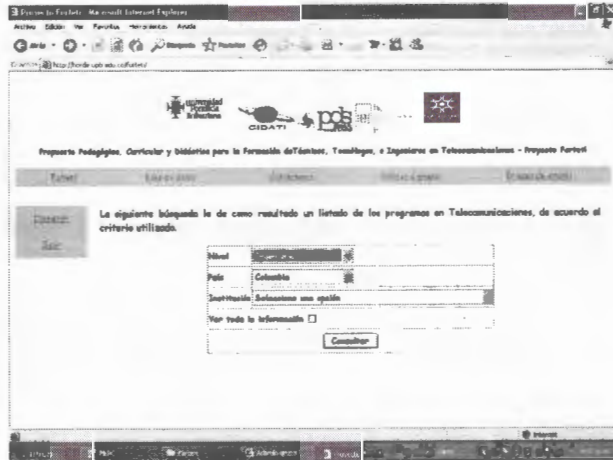


Ilustración 4. Consulta de Programas

Allí el investigador podrá definir un criterio de búsqueda cualquiera de los campos que para este propósito se ofrecen, para ejecutar la consulta deberá presionar el botón **Consultar**.

Se debe tener en cuenta que se pueden hacer consultas que involucren como criterio cualquiera de los aspectos que allí se ofrecen.

La imagen siguiente muestra una consulta, de los programas de Ingeniería en Colombia sobre telecomunicaciones.

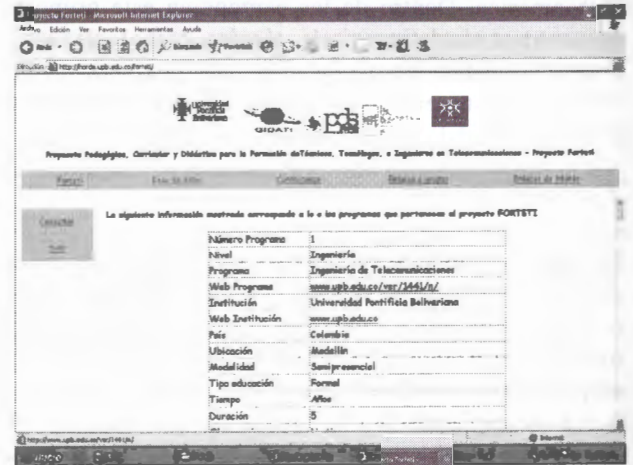


Ilustración 5. Consulta de Programas de Ingeniería en Colombia

### 6. Estado Actual de las Bases de Datos

En la base de datos se encuentran actualmente registrados 129 programas en Telecomunicaciones correspondientes a niveles como son los de: cursos, especializaciones, ingeniería, licenciaturas, técnicas y tecnologías.

Los países de Ibero América de los cuales se han registrado programas académicos son en total doce países en su orden: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, El Salvador, España, Nicaragua, Perú, Puerto Rico, Uruguay, Venezuela.

### 7. Conclusión

Con la creación de este sitio se lograron centralizar los datos recogidos durante la ejecución de la investigación, permitiendo realizar acopio sistemático y confiable de la misma que se van originando en el proceso de investigación y que inicialmente se encuentra dispersa. Se obtuvo con esto que los investigadores puedan realizar consultas de manera ágil y eficiente cuando la requieran. Se comparte con las comunidades académicas, gubernamentales y productivas la información de los procesos de investigación. Se facilita el levantar un estado del arte acerca de la temática conociendo las distintas instituciones a nivel de Iberoamérica que en la actualidad desarrollan programas de formación para Técnico, Tecnólogos e Ingenieros en Telecomunicaciones. En la actualidad la base de datos está siendo usada para realizar un análisis de los planes de estudio de los programas de formación.

### 8. Bibliografía

[1] Gil Rubio, Fco. Javier, Creación de Sitios Web con PHP 5, Mc Graw-Hill, México. 568pp.



# La evaluación como una estrategia para el desarrollo curricular

Federico Vega Bula<sup>1</sup>, Rocio Padilla Preston<sup>2</sup>, Candelaria Tejada Tovar<sup>3</sup>,  
Programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Cartagena - Grupo de investigación INECI

## Resumen

En este trabajo se propone un sistema de evaluación curricular para el Programa de Ingeniería Civil de la universidad de Cartagena, cuyas características permiten tener información articulada, objetiva, confiable, suficiente y oportuna, que sirva de soporte para la toma de decisiones, revisión y actualización curricular y la implementación de acciones de mejoramiento de la calidad de un programa académico. El objetivo es mostrar a otros programas e instituciones de la región y del país, la necesidad de disponer de una metodología que incluya estrategias, mecanismos y herramientas, para la toma de decisiones en procesos de actualización curricular; así mismo, criterios, mecanismos y procedimientos, para la selección, sistematización y síntesis de la información que sustente cambios curriculares basados en criterios de calidad.

El sistema propuesto tiene como referente los modelos vigentes de auto-evaluación establecidas en las condiciones mínimas de calidad para la creación y funcionamiento de programas de pregrado y postgrado, (Decreto 2566 de 2003 – MEN) y los lineamientos de auto evaluación con fines de acreditación de programas de pregrado (CNA, 2003) y las concepciones actuales acerca de currículo en términos de pertinencia, flexibilidad, interdisciplinariedad e impacto, entre otros.

**Palabras clave:** Evaluación, currículo, sistema de evaluación, actualización curricular, calidad, pertinencia, interdisciplinariedad, flexibilidad, criterios de evaluación

## Abstract

In this research, a system of curricular evaluation for the Program of Civil Engineering of the University of Cartagena is proposed. Its characteristics allow to have articulated, objective, reliable, sufficient and opportune information that can be used as a support for decision making, revision, curricular update and implementation of improvement actions of the quality of an academic program. The purpose is to show to other programs and institutions of the country and the region, the necessity to have a methodology that includes strategies, mechanisms and tools, for decision making in the processes of curricular update; and also that includes mechanisms, procedures and criteria for selection, systematization and synthesis of the information concerned to curricular changes based on quality criteria.

The proposed system has as references, the auto-evaluation models established in the minimum conditions of quality for the creation and operation of pregraduate and postgraduate programs (Decreto 2566 de 2003 - MEN), the auto-evaluation lineaments concerned to the accreditation processes of the postgraduate programs (CNA, 2003) and the actual conceptions about curriculum in terms of flexibility, pertinence, interdisciplinary and impact, among others.

**Key words:** Evaluation, curriculum, evaluation system, curricular update, quality, pertinence, interdisciplinary, flexibility, evaluation criteria

## 1. Introducción

Con la expedición de la Ley 30 de 1992, se definen los lineamientos y mecanismos para evaluar y asegurar la calidad de los programas académicos de educación superior tales como la acreditación, definida mediante el Decreto 2904 de 1994, como «el acto por el cual el Estado adopta y hace público el reconocimiento que los pares académicos hacen de la comprobación que efectúa una institución sobre la calidad de

sus programas académicos, su organización y funcionamiento y el cumplimiento de su función social». Posteriormente, y de manera reciente desde el año 2001, con propósitos de similares, se establecieron los estándares mínimos de calidad para la creación y funcionamiento de programas académicos de pregrado, mediante decretos específicos para las diferentes áreas profesionales (inicialmente para las ingenierías, los programas de ciencias de la salud y para los programas de maestría y doctorado); posteriormente, se emitió el decreto

<sup>1</sup> Docente de Programa de Ing civil, especialista en docencia universitaria

<sup>2</sup> Docente de Programa de Ing civil, Magíster en Ingeniería.

<sup>3</sup> Docente del Programa de Ing Química, Especialista en Química Analítica. Estudiante Maestría en educación.

808 de 2002, que define los créditos académicos como unidad de organización de actividades curriculares. En el año 2003 estos estándares fueron redefinidos, mediante el Decreto 2566 de 2003, como «condiciones mínimas de calidad para la creación de programas académicos de educación superior»; estas condiciones generales se complementan con características específicas de calidad para cada programa o área profesional o disciplinar, referentes a la denominación del programa, aspectos curriculares básicos y medios educativos, para el caso de programas de ingeniería, mediante la Resolución 2773 de noviembre 13 de 2003.

En este contexto se considera relevante tener en cuenta que las condiciones de calidad que debe cumplir un programa académico de pregrado implican entre otros aspectos, su actualidad, su pertinencia, flexibilidad para adaptarse a las exigencias del medio, su aporte a la solución de necesidades locales y regionales, la calidad de sus procesos académicos y administrativos; para ello, es necesaria la toma de decisiones acertadas y oportunas para la revisión y actualización curricular, por parte de los entes responsables, basada en una información articulada sistemáticamente que sea objetiva, confiable, suficiente y oportuna y que brinde mecanismos para su retroalimentación y mejora permanente.

## 2. Metodología

La presente investigación se llevó a cabo con base en la siguiente metodología:

Se realizó una investigación bibliográfica referente a modelos y experiencias de evaluación de currículos, así como un marco político y legal. Coherente con lo anterior se realizó un análisis de los distintos componentes de los estándares de calidad de diferentes modelos de calidad a nivel nacional e internacional, a fin de identificar los criterios, variables e indicadores de evaluación del currículo de un programa académico de pregrado. De otro lado se realizó un rastreo en la historia del programa a fin de establecer los referentes con base en los cuales se ha venido desarrollando la toma de decisiones que han conducido a reformas curriculares a lo largo de los 55 años de su funcionamiento.

Por último se propone una propuesta metodológica para la evaluación curricular del Programa de Ingeniería Civil, incluyendo herramientas, estrategias y mecanismos, que la instrumentan, así como los criterios de diseño de mecanismos y procedimientos para la selección, sistematización, organización y síntesis de la información que se recolecte mediante la aplicación de los instrumentos propuestos y los lineamientos que orienten el análisis e interpretación de los resultados.

## 3. Marco conceptual

El concepto de currículo surge como un campo de experiencia profesional para luego constituirse en objeto de estudio de un campo del conocimiento en donde se inscribe la teoría curricular. Dentro de este último, se manejan distintas concepciones de currículo que lo definen con variados enfoques que, de alguna manera han contribuido a generar cierto nivel de confusión cuando de interpretar el término currículo se trata, aún dentro de un mismo ámbito académico, como una universidad, incluso dentro de un mismo programa académico. En las distintas concepciones, al currículo se le atribuyen aspectos de una o varias categorías de la actividad educativa tales como: Planificación, Estrategias, Procesos de enseñanza aprendizaje, Contenidos de aprendizaje, Actores, Medios educativos, Actividades y Experiencias formativas, todas éstas determinantes en mayor o menor grado de la calidad de un programa educativo.

Dentro de los propósitos del presente trabajo, no se contempla hacer aportes a la discusión sobre el concepto de currículo, sino solamente identificar los aspectos curriculares que se consideran vitales para la calidad de un programa académico universitario de pregrado, que a través de cuyo seguimiento, evaluación y control se puede lograr un proceso continuo de desarrollo curricular, e identificar los indicadores a través de los cuales se recabe información confiable, oportuna y suficiente, para sustentar las decisiones que impulsen dicho desarrollo.

El desarrollo curricular puede entenderse como el proceso que hace posible la implementación de un proyecto educativo o como el proceso continuo que genera su evolución, adaptación y transformación en el tiempo. Es a este segundo proceso, al que nos referiremos en este estudio, entendido como mecanismo para mantener y mejorar las condiciones de calidad del currículo de un programa académico, bajo criterios de pertinencia, actualidad, efectividad, flexibilidad y legalidad, que garanticen su adaptabilidad a las exigencias del entorno, su aporte a la solución de necesidades locales y regionales y su referenciación en el ámbito global.

La evaluación curricular debe concebirse como un proyecto de investigación en cuanto que cualquier diseño es una hipótesis de trabajo, que sólo se confronta y se convalida en la práctica. En este sentido es conveniente recoger la propuesta de Stenhouse (1996): «En mi opinión, el desarrollo del currículo debería tratarse como investigación educativa. Aquel que desarrolle un currículo debe ser un investigador o un reformador. Debe partir de un problema, no de una solución, y no procurará tener razón, sino ser competente». Para efecto de la concepción del sistema de evaluación curricular nos identificamos con lo propuesto por Stenhouse.



Con base en lo anterior, se definen los conceptos que fundamentan el Sistema de Evaluación Curricular para el

Programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Cartagena, cuyos elementos se muestran en la Figura 1.



Figura 1: Conceptos básicos del Sistema de Evaluación Curricular propuesto

#### 4. Sistema de evaluación curricular propuesto

El sistema de evaluación curricular busca que éste proporcione información articulada, objetiva, confiable, suficiente y oportuna que contribuya en forma permanente y efectiva a la toma de decisiones para la revisión y actualización curricular y la implementación de acciones orientadas al mejoramiento de la calidad del programa, que reflejen los intereses colectivos de su comunidad académica, a partir de los resultados de la evaluación de las prácticas académicas actuales.

Para la estructuración del sistema de evaluación curricular asumimos algunas de las características que son recurrentes en todos los modelos de evaluación propuestas por Stuffelbeam y SWchinkfield (1987:31-32)

- Que sea integrada en todo el proceso de programación y desarrollo curricular
- Que sea formativa propiciando el enriquecimiento y perfeccionamiento curricular en cuanto a sus resultados
- Que sea continua, es decir, permanente y estable
- Que sea recurrente de forma que genera procesos de retroalimentación
- Que tenga criterios definidos que orienten las actividades evaluativas
- Que sea decisoria al facilitar la toma de decisiones con compromiso y responsabilidad
- Que sea cooperativa al permitir la mayor participación activa posible de quienes están involucrados en los diversos procesos curriculares.

De la misma forma asumimos que el currículo que no se evalúa, o se hace a través de la evaluación de los profesores solamente, es difícil que entre en una dinámica de perfeccionamiento

constante. Sin información sobre el funcionamiento cualitativo del sistema educativo, y curricular, los programas de innovación o reformas pueden quedarse en la expresión de un puro voluntarismo o en sometimiento a iniciativas que podrían no responder a necesidades reales del sistema educativo, de los alumnos y de los profesores (Gimeno, 1995:375).

Es por eso que compartimos lo propuesto por Stuffelbeam, quien propone que la evaluación debe constituir un proceso de recolección de información para la toma de decisiones. Si bien su modelo ha sido criticado por no incorporar la dimensión política de la evaluación, ni la problemática del poder, resulta eficaz para pensar un proceso de evaluación como punto de partida para la toma de decisiones institucionales. El autor incorpora cuatro componentes referidos a un programa educativo: **contexto, diseño, procesos y productos** (Van, 1998), lo cual utilizamos como punto de partida para la concepción del sistema de evaluación curricular que se propone en la presente investigación, el cual se esboza a continuación:

El sistema de evaluación curricular propuesto se basa en una cadena de relaciones y una secuencia en las acciones de los diferentes actores: Gremios del sector empresarial, empleadores, Tendencias del ejercicio de la profesión (**como parte del contexto**). Microcurrículos de asignaturas, prácticas laboratorio, prácticas industriales, visitas de campo, la extensión a la comunidad y la investigación (**como parte del diseño curricular como tal**). Estudiantes, docentes, jefes de departamento del Programa, Comité Curricular del Programa, director de programa, Jefe de Departamento Académico de la Facultad, vice-decano curricular, decano, Consejo de Facultad (**como parte del proceso**) y los egresados e impacto (**como parte del producto**).



Este sistema define un proceso de autoevaluación permanente y que podríamos asemejar a una espiral sin fin, ya que cada etapa es alimentada por si misma y alimenta a su vez a la etapa siguiente. Es un proceso de constante

retroalimentación, ya que el que pudiéramos clasificar como último nivel o etapa, redirecciona el proceso desde sus primeros niveles. La estructura operativa del sistema se muestra en la figura 2.

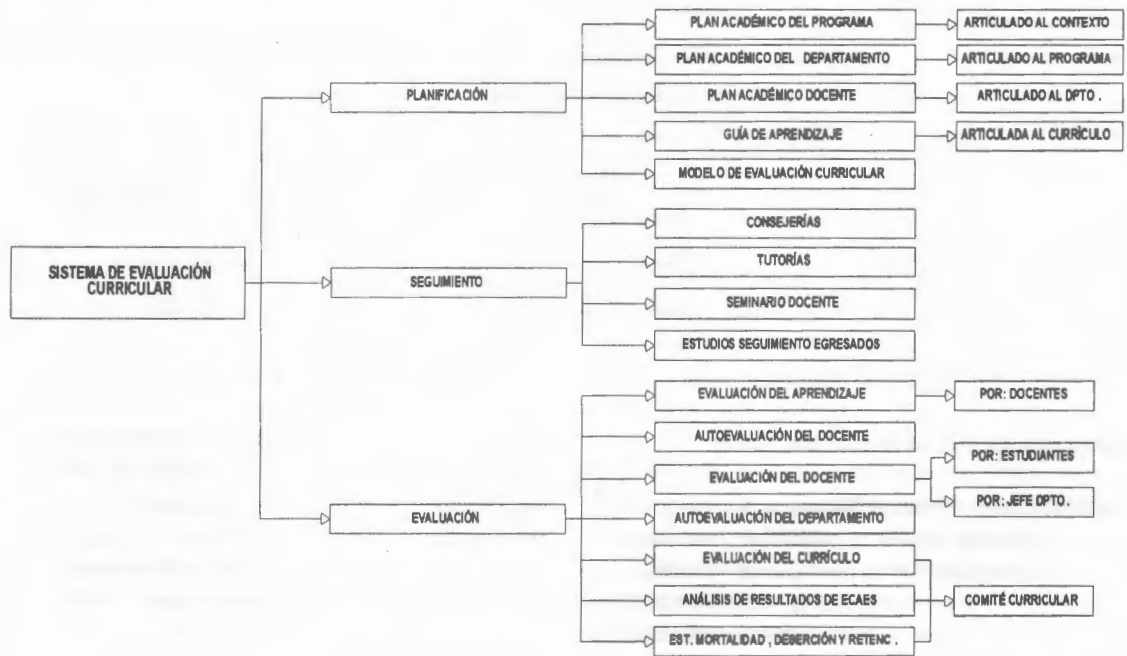


Figura 2: Estructura operativa del sistema propuesto

Como se puede observar se concibe un sistema provisto de tres etapas: Planificación, seguimiento y evaluación propiamente dicha, en la figura 2 se muestra en forma sintética los elementos que conforman cada una de las

etapas en mención, así como los actores que intervienen en ellas. Por último, en la figura 3 se muestra en forma esquemática y sucinta la concepción global del sistema propuesto.

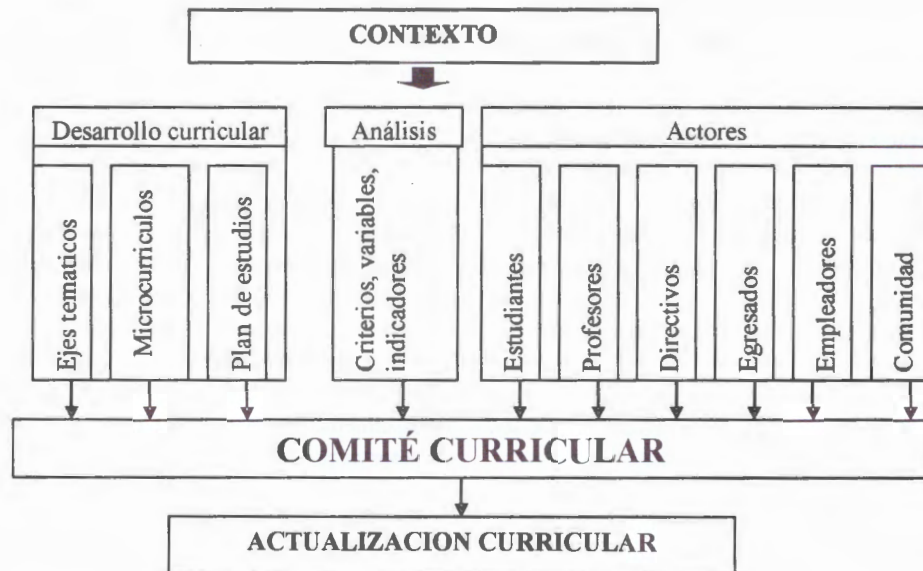


Figura 3: Esquema del sistema de evaluación propuesto



## 5. Referencias

**CNA.** Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado. 2003. Ministerio de Educación Nacional. Decretos y Resoluciones de condiciones mínimas de calidad para la creación y funcionamiento de programas de pregrado y postgrado.

**Rodríguez, Rodríguez Rafael,** Enfoques Curriculares para el siglo XXI, Educación y Cultura.

**Kemmis, Stephen.** Siete principios para evaluar un programa de desarrollo curricular. Opciones pedagógicas. Universidad Distrital. Santafe de Bogotá, 1997.

**Niño, Libia Stella.** La evaluación de proyectos y programas curriculares en la perspectiva crítica. Opciones pedagógicas Universidad Distrital, Santafe de Bogotá, 1997.

**Miranda, Ana Cristina.** Sistema de información curricular. Universidad Javeriana, Santafe de Bogotá, 1998.

**Panqueva, Javier.** Instrumento para evaluación de procesos curriculares. Universidad Javeriana, Santafe de Bogotá, 1995.

\_\_\_\_\_, Javier Shenhouse: Investigaciones y desarrollo del currículo. Cap. III Evolución del Currículo. Morata, 1996.

\_\_\_\_\_, Javier, conferencia tendencias curriculares.

**Kemmis, Stephen (1997)** Siete principios para evaluar un programa de desarrollo curricular. En: Opciones pedagógicas. Número 18. Bogotá. Pag.16



# Medición de competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería

María Eugenia Guerrero Useda

Diomedes Andrés Gómez Paternina

Universidad Católica de Colombia - Departamento de Ciencias Básicas  
Centro de Investigación y Desarrollo Académico - Departamento de Investigaciones

## Resumen

Si bien el diseño, aplicación y análisis de pruebas orientadas a la valoración de los aprendizajes alcanzados por los educandos es una actividad rutinaria del docente, el grueso del cuerpo profesoral evidencia una cualificación bastante deficiente con relación a la evaluación. Considerando el auge de los modelos curriculares por competencias, el análisis de esta problemática se convirtió en un tema de especial interés para nuestro equipo de investigación.

El alto nivel de matematización que ha alcanzado el campo de la evaluación permite reconocer la científicidad de un instrumento en dependencia a su objetividad, validez y confiabilidad. En consecuencia, se esperaría un alto grado de científicidad en las pruebas diseñadas por profesores de las áreas de matemáticas, pero la realidad se muestra bastante contraria. En este contexto, nos dimos a la tarea de estudiar la problemática, orientando inicialmente nuestro análisis a dos aspectos: el nivel de científicidad de las pruebas aplicadas para la medición de los saberes, habilidades y aptitudes de los estudiantes de pregrado en ingeniería, y el nivel de coherencia entre los instrumentos de evaluación y el modelo curricular explícito. En este caso, el de competencias.

**Palabras claves:** Evaluación, competencias, teoría de respuesta al ítem

## Abstract

Although the design, application and analysis of tests oriented to the valuation of the learning the students are a routine activity of the educational one, the thickness of the professorial body demonstrates a quite deficient qualification in relation to the evaluation. Considering the height of curricular models by competitions, the analysis of this problematic one became a subject of special interest for our equipment of investigation.

The high level of mathematization that has reached the field of the evaluation allows recognizing the quality of test in dependency its objectivity, validity and trustworthiness. Consequently, a high degree of in the tests designed by professors of the areas of mathematics would be expected, but the reality is enough opposite. Against this background, we occurred to the task of studying the problematic one, initially orienting our analysis to two aspects: the quality of tests applied for the measurement of abilities and aptitudes of the students, and the level of coherence between the instruments of evaluation and the explicit curricular model.

**Key words:** Educational measurement, competitions, item response theory

## 1. Introducción

En la práctica el docente se enfrenta al problema de generar un concepto objetivo ya sea sobre la suficiencia o sobre el nivel de logro alcanzado por los educandos en los procesos de formación; teniendo que enfrentar el problema, sin poder dedicar mayor tiempo al análisis conceptual. Infortunadamente esto ha llevado, tanto a la aplicación de pruebas inconsistentes, como a una lectura arbitraria de los resultados. En un esquema educativo centrado en la presentación de contenidos por parte del docente, esta situación podría mantenerse cierto tiempo, pero en un esquema de formación orientado al desarrollo de competencias, la evaluación debe ser consistente desde el comienzo.

Dos de las características distintivas de los proyectos de formación basados en competencias son la exigencia de concretar los perfiles de egreso mediante cartas de competencia, y la de adoptar marcos conceptuales específicos desde las primeras fases del diseño curricular. Estas dos elecciones determinan tanto la estructura de los módulos de formación, como las prácticas de enseñanza, y de evaluación. En efecto, si una unidad de formación se orienta al desarrollo de un conjunto específico de competencias, entonces el juicio sobre la competencia del egresado deberá fundamentarse en el análisis y valoración de las mismas, pero ¿será posible medir una competencia?

Si entendemos la medición como el proceso mediante el cual se determina la cantidad de una magnitud por comparación con otra que se toma como unidad, y quisiéramos medir una competencia, tendríamos que identificar una magnitud para determinar la cantidad de competencia, y enseguida diseñar un instrumento de medición. La práctica muestra que al igual que con los saberes, aptitudes y destrezas, es difícil obtener una medida directa de la competencia, por lo tanto nos debemos dar por bien servidos si podemos valorar algunos de sus rasgos para inferir sobre el nivel de competencia de un sujeto. Esto es viable si partimos de una buena caracterización de los elementos que componen una competencia.

Aquí asumimos la concepción según la cual una competencia es una categoría que asocia como mínimo tres clases. Cabe anotar, que la noción de categoría que se usa aquí, es la noción matemática de categoría, introducida en 1945 por Saunders MacLane para designar clases asociables de estructuras de muy diversa índole, de tal forma que una competencia se compone de:

- la clase  $K_i$  de saberes científicos técnicos o tecnológicos,
- la clase  $K_c$  de disposiciones cognitivas necesarias para la conceptualización teórica de los elementos de  $K_p$ , y

- una clase  $K_p$  de prácticas, actitudes y valores necesarios para lograr desempeños idóneos en contextos concretos.

$$C_s = \begin{bmatrix} K_i \\ K_c \\ K_p \end{bmatrix} \quad (1)$$

Puede ocurrir que cada una de las clases  $K_i$  de  $C$  tenga diferente peso. Por ejemplo la competencia lectora en una segunda lengua está determinada por el dominio del léxico (vocabulario) y de la lógica gramatical, por tal razón en esta competencia la clase es determinante. Mientras en la competencia para el trabajo en equipo, tiene mayor peso la clase  $K_p$ , siendo esta la clase determinante. Esto, para ejemplificar el hecho de que en este modelo las competencias se pueden clasificar tomando como referencia diferentes rasgos. En este caso podríamos hablar de competencias centradas en el saber, en el saber hacer o en el saber ser. También podríamos ceñirnos a la taxonomía de Bloom y proponer una clasificación de competencias por dominios cognoscitivos, psicomotrices y afectivos. La Tabla N° 1, muestra una carta de competencias para egresados de pregrados en ingeniería de corte generalista, organizada según la taxonomía de Bloom.

ATRIBUTO	DOMINIO
Conocimiento de las ciencias básicas y de la ingeniería	COGNOSCITIVO
Conocimiento y comprensión del método de diseño de ingeniería	
Adaptación, apropiación y transferencia de tecnologías	
Diseño de sistemas, componentes o procesos	
Modelación y simulación de sistemas y procesos	
Identificación, planteamiento y resolución de problemas	
Abstracción, análisis y síntesis	
Formulación y gestión de proyectos	
Investigación y desarrollo	
Comunicación efectiva en la lengua materna	
Aplicación de conocimientos en la práctica	
Aplicación de técnicas de control de calidad en los procesos de ingeniería	
Evaluación del impacto de las soluciones de ingeniería en el entorno	
Manipulación eficiente y segura de tecnologías	AFECTIVO
Trabajo en equipo	
Aprendizaje y actualización permanentemente	
Responsabilidad social	
Compromiso ético	
Compromiso con la preservación del medio ambiente	
Ingenio y creatividad	
Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad	

Tabla No. 2. Conjunto de atributos del perfil de egreso del ingeniero generalista clasificados según la Taxonomía de Bloom



Debe notarse que mientras una competencia centrada en el saber se valora holgadamente aplicando pruebas escritas de tipo objetivo, este tipo de pruebas resulta poco eficiente para valorar competencias centradas en el saber hacer o en el saber ser. Los desempeños frente a problemas del contexto se deberían valorar en ambientes reales o simulados, en este caso resultan más eficientes el análisis de casos, la resolución de problemas y el trabajo por proyectos. Lo que debe quedar claro es que al no disponer de un patrón para la medición directa de habilidades, destrezas, desempeños y conductas, el trabajo del evaluador se debe orientar al diseño de pruebas referidas a criterio y a test de competencia. Las primeras para valorar el progreso del estudiante frente a un desempeño esperado, y la segunda para establecer si el educando ha alcanzado el nivel de competencia esperado. Por tanto, los test referidos a criterio deberían aplicarse durante el proceso de formación y los de competencia al finalizar el proceso formal con fines de promoción.

En coherencia con la definición (1) hemos podido establecer que cuando sea viable aplicar pruebas escritas para valorar los rasgos característicos de una competencia, las pruebas referidas a criterio constituyen un buen mecanismo de evaluación dentro del sistema de educación formal. Al permitir la comparación del individuo frente a una escala que considera los niveles de dominio que tiene el estudiante sobre un núcleo conceptual, habilidad o destreza.

En síntesis, el diseño de pruebas referidas a criterio debe partir de la desagregación de cada una de las competencias en sus clases y elementos constitutivos, para luego determinar que elementos de la competencia son susceptibles de valorar mediante pruebas escritas. En este caso el modelo componencial definido en la expresión (1) resulta ser de gran utilidad al exigir la desagregación de la competencia, incluso de aquellas relacionadas con el saber hacer.

En razón de lo expuesto anteriormente es claro que las competencias no se miden directamente, sino que se infiere sobre su nivel de desarrollo, y cuando las pruebas escritas son la única alternativa para valorarlas, entonces se deben aplicar pruebas referidas a criterio. En este contexto se plantea un interrogante ¿Qué tanta competencia tiene el docente de ciencias para el diseño de pruebas de este tipo? Para responder esta pregunta hemos analizado la consistencia de algunas pruebas diseñadas y aplicadas por docentes universitarios.

## 2. Caso: Análisis de la dificultad de una prueba diagnóstica de matemáticas

Para el caso de las matemáticas es usual encontrar, que además de los bajos niveles de desempeño evidenciados

por los estudiantes tanto en evaluaciones de aula, como en evaluaciones censales, entre los docentes no siempre se llega a un consenso, sobre el núcleo básico de saberes que debería dominar todo joven que habiendo egresado de la media, accede a la educación superior. Si bien, los jóvenes que ingresan a los programas de ingeniería debieron tener un desempeño medio o alto en el componente matemático del examen ICFES, en un estudio desarrollado por el autor entre el 2002 y el 2004, se pudo evidenciar que la correlación entre el desempeño evidenciado en el ICFES y el obtenido en los primeros semestres de la universidad es muy baja, situación refleja distanciamiento entre los estándares de salida de la media y los niveles de dominio necesarios para abordar con alguna probabilidad de éxito el estudio de las matemáticas universitarias.

En este contexto, las universidades se ven abocadas a seguir aplicando pruebas de admisión, como es el caso de las universidades públicas. Con el fin de reconocer el nivel de dominio de las matemáticas básicas que tienen los estudiantes que ingresan a los pregrados de la universidad, el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Católica de Colombia desde hace tres semestres viene aplicando una prueba diagnóstica la cual es diseñada por el colectivo docente, atendiendo las siguientes pautas:

- Primero definir los ámbitos de dominio conceptual o procedimental que serán valorados.
- Segundo caracterizar las clases de saberes, disposiciones cognitivas y problemas tipo asociados en cada ámbito
- Tercero diseñar los reactivos que permitan valorar el ámbito de dominio considerando los niveles interpretativo, argumentativo y propositivo.

Es pertinente anotar que los ámbitos de dominio a los que se hace referencia, son bloques que articulan núcleos conceptuales y procesos cognitivos, así como ambientes de aprendizaje y de actuación, los cuales constituyen las unidades estructurales del currículo de ciencias básicas.

Siguiendo estas pautas los docentes definieron cuatro núcleos conceptuales: el algebraico, el geométrico, el de función lineal y el de razonamiento matemático. Para cada uno de los núcleos se seleccionaron cinco preguntas. La prueba que constó de veinte reactivos se aplicó a seiscientos catorce (614) estudiantes que ingresaron al primer semestre de programas de ingeniería, economía, psicología y tecnología. Antes de analizar la dificultad de la prueba en cuestión es necesario anotar que el colectivo docente no recibió otro instructivo sobre el diseño de la prueba. Ellos decidieron dar una ponderación homogénea a los reactivos: uno (1) para los aciertos, cero (0) para los desaciertos. Es decir se asigna el mismo peso a cada reactivo, despreciando

el índice de dificultad del ítem, y no se valora el tipo de error. Para este tipo de pruebas la medida del conocimiento sería directamente proporcional al número de aciertos.

El Esquema No. 1 presenta la estructura teórica que se propuso para la prueba. Según esta estructura los ocho reactivos correspondientes al nivel interpretativo deberían ser fáciles, los ocho del nivel argumentativo de dificultad media y los cuatro del nivel propositivo de dificultad alta.

**Esquema No. 1.** Estructura teórica de la prueba analizada

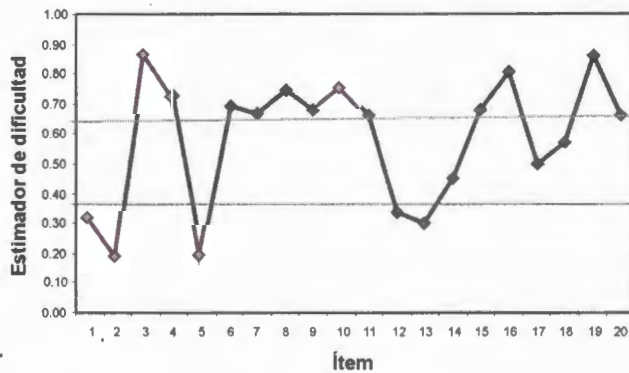
Niveles de Competencia	Ámbitos de Dominio			
	Algebraico	Geométrico	Función Lineal	Razonamiento Matemático
Interpretativo	1	2	3	4
	5	6	7	8
Argumentativo	9	10	11	12
	13	14	15	16
Propositivo	17	18	19	20

Aplicada la prueba estimamos el nivel de dificultad definido en (2),  $n$  es el número de individuos que fallaron en la respuesta y  $N$  el tamaño de la población encuestada.

$$q_i = n/N \quad (2)$$

El resultado no es nada halagador. Nos encontramos frente a un instrumento muy heterogéneo, se pasa de reactivos fáciles a difíciles sin seguir un orden específico, hecho que para encuestado puede generar dificultad adicional, y que indica que el instrumento estaba mal calibrado, y que la idea que tienen los docentes sobre lo que es fácil o difícil para el estudiante es bastante alejada de la realidad.

**Grafica No. 2.** Estimador de dificultad de los ítems de la prueba analizada

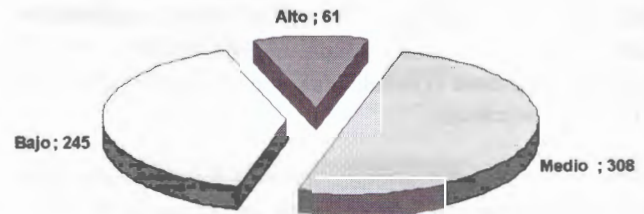


Contrario a la estructura teórica propuesta, nos enfrentamos a una prueba en la cual cerca del 60% de los reactivos eran difíciles. Lo cual sumado a la mala calibración de la prueba explica en cierta forma el resultado obtenido.

Dado que se trataba de una prueba diagnóstica no se solicitó generar un concepto sobre suficiencia, sino un informe sobre nivel de dominio evidenciado por los estudiantes en cada ámbito. Pero todos sabemos que de haberse tratado de una prueba de promoción, hubiese resultado que apenas el 22% de la población encuestada resultaría promovida.

Pero si tenemos en cuenta el estimador de grado de dominio  $p$ , el cual se obtiene dividiendo el total de aciertos de la persona entre el número de reactivos, obtenemos una escala de cero a uno que podemos particionar en tres intervalos: dominio alto, medio, y bajo. La distribución de la población dentro de esta escala se presenta en la Grafica No. 3.

**Grafica No. 3.** Distribución de la población encuestada en una escala particionada en tres sub intervalos de dominio bajo, medio y alto



El trabajo sobre una escala de este tipo resulta más pertinente para la valoración de competencias, máxime cuando manejamos el discurso de los niveles interpretativo, argumentativo y propositivo. Si se consideran las funciones cognitivas relacionadas con estos niveles de dominio, así como los niveles de conceptualización necesarios para evidenciar estos niveles se puede valor la posibilidad de diseñar instrumentos con escalas tripartitas que ubiquen al individuo en un nivel de competencia.

### 3. Sobre la validez predictiva de las pruebas

En este punto cabe preguntarse sobre la validez predictiva tanto las pruebas censales tipo ECAES, como de las desarrolladas al interior de las aulas universitarias. Toda evaluación genera datos e información, de los cuales se suele inferir sobre los niveles de dominio del estudiante, ya sea para promocionarlo, o para ubicarlo en una escala de desempeño (alto, medio, bajo).

Resulta que en ambos casos, consciente o inconscientemente, lo que se está haciendo es una predicción sobre el nivel de desempeño que tendrá el educando o el egresado en los ámbitos valorados. Considerando que son múltiples las repercusiones que tienen las pruebas académicas sobre el evaluado, los test e instrumentos de evaluación aplicados en el sistema de educación superior, deberían caracterizarse por su alto índice validez predicativa. Para el caso en cuestión el procedimiento que hemos decidido aplicar para la medición de la predictibilidad de las pruebas diagnósticas aplicadas a los estudiantes que ingresan a los pregrados en

ingeniería de la universidad, es el del cálculo de la correlación entre los resultados de la prueba y el desempeño en los cursos de matemáticas durante los dos primeros semestres.

En este momento, nos encontramos valorando la correlación de la prueba con las calificaciones obtenidas por los estudiantes en los cursos de matemáticas básicas, cálculo diferencial y álgebra lineal. Estos resultados numéricos nos permitirán ir perfeccionando nuestros instrumentos, además de constatar que tan válidas son las pruebas académicas.

# Propuesta de una organización celular de las instituciones de formación basadas en la concepción curricular y la administración por procesos

Jaime A. Valencia V.

Universidad de Antioquia - Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Eléctrica

## Resumen

La concepción curricular debe guiar y definir la administración de las instituciones educativas o la administración determina como se deben organizar las actividades curriculares? El darle a la administración la prioridad es poner por delante más los intereses económicos que los académicos, y el hacer lo contrario es olvidarse que la optimización de los aspectos económicos hace que cualquier actividad pueda ser sostenible. Es necesario entonces buscar el justo balance partiendo de la educación como lo prioritario, es decir, los aspectos curriculares deberán direccionar los aspectos administrativos, teniendo como restricción la optimización de los recursos. Es en este caso en el que cobra especial interés la Ingeniería de la formación, que propone aplicar los principios de administración por procesos a una empresa dedicada a la formación, como lo son las universidades. Es también posible aprovechar estos principios y combinarlos con los sistemas de tipo celular para proponer un sistema de gestión basado en unidades (células) operativas de gestión integral administradas por procesos que interactúan y cooperan para el logro de objetivos particulares y al mismo tiempo institucionales, con una alta independencia operativa, pero al mismo tiempo con un gran compromiso institucional. A partir de una percepción personal del avance en la organización de la universidad de Antioquia, se desarrolla una propuesta organizacional como una visión personal del autor basado en una concepción curricular y sistemas de organización celular y la administración por procesos.

**Palabras claves.** Currículo, celular, administración, ingeniería de formación.

## Abstract

Should the curricular design process guide and define the way in which an educational institution is managed, or should management determine the organization and content of curricular activities? If management controls the curricular design process, it is likely that economic considerations will take priority over academic issues. Conversely, if the curricular design process controls management, economic optimization necessary for a sustainable business is sidelined. It is necessary to balance management and academic priorities, taking educational aspects as the priority; management systems should be guided by academic issues, while striving for resource optimization. In this context, education engineering applies process management principles to educational institutions, such as universities. These principles can also be employed in combination with cellular systems to create a management system based on operative units (or cells) of integral action. Each cell must implement administrative processes that interact and cooperate in order to achieve particular results, while also working for the good of the institution as a whole. Cells operate independently, but with a high degree of commitment to the institution. A new organizational model is proposed, based upon personal perceptions of changes taking place at the University of Antioquia, based on the curricular design process, cellular organization systems and process administration.

**Keywords:** Curriculum, cell, management, education engineering.

## 1. Concepción de currículo

En primera instancia tomemos los significados dados por el diccionario de la real academia de la lengua Española

**currículo.** [1] (Del lat. curriculum).

1. m. Plan de estudios.
2. m. Conjunto de estudios y prácticas destinadas a que el alumno desarrolle plenamente sus posibilidades.
3. m. curriculum vitae.

Lo que ha predominado es que el currículo se limita a la primera definición y los planes de estudio en general definen un listado de curso o asignaturas que definen las actividades que debe cumplir una persona para obtener un título universitario, o un certificado de cualquier otro tipo. Esta concepción realmente ha evolucionado y desde el punto de vista filosófico ya se consideran otros aspectos como las competencias que se deben desarrollar, desde actitudinales hasta académicas y laborales. Como siempre, los aspectos filosóficos evolucionan primero que la implementación y



la valoración de los logros. En este momento se tiene aun discusión de la misma filosofía que debe orientar las actividades curriculares y aun estamos en deuda de implementar los cambios necesarios para adecuar nuestros programas a las realidades de este mundo cambiante aceleradamente.

Un aspecto, que en mi opinión, no se ha conceptualizado totalmente es que todas las actividades que se desarrollan en una institución de educación deben llevar una clara concepción pedagógica, para poner en práctica real el segundo significado que da la real academia de la lengua Española. En otras palabras, se debe tener siempre por delante en todas las actividades que se desarrollan en una institución educativa su mensaje pedagógico a todas las audiencias. Así todas las personas y las actividades que se realizan en la universidad deben tener bien definido su aporte al currículo, en cualquiera de las dimensiones que se definan. Cada persona debe tener presente cual es el mensaje pedagógico que esta expresando en cada actividad que desarrolla.

Esta concepción pretende no dejar nada al «CURRÍCULO OCULTO» y comprometer a cada persona de la comunidad educativa en su papel directo o indirecto en el currículo.

## 2. Precedentes organizacionales en la Universidad de Antioquia

Para la estructuración de la propuesta organizacional, me he basado en la percepción de algunos programas que la Universidad de Antioquia (U de A) viene adelantando en las diferentes actividades y que han mostrado un éxito relativo y de los cuales podemos extraer los aspectos positivos de cada uno de ellos. Estos son:

- Lineamientos de currículo en UdeA
  - Sistema de autoevaluación y acreditación
  - Sistemas de calidad
  - Sistema de organización de investigación
  - Proyecto SUGI
- **Lineamientos de currículo en U de A**  
La Universidad, desde su Vicerrectoría de Docencia presento un documento sobre los lineamientos para la reforma curricular (octubre de 2005) [2] en el cual se hace una interesante reflexión sobre el sistema de medición de la actividad académica y los aspectos principales que se deben tener en cuenta en cualquier propuesta de mejoramiento o reforma curricular de los programas de estudio de la universidad. Este documento plantea la autonomía de cada una de las unidades

académicas en la definición de sus currículos y plantea el apoyo a iniciativas y propuestas novedosas.

- **Sistema de autoevaluación y acreditación [3]**  
La Universidad desde principios de la década del 90 le apostó a los sistemas de acreditación y desde entonces se ha avanzado en la organización interna para apoyar a cada uno de los programas en sus procesos de autoevaluación y acreditación ante el CNA. La Vicerrectoría de Docencia lidera el proceso de acreditación institucional y promueve a las diferentes unidades académicas para que adelanten su proceso de autoevaluación y acreditación. Este sistema se ha venido consolidando desde el año 2000 y actualmente se cuenta con la acreditación institucional y la acreditación de calidad por el CNA un buen número de programas. Ya se está trabajando en algunas unidades por la acreditación ante entidades internacionales y se ha participado en algunas actividades en este sentido.
- **Sistemas de calidad [4]**  
En diferentes dependencias administrativas, que no están directamente relacionadas con las actividades curriculares, se ha promovido la implantación de sistemas de calidad para mejorar sus procesos y se ha logrado la certificación ISO en algunas de ellas. Es notorio el mejoramiento de los procesos administrativos en la universidad y la evolución de una cultura de la calidad y autoevaluación del servicio.
- **Sistema de organización de investigación [5]**  
El sistema de organización de la investigación, es en mi opinión, uno de los más exitosos en la universidad. Aunque la Universidad en algunas dependencias ha realizado investigación desde hace mucho tiempo, internamente no estaba organizada para esa actividad, ya que el objetivo era más diseccionado a la docencia. Desde 1994 la Universidad se propuso fortalecer las actividades de investigación y extensión como parte integral del quehacer universitario y desde entonces se ha promovido la creación de grupo de investigación y una organización interna que promueve y apoya directamente la actividad. Es notorio el aumento de grupos creados y clasificados en el sistema de Colciencias pertenecientes a la universidad de Antioquia. Es interesante anotar que el surgimiento de estos grupos ha sido un poco al margen de la reglamentación institucional y que poco a poco se han institucionalizado y se ha facilitado su accionar. Esta libertad que ha permitido la universidad ha dado buenos frutos y ha permitido que los grupos se organicen y avancen en su desarrollo como grupo y su aporte a la institución.



#### • Proyecto SUGI [6,7]

Este es un proyecto que está en marcha actualmente y que tiene como uno de sus objetivos el definir una estructura organizacional e implantar un sistema de trabajo basado en procesos para el logro de los objetivos misionales y la ejecución del Plan de Desarrollo de la Universidad.

### 3. Propuesta de organización celular

La propuesta recoge las buenas experiencias de los grupos de investigación que han mostrado una forma organizativa que crea compromiso personal y de grupo desarrollando actividades ligadas con la misión y visión de la universidad de forma natural.

Con esta propuesta organizacional se buscan los siguientes objetivos:

- Una organización plana
- Desarrollar alto compromiso en cada integrante de la organización
- Desarrollar capacidades de autogestión
- Vinculación y compromiso permanente de cada integrante en las actividades de formación

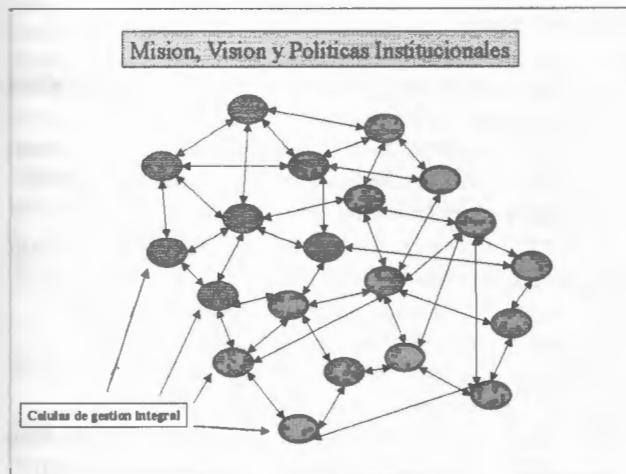


Figura 1. Organigrama general

Buscados estos objetivos se propone organizar todas las actividades en unidades de gestión integral operativa que interactúan y cooperan entre ellas para el logro de objetivos misionales y de la visión compartida. Estas unidades las

podemos considerar como células independientes que desarrollan su actividad específica en consonancia con los objetivos y visiones institucionales.

Cada célula deberá tener bien definido lo siguiente:

- Actividades que desarrolla
  - Grupos humanos de interacción
  - Recursos
- 
- **Actividades que desarrolla**  
En una entidad de educación superior se desarrollan actividades docentes, de extensión, de investigación, de gestión administrativa o de apoyo. Cada célula deberá tener definida su actividad fundamental, pero hacer balance de su aporte en cada una de las demás actividades. Todas las células deberán tener muy bien definido su aporte en la formación de los integrantes de la comunidad académica. Las actividades que desarrollan tendrán que ser enmarcadas en sistemas de aseguramiento de la calidad (definir misión y visión) y administración por procesos que definan indicadores de seguimiento y evaluación permanente de sus actividades. También deberán tener su propio sistema de información y bases de datos que permitan a las demás células, que interactúan directa o indirectamente con ella, obtener la información que requieren. Se deberá tener una estrategia de gestión del conocimiento explícitamente.
- 
- **Grupos humanos de interacción**  
Cada célula deberá tener la información y definir cada uno de los grupos humanos directa e indirectamente relacionados con ella. La célula será la responsable de las personas directamente vinculadas a la célula y deberá tener una estrategia de comunicación para interactuar de manera efectiva con todos los grupos humanos de su misión.
- 
- **Recursos**  
Cada célula será autónoma en el manejo de sus recursos y tener bien clasificados cada uno de los ellos. Deberá tener una contabilidad y un sistema de información que de cuenta permanente de los recursos que capta, las fuentes y su destinación. Este aspecto de los recursos deberá manejarse con absoluta transparencia y mantener una vigilancia permanente para garantizar su buen uso.

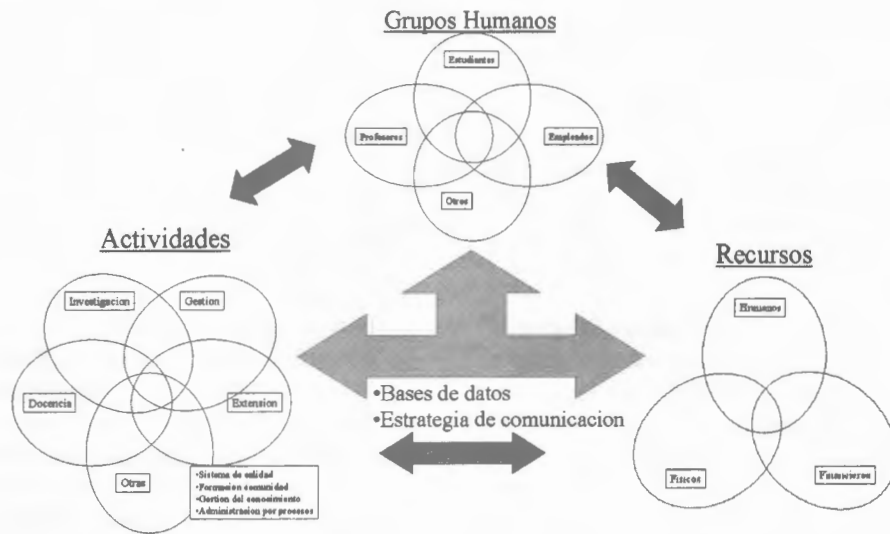


Figura 2. Esquema de célula de gestión Integral

En la organización se deberá tener una reglamentación para el nacimiento, muerte y competición de células. Generando un sistema que se autorregula y se puede expandir o contraer según los requerimientos, dando una gran flexibilidad al esquema administrativo. En general se pretende que las células desarrollen relaciones de cooperación, pero se debe abrir la posibilidad de células que compiten cuando se tiene células que no estén cumpliendo eficientemente su actividad principal.

#### 4. Conclusiones

Se ha presentado una propuesta de organización de una institución dedicada a la formación o educación superior que tiene como principio fundamental la filosofía curricular como un todo. Donde todo aspecto de la institución debe ser pensado para la formación y como lugar de práctica profesional, donde se unan de manera natural el ser, el hacer y el pensar. Se propone una organización de tipo celular, permitiendo una alta autonomía en cada célula y al mismo tiempo exigiendo un alto compromiso y responsabilidad institucional. Este tipo de estructuras planas puede ser más adecuado para desarrollar un lugar de práctica de democracia participativa y crear en cada

integrante un alto nivel de pertenencia. La propuesta parte de un análisis de los antecedentes organizacionales de la Universidad de Antioquia y hace una lectura personal para proponer una forma organizacional diferente y aprovechando los avances en la actual.

#### 5. Referencias

- [1] Página de la Real Academia de la Lengua Española (<http://buscon.rae.es/drae/>)
- [2] Vicerrectoría de Docencia. Documento sobre los lineamientos para la reforma curricular (octubre de 2005).
- [3] Página vicerrectoria de Docencia de la U de A. [http://docencia.udea.edu.co/vicedoce/calidad/aseguramiento\\_calidad.html](http://docencia.udea.edu.co/vicedoce/calidad/aseguramiento_calidad.html)
- [4] Página vicerrectoria administrativa de la U de A. <http://administrativa.udea.edu.co/>
- [5] Página Vicerrectoria de investigación UdeA. <http://investigacion.udea.edu.co/>
- [6] Sierra, Jorge Humberto. Información del proyecto SUGI (Sistema Universitario de Gestión Integral)
- [7] Departamento de información y prensa de la Universidad de Antioquia. ALMA MATER suplemento # 218. Medellín, julio 21 de 2006.

# Sugerencias para tener en cuenta en una reforma curricular orientada por competencias

Roberto Zarama. Profesor Asociado  
Luis Pinzón. Profesor Asociado  
Andrés Mejía. Profesor Asistente  
Néstor Jiménez. Instructor  
Sebastián Poensgen. Ingeniero Industrial  
Universidad de los Andes

---

## Resumen

Este documento desarrolla algunas ideas acerca del proceso de renovación del currículum de Ingeniería Industrial. Presenta la propuesta de un currículum basada en una formación por competencias. Esta orientación se enmarca dentro de los avances de las ciencias cognitivas desde una perspectiva constructivista y del Pensamiento Crítico de Sistemas. Se busca responder a las preguntas: ¿cuál es el papel del ingeniero para el siglo XXI?, ¿cómo deben reaccionar las universidades para prepararlo?, ¿qué habilidades y competencias deben desarrollarse para que pueda enfrentar los retos del mundo actual? La primera parte presenta indagaciones exploratorias en diferentes grupos poblacionales y para diferentes propósitos. La segunda, busca definir un horizonte y unos objetivos que debemos perseguir con la implementación de nuevos currícula. Para ello, proponemos algunas ideas sobre el perfil que queremos que tenga el ingeniero industrial. La tercera parte, propone enmarcar el proyecto de reforma bajo las directrices de un aprendizaje de circuito doble.

**Palabras claves:** Reforma curricular, diseño curricular

## Abstract

This paper seeks to develop some ideas on the process of renewing the curricula for Industrial Engineering at Universidad de los Andes. A proposal for performance-based curricula is made. The framework is aligned with constructivism and systems critical thinking, according to the most recent trends in cognitive science. The purpose of the paper is to answer the following questions: What is the role of an engineer in the 21st century? How should the universities prepare the students for that role? What skills and competencies should the students develop so that they can face the challenges of today's world? The first part presents exploratory research done with different population groups and for diverse purposes. The second part seeks to define a horizon and some goals that should be fulfilled in the implementation phase of the new curricula. For this purpose a new profile of an industrial engineer is proposed. The third part proposes a framework for renewing the curricula within a double circuit learning model.

**Keywords:** Curriculum reform, curriculum design

## 1. Introducción

Los cambios en la enseñanza y aplicación de la Ingeniería se enmarcan en el cuestionamiento sobre el rol que deben jugar las instituciones de educación superior en la capacitación de un número cada vez mayor de jóvenes. Consideramos que estas instituciones se constituyen para formar personas autónomas en la producción de conocimiento nuevo en las disciplinas reconocidas dentro del contexto universitario. Tal conocimiento nuevo puede ser de carácter subjetivo, social o universal. En este sentido, la formación universitaria puede entenderse como la construcción de competencias para la investigación, entendiendo investigación como un proceso sistemático orientado a la producción de conocimiento nuevo. Se

quieren presentan algunas consideraciones que pueden servir como elementos de reflexión para pensar y re-pensar la renovación de la enseñanza de la Ingeniería Industrial, en un entorno donde se han presentado un sinnúmero de cambios interrelacionados de manera compleja y dentro del cual ha emergido la llamada *sociedad del conocimiento*. Cada vez son más extensos los traslajos y más rápidas las intersecciones de los dominios de la sociedad del conocimiento construida por los desarrollos en ciencia & tecnología. El ejercicio de la Ingeniería, y por lo tanto su enseñanza, parece requerir un ajuste a esas nuevas dinámicas y perspectivas que se empiezan a trazar en el nuevo milenio.

## 2. Consideraciones para pensar y re-pensar las reformas

Ante los acontecimientos que han modificado el contexto de la educación superior en el mundo<sup>1</sup>, empiezan a surgir preguntas sobre cuál es el rol de la Ingeniería para el siglo XXI y cuáles son las habilidades y competencias que deben enseñarse (aprenderse si se quiere reconocer la autonomía y proactividad que debe cultivarse en los estudiantes) a los nuevos ingenieros.

La ingeniería ha pasado de ser una profesión liberal (individual y autónoma) a una profesión que se desarrolla en organizaciones. Anteriormente, la mayoría de ingenieros (así como médicos, arquitectos y abogados) construían una carrera profesional de forma independiente. Esto ha cambiado de forma significativa. Basta observar el bajo porcentaje de ingenieros egresados de universidades bogotanas que trabajan como independientes y más aún, el hecho que en su mayoría pasen a integrar organizaciones grandes<sup>2</sup>.

El Departamento de Ingeniería Industrial y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, consideran que no pueden limitar su papel a la formación de profesionales que ocupen los puestos disponibles en unas pocas empresas nacionales o multinacionales o emigren a trabajar en el exterior. Creemos que su principal función debe ser la de ayudar a que el país haga el tránsito de una economía local basada en la exportación de materias primas a otra basada en la manufactura de bienes de alto contenido tecnológico y de servicios para la sociedad mundial.

De otra parte, es importante considerar que la tecnología ha hecho posible nuevos procesos, como por ejemplo, el uso de procesos computacionales para la demostración de teoremas matemáticos. Esto nos lleva a pensar que está emergiendo una *nueva forma de hacer ciencia*. Parecería que estamos viviendo una situación similar a la que se vivió hace tres siglos, donde se consideró que las reglas de los modelos matemáticos se podían utilizar para describir el mundo. Este nuevo tipo de ciencia se basa «en reglas mucho

más generales que se pueden incorporar en simples programas computacionales» (Wolfram, 2002; pag. 1).

## 3. La ingeniería industrial en el contexto nacional

La Ingeniería Industrial ha tomado mucha fuerza con el paso del tiempo. En Colombia, para 1986 el 7% de los estudiantes de Ingeniería pertenecían al programa de Ingeniería Industrial, mientras que hoy en día, son más del 37%, por encima de todas las demás ingenierías. Actualmente, de aquellos bachilleres que quieren estudiar Ingeniería (29%); un 22% prefiere ingresar al programa de Ingeniería Industrial. En su mayoría hombres, de estratos altos y medios altos, en contraste con el resto de aspirantes a Ingeniería que pertenecen a estratos bajos.<sup>3</sup>

Los currícula de Ingeniería Industrial han mantenido una mezcla de matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales y humanidades como eje conductor del programa. Aún cuando a través de las décadas, algunas escuelas han mostrado inclinación hacia el lado matemático y otras hacia el desarrollo organizacional, se ha tendido a mantener un equilibrio entre las áreas<sup>4</sup>.

La estructura general del plan de estudios de pregrado en Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes, fue diseñada hace unos cuarenta años. El programa de estudios se componía de cuatro grandes bloques con un total de 170 créditos: Ciencias básicas (matemáticas, física y química); ciencias de la Ingeniería (materiales, termodinámica, mecánica de fluidos, circuitos eléctricos, programación de computadores y otras similares); Humanidades y Ciencias Sociales; y cursos propios de la Ingeniería Industrial. Los bloques anteriores podían ser complementados con una serie de electivas en otros programas. Actualmente, el plan de estudios de Ingeniería Industrial requiere 158 créditos y mantiene los cuatro bloques con las algunas modificaciones. El estudiante debe concentrar las electivas profesionales en dos áreas, denominadas mayor y menor, de las cuatro que ofrece el Departamento<sup>5</sup>. No hay certeza sobre lo que

<sup>1</sup> Una de las grandes problemáticas que afronta la educación superior, ha llevado a que Clark Kerr formulé el concepto de *multiversidad* (haciendo referencia a la *universidad*). Dadas las tensiones y disgregaciones entre las comunidades y áreas especializadas de enseñanza en las universidades, se presenta un desacoplamiento en la integralidad de la institución y lo que se tiene es una colección de instituciones no cohesionadas. Referenciado en UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, 2004<sup>a</sup>, Pág. 74.

<sup>2</sup> Según el estudio del Centro Nacional de Consultoría sobre Percepción de Egresados, contratado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, el 81% de los egresados encuestados trabajan como empleados, mientras que el 6% lo hace de manera independiente. Así mismo, el 43% de los egresados que son empleados trabajan en organizaciones con nóminas superiores a 50 personas.

<sup>3</sup> Encuesta realizada por el Centro Nacional de Consultoría a solicitud de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes. Estudio sobre Bachilleres y Estudio sobre Egresados, 2002.

<sup>4</sup> *Ibid.*

<sup>5</sup> Investigación de Operaciones y Estadística, Producción y Tecnología, Gestión de Organizaciones y, Economía y Finanzas



ha ocurrido con el trabajo del estudiante por fuera del aula de clase con la disminución de los créditos de 170 a 158.

Para que el ingeniero esté preparado a enfrentar los retos del futuro es necesario darle un enfoque diferente a los cursos del ciclo de formación en Ciencias Sociales, Artes, Humanidades, Ciencia y Tecnología<sup>6</sup>. ¿Cómo podríamos darle un mejor provecho a estos cursos? Dentro de las alternativas tenemos enfocar los cursos para que los estudiantes: 1) desarrollen habilidades de crítica y autonomía; 2) trabajen con otros estudiantes en esquemas multidisciplinarios y, 3) asuman posiciones proactivas y con iniciativa para crear proyectos innovadores.

#### 4. Ideas sobre el perfil del ingeniero industrial

Consideramos que las escuelas de Ingeniería Industrial deben contribuir en la conversión de empresas de tipo familiar y artesanal a modernas empresas y formas asociativas, y de organizaciones exclusivamente jerárquicas a redes de relaciones, especialmente orientadas a la comercialización internacional. Asumir este reto significa un compromiso con la recuperación del «tiempo perdido» por el país, durante la Colonia y los casi dos siglos de vida independiente.

Se espera que un egresado con el título de Ingeniero Industrial se desempeñe inicialmente como: 1) socio de una nueva empresa de base tecnológica, productora de bienes o servicios; 2) funcionario en una entidad pública o una organización solidaria (ONG); 3) gerente de segundo o tercer nivel en una empresa social del Estado (i.e. un hospital) o una entidad de economía mixta; 4) empleado en una empresa productora de bienes o servicios con funciones técnicas, de análisis o diseño; 5) estudiante en programas de postgrado como especializaciones y maestrías profesionalizantes en universidades de prestigio dentro y fuera del país; ó 6) profesional que quiere perfilar una carrera académica, y que se prepara para adelantar una maestría en investigación y posteriormente un doctorado.

#### 5. Competencias, habilidades y actitudes que debería desarrollar

Para definir las competencias que debe desarrollar un ingeniero industrial se revisaron las propuestas de otras universidades, de iniciativas extranjeras y de entidades acreditadoras. Particularmente tenemos: 1) las propuestas de competencias definidas por la ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*); 2) el trabajo preparado por el Centro de Innovación Curricular de la National Science Foundation de Puerto Rico: *Skills for the Millennium*.<sup>7</sup>; 3) las ideas formuladas en el proyecto europeo *Tuning*<sup>8</sup>, respondiendo al reto de la Declaración de Bolonia y del Comunicado de Praga,<sup>9</sup> 4) los resultados de los exámenes de Estado realizados a ingenieros del INEP en el Brasil<sup>10</sup>; 5) algunas reflexiones del *National Academy of Engineering* de los Estados Unidos<sup>11</sup> y 6) la iniciativa CDIO que reúne a un grupo importante de universidades. Así mismo, se tuvo en cuenta la percepción de los empleadores nacionales en cuanto a habilidades y competencias que deben tener los egresados de Ingeniería Industrial. A partir de estos componentes anteriores se proponen las siguientes competencias generales:

1. Comprender y manejar la incertidumbre asociada a la toma de decisiones para la solución de problemas y hacer uso de modelos probabilísticos y estadísticos.
2. Comprender los problemas básicos asociados a los procesos y a la gestión de operaciones. Aplicar modelos, principios y conocimientos con el fin de aumentar la eficiencia, eficacia y efectividad de la producción de bienes y servicios de calidad.
3. Analizar información mediante el uso de técnicas cuantitativas.
4. Identificar y formular problemas organizacionales, planteando alternativas de solución de manera estratégica.
5. Identificar y analizar los problemas organizacionales desde una perspectiva financiera y económica.

Adicionalmente, es necesario que el estudiante desarrolle unas actitudes positivas hacia el pensamiento racional, el

<sup>6</sup> Estos son 6 cursos que hacen parte del Ciclo Básico Uniandino, los cuales deben ser tomados por los estudiantes de acuerdo a sus intereses y según unos lineamientos preestablecidos. Las áreas son: Ciencias Sociales, Artes y Humanidades y, Ciencia y Tecnología.

<sup>7</sup> Morell, Lueny. Curriculum Innovation Center. NSF PR LS Alliance for Minority Participation. «Skills for the Millennium» University of Puerto Rico at Mayaguez. Junio 2000

<sup>8</sup> «Proyecto de Reformación de los Programas de Ingeniería» (Habilidades proyecto *Tuning* para ingeniería, Europa, 2002). Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, febrero de 2005

<sup>9</sup> Más información se puede encontrar visitando la página de Internet: <http://wwwn.mec.es/univ/jsp/plantilla.jsp?id=3501>

<sup>10</sup> «Proyecto de Reformación de los Programas de Ingeniería» INEP Brasil, 2003. Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, febrero de 2005.

<sup>11</sup> NAE, 2003.

trabajo, el aprecio por la diversidad y el reconocimiento sincero de sus fortalezas y debilidades como resultado de la práctica de:

- *Autonomía:* Se espera que el ingeniero practique el pensamiento crítico con independencia y, a la vez, sepa trabajar participativamente para generar iniciativas, llegar a acuerdos y aplicar la ingeniería en pro de la generación de riqueza y bienestar social.
- *Amplitud de pensamiento:* El ingeniero debería realizar su labor profesional en diversos contextos culturales y sociales. En consecuencia, debe ser capaz de entender otras formas de pensar -individuales y sociales-, otras culturas y otras estructuras sociales, para poder responder con propuestas adecuadas a sus particularidades, en un entorno global y cambiante, en continua evolución, y que le exige responder dinámicamente.
- *Laboriosidad:* Se espera que el ingeniero valore el esfuerzo y la dedicación para alcanzar las metas que se propone.

#### 6. Algunas propuestas para avanzar hacia la renovación curricular

A partir de los planteamientos que se presentan en este documento se sugieren algunas propuestas de cambio en el currículo de los estudiantes. Los puntos que se presentan a continuación deben ser entendidos como directrices generales que se proponen para la renovación curricular, que necesitan profundización, discusión y acotamiento para llegar a una reforma tangible:

1. La longitud del plan de estudios del pregrado de Ingeniería Industrial debería completarse satisfactoriamente en cuatro años. El título de pregrado ha reducido su tasa de retorno y en la actualidad la capacitación de ingenieros se está orientando a una formación cada vez más profunda en ciencias básicas y menos, en técnicas específicas.
2. Desincentivar la tendencia a tomar una gran cantidad de cursos por semestre. Estimular al estudiante para que tome una carga académica con la que pueda garantizar suficiente dedicación y trabajo, en pro de la calidad de las actividades que pueda desarrollar y para aprovechar la vida intelectual, cultural y artística de la Universidad para su propia formación.
3. Las competencias dependen críticamente de un núcleo de conocimientos en el campo del ejercicio profesional. Tales conocimientos tienen tres dimensiones fundamentales: la teoría, la práctica y las herramientas. El currículum debe cuidar el balance entre estas dimensiones.
4. La interdisciplinariedad debe ser una característica del nuevo pensum. El estudiante debería tener la posibilidad

de tomar cursos de ciencias y otros cursos electivos en los semestres más avanzados, para que entienda y aproveche mejor la interrelación de las disciplinas y genere soluciones a problemas complejos.

5. Los estudiantes deben desarrollar su autonomía. La autonomía ser una constante en los procesos de aprendizaje y en las actividades que desarrolle dentro y fuera de su campo profesional. Sería interesante establecer un esquema de acompañamiento a lo largo de la carrera (que decrece exponencialmente al paso de los semestres).
6. La *virtualización* de las relaciones es la característica distintiva de la tecnología actual para la producción y reproducción de conocimiento. Las TIC no son sólo un mecanismo para extender las posibilidades de brindar educación a un bajo costo (e-learning, o la nueva educación a distancia) sino una herramienta que permite revolucionar los métodos de enseñanza presencial.
7. Debemos insistir en la formación del espíritu empresarial de los ingenieros. Esto podría pensarse en dos frentes: 1) en la concepción sistémica de las funciones que el ingeniero realiza en las organizaciones y 2) en la capacidad emprendedora de formar equipos para construir sus propias organizaciones.
8. El estudiante debe adquirir habilidades críticas. Es necesario fortalecer los cursos de formación integral de modo que fomenten la multidisciplinariedad, el trabajo en equipo y la proactividad de los estudiantes.
9. Es necesario insistir en que los estudiantes conozcan y puedan establecer diálogos con paradigmas de la biología que le son prácticamente desconocidos, y que marcan nuevas líneas de investigación a nivel académico y empresarial.
10. Es necesario que se distingan en los últimos semestres del pregrado las diferencias entre cursos y seminarios. La idea es que los estudiantes seleccionen el tipo de materias y los métodos pedagógicos que se emplea en ellas, de acuerdo con sus intereses y preferencias.
11. Se requiere seguir con los procesos de internacionalización. Es necesario diversificar los convenios internacionales.
12. Configurar opciones académicas y perfiles de profundización para los estudiantes. Dado el alto número de estudiantes que pertenecen a los programas de Ingeniería Industrial, es importante generar opciones de diferenciación al culminar el plan de estudios.

#### 7. Propuesta para el nuevo pensum

El programa propuesto está diseñado para que el estudiante lo culmine en 8 semestres. Se presenta una gráfica para visualizar el pensum en el tiempo.



En comparación con el currículo de 158 créditos, el número de cursos relacionados con Ingeniería Industrial no varía a pesar de haber reducido el número de créditos en el programa.

Los proyectos se han diseñado para cumplirlos en periodos intersemestrales, de modo que estén enfocados a la práctica y se desarrollen en organizaciones externas a la Universidad. Sin embargo, el estudiante tiene la opción de desarrollar el proyecto en un periodo regular si así lo desea.

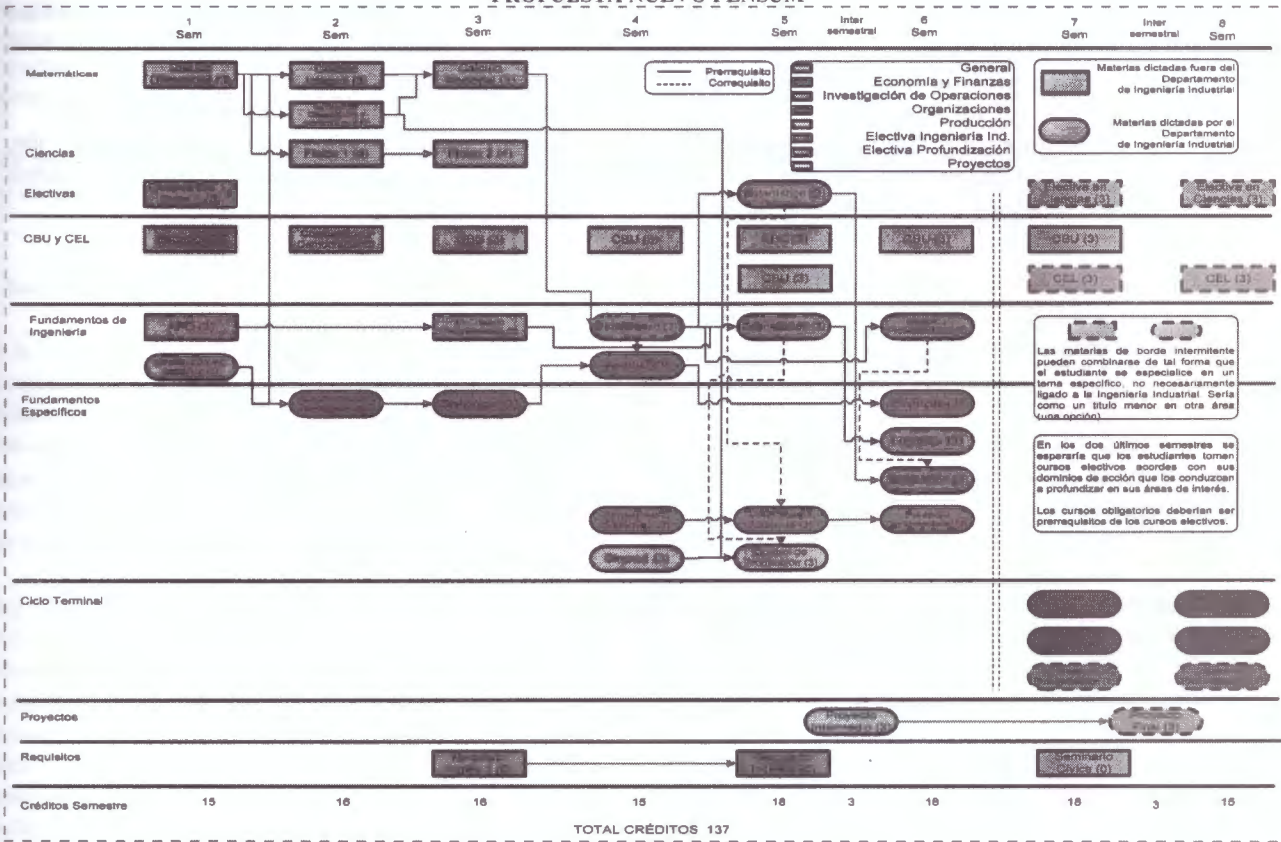
Los estudiantes deben terminar los cursos básicos de la carrera para poder ver cursos electivos de profundización en las diferentes áreas de interés. Se ofrecen 4 cursos electivos generales en Ingeniería Industrial y dos cursos de profundización en el área de interés del estudiante. Las electivas de ciencias, así como algunos cursos de formación integral se ven al final de la carrera con la intención de que el estudiante pueda utilizar esos cursos para hacer doble programa o tomar alguna especialización de pregrado (opción académica).

Otra oportunidad que ofrecen estos cursos electivos al final de la carrera es poder adelantar los estudios de maestría

bajo el marco del programa conjunto. Para ello, se ha pensado que el Departamento debe ofrecer maestrías profesionalizantes en otras áreas del conocimiento tales como: ingeniería económica, ingeniería financiera, sistemas de producción y logística, investigación de operaciones, regulación, matemáticas aplicadas, sistemas en las organizaciones, sistemas de información en organizaciones, sistemas complejos, sistemas de cultura organizacional y de gestión, gerencia de telecomunicaciones, teoría de la decisión, entre otras posibilidades.

Finalmente, es preciso aclarar que esta propuesta está alineada con las competencias que esperamos desarrollen los estudiantes. No se pretende hacer mayores cambios sobre los contenidos del programa, considerando que es una de las fortalezas del programa de Ingeniería Industrial; por el contrario, se pretende que el estudiante desarrolle habilidades y actitudes en cuanto al manejo de herramientas, la capacidad de análisis, identificación y solución de problemas en las organizaciones de manera integral por medio de incentivos sobre la interdisciplinariedad, la comunicación, el trabajo práctico y grupal, la autonomía, la especialización y la integración con las ciencias.

PROPUESTA NUEVO PENSUM





## 8. Referencias

- ABET, «Criteria for Accrediting Engineering Programs, Baltimore», Md.: Engineering Accreditation Commission, 2003.
- Aldana Valdés, Eduardo (1998). Palabras pronunciadas durante la ceremonia de grados del 14 de marzo. Universidad de los Andes, Bogotá.
- Aldana Valdés, Eduardo (2001). Guía para la elaboración y la calificación del proyecto de grado. Documento para la discusión interna del Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes, Bogotá.
- Aldana, Eduardo y Alfonso Reyes (2004), Disolver Problemas: Criterio para formular proyectos sociales. Ediciones Uniandes. Universidad de los Andes, Bogotá.
- Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes (1964), El Plan de Educación del Ingeniero: Objetivo primordial de Investigación, VII Congreso Nacional de Ingeniería.
- Hernández, José Tiberio (2004). Plan de Renovación de la Facultad de Ingeniería. Nota Uniandina Nro. 14, Octubre. Universidad de los Andes, Bogotá.
- Middaugh, Michael (1997). Understanding faculty productivity. Standards and Benchmarks for Colleges and Universities. Jossey-Bass Publishers. San Francisco, USA.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL (2001). Bases para una política de Estado en materia de Educación Superior. ICFES, Bogotá.
- MIT (2004). Engineering Education Reformed. Technology Review. Edición Abril. Boston, USA.
- NAE - National Academy of Engineering (2003). The Engineer of 2020: Visions of engineering in the new century. The National Academies Press. Washington, USA.
- Orozco, Luis Enrique (1999) La Formación Integral, Mito y realidad. Ediciones Uniandes. Universidad de los Andes, Bogotá.
- Poveda, Gabriel (2002). Un proyecto de reindustrialización nacional, Academia de Economía, Bogotá.
- Roszak, Theodore (1994) A propósito de la delincuencia académica en Universidad – Utopía. ICFES. Editora Nacional de Colombia. Medellín.
- Santa María Álvarez, Peter (1994). Origen, desarrollo y realizaciones de la Escuela de Minas de Medellín. Ediciones Diké, Medellín.
- THE ECONOMIST (1997). The knowledge factory: A survey of universities. The Economist, Ejemplar Octubre 4.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (2004a). La reforma académica que requiere la Universidad Nacional de Colombia. Serie Documentos de Trabajo Nro. 1. Unibiblos, Bogotá.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (2004b). Las reformas académicas en la Universidad Nacional de Colombia. Serie Documentos de Trabajo Nro. 2. Unibiblos, Bogotá.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (2004c). Problemas curriculares y pedagógicos en la Universidad Nacional de Colombia. Serie Documentos de Trabajo Nro. 3. Unibiblos, Bogotá.
- Wolfram, Stephen (2002). «A new kind of science»
- Zuleta, Estanislao (1991). Democracia y participación, en Colombia: violencia, democracia y derechos humanos, Bogotá, Altamir.



# La dimensión ambiental en los currículos de formación de ingenieros y tecnólogos

William Manuel Mora Penagos

Candidato a Doctor en Educación Ambiental (Universidad de Sevilla – España)

Universidad Distrital «Francisco José de Caldas» (Bogotá – Colombia)

Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ingeniería Forestal

## Resumen

El pensamiento ingenieril que en muchas aulas circula, no está preparado para enfrentar los problemas socio ambientales globales, ya que los fundamentos conceptuales que lo sustentan han dependido de las ciencias en un contexto de la modernidad que distan de las exigencias actuales que reclaman la interdisciplinariedad de los conocimientos; para ello el saber ingenieril requiere admitir su autonomía epistemológica pero su interdependencia con otros saberes para enfrentar contextos de investigación asociados a modelos de desarrollo humano sostenible. La reconceptualización del saber ingenieril se une a la inclusión de la dimensión ambiental tanto en la gestión como la investigación y la docencia en las universidades, enfrentándose a distintas exigencias que se han presentado en la acreditación de los programas que reclaman los contenidos ambientales en la docencia universitaria.

**Palabras Claves:** Currículo ambiental, epistemología de la ingeniería, desarrollo humano sostenible, contenidos ambientales, complejidad, constructivismo

## Abstract

The engineering thought, as usually walk around classrooms, is not suitable to face up to global environmental problems given that its conceptual frameworks are long away from the present requirements regarding knowledge interdisciplinarity. Thus, engineering thought needs to admit its epistemological autonomy but also its dependency of other areas of knowledge, in order to cope with the actual research strategies associated with human sustainable development models. Since this perspective, engineering thought must be permeable to the environmental dimension in its curricula, as well as in its management and research orientations, given the present day exigencies and demands of environmental contents in teaching at university level.

**Key words:** Environmental dimension of curriculum, epistemology of engineering, sustainable human development, environmental contents, complexity, constructivism

## 1. Introducción

En la Educación Superior y particularmente en los programas de ingeniería, los temas ambientales no pueden ser preocupación exclusivamente de quienes trabajan en ingeniería ambiental. Creemos que esta preocupación debe ser responsabilidad de todos los campos del saber que circulan en las universidades, y particularmente de los programas de ingeniería y tecnología que hacen parte de las facultades ambientales.

Hoy son de gran magnitud los problemas y desafíos ambientales que tienen que enfrentar la humanidad (*la urbanización creciente y desordenada; la contaminación ambiental y sus secuelas como el efecto invernadero o la destrucción de la capa de ozono que apuntan a un peligroso cambio climático; el agotamiento de los recursos naturales como la capa fértil de los suelos, el agua dulce, las fuentes fósiles de energía, y los yacimientos minerales; la degradación*

*y desertificación de ecosistemas; la destrucción de la biodiversidad y diversidad cultural*)[1] que producto del modelo de desarrollo imperante ha vinculado la ciencia y la tecnología en sus causas y soluciones.

Los productos del conocimiento ingenieril y tecnológico han estado vinculadas a las causas y soluciones de los problemas globales: *el hiperconsumo, la explosión demográfica, los desequilibrios humanos con sus distintas formas de conflictos bélicos (con sus secuelas de carrera armamentista), la actividad de las organizaciones mafiosas que trafican con armas, drogas, especies exóticas y personas, y la actividad especuladora de empresas transnacionales que imponen condiciones de explotación destructiva de personas y medio físico*[1], reclaman no sólo la concientización de la sociedad sino particularmente cambios en los currículos en los distintos niveles de la educación que formen a la sociedad para la crítica y acción participativa en las soluciones a estos grandes problemas de la humanidad.

Pero, ¿qué tienen que ver los modelos de desarrollo y los problemas planetarios con la ingeniería en general? La respuesta es histórica, ya que los modelos de desarrollo centrados en aspectos únicamente económicos han sido en gran medida dependientes de los productos ingenieriles y tecnológicos que desde una concepción centrada en la modernidad han generado grandes problemas ambientales y la creencia de que a todo problema ambiental siempre le será posible esperar una respuesta tecnológica de solución. Por eso muchos de los planteamientos de reformas curriculares[2] han recomendado posturas orientadas al «desarrollo humano sostenible», entendido éste como la forma de crecimiento que propende por el mejoramiento de la calidad de vida de las personas y protege el derecho de las generaciones presentes y futuras para llevar una vida saludable y productiva, acorde con la conservación del ambiente sano.

Como se mostrará en el siguiente apartado muchos de los desequilibrios ambientales en que se han vinculado como causantes y como soluciones, los conocimientos ingenieriles han estado centrados en los valores de la modernidad que están lejos de enfrentarse a los problemas complejos (de emergencia planetaria) de naturaleza socio – ambientales que enfrenta la humanidad actual. La alternativa sería una mirada postmoderna del ambiente que hable más de *desarrollo humano sostenible* que de *desarrollo sostenible* en general, y de una educación apuntando al desarrollo de sociedades responsables como lo sustenta Sauvé[3], cuyo principio ético es la responsabilidad (local / global) y que iría más allá de la prudencia, respeto y aplicación de reglas, a favor de una relación entre el ser y el hacer en contextos específicos de acción y transformación social, y donde son fundamentales la defensa de los valores asociados a los derechos humanos.

De esta manera, la reflexión sobre la naturaleza epistémica del conocimiento ingenieril y su vinculación con los problemas ambientales nos permitiría una decidida defensa del medio dirigiendo sus esfuerzos a la investigación e innovando hacia el logro de tecnologías favorecedoras de un desarrollo sostenible humano (incluyendo desde la búsqueda de nuevas fuentes de energía al incremento de la eficacia en la obtención de alimentos, pasando por la prevención de enfermedades y catástrofes o la disminución y tratamiento de residuos...) con el debido control para evitar aplicaciones precipitadas, que permitan nuevos compromisos éticos, est ticos y axiológicos respetuosos con el ambiente y particularmente en lo relacionado con los derechos humanos (los *derechos civiles y políticos* orientados a la *libertad*; los *derechos económicos, sociales, y culturales*, orientados a la *igualdad*; y particularmente los *derechos ambientales o de calidad de vida*, centrados en la *solidaridad*).

En el anterior sentido Goffin[4] sostiene que ya no basta hacer conciencia de los graves problemas ambientales, se requiere preparación para la acción y por esto, es necesario una educación en valores y su relación con las actitudes y los comportamientos que permitan cuestionar y cambiar los antivalores más peligrosos en la  tica ambiental que hoy se encuentran en la vida social y científico tecnológica: el materialismo y monetarismo, la fe ciega hacia la tecnología como solución a todos los problemas de la humanidad, el individualismo, el utilitarismo, la inmediatez, la proximidad de todos en el mundo; y girar hacia otros valores como son la solidaridad (cooperación), tolerancia (interdisciplinariada), autonomía (espíritu crítico), y responsabilidad (realizar trabajo útil socialmente).

## 2. La naturaleza epistemológica del conocimiento ingenieril

La idea de *conocimiento ingenieril* como ciencia aplicada ha sido por tradición la concepción más extendida en las aulas de clase. Esta concepción de ingeniería subordinada a la ciencia, le ha generado un estatus de inferioridad que supedita todo aspecto práctico a lo teórico y en gran medida ha afectado conceptualmente al saber tecnológico al suponer que los resultados de reflexión de la naturaleza de las ciencias son suficientes y transplantables a la ingeniería. También la idea de tecnociencia o concepción indiferenciada entre los conocimientos científico y tecnológico ha sido diluyente y generadora de pérdida de identidad disciplinar por lo que más bien se propende por entender una interdependencia causal entre ciencia y tecnología en donde cada una de ellas tiene un objeto de estudio propio e independiente [5,6]. Estas concepciones de dependencia epistemológica de la ingeniería respecto de la ciencia hacen que muchos enfoques ingenieriles tengan las mismas críticas que las que se hacen a las ciencias a la hora de enfrentar los problemas cada vez más complejos, impredecibles de la humanidad: La separación del sujeto del objeto en el afán de producir resultados objetivos; la disyunción e incomunicación entre las ciencias de la naturaleza y las ciencias sociales; la tendencia a separar y atomizar en partes los objetos de investigación; desarrollo disciplinar, compartimentado y fragmentado; la pretensión de carácter anónimo del saber científico – tecnológico; la neutralidad ideológica, y su tendencia a separar la reflexión filosófica de la teoría científica y tecnológica, el neo-oscurantismo que ha generado la súper especialización, donde el especialista deviene en ignorante en todo lo que no concierne a su especialidad; el aumento de la capacidad de manipulación del conocimiento científico-técnico sobre las cosas físicas y los seres vivos.

Estas ideas provienen del paradigma de la modernidad que se originó con el *Renacimiento* en el siglo XV, fundamentado en



El pensamiento racionalista cartesiano y la ciencia beiconiana, y que luego de tres siglos, se ha visto de alguna manera que no ha cumplido sus expectativas ante el panorama sombrío que ha generado las problemáticas socio ambientales relacionadas con desigualdades, exclusiones y degradaciones humanas y naturales. Los cambios que se han venido generando a nivel planetario, particularmente a partir del último tercio del siglo XX, han determinado un entorno cultural en que el que se reclama un nuevo modelo de pensamiento de *postmodernidad* que más que una oposición o cambio de paradigma con la modernidad esté en un estado más de síntesis con ella, que parta de la crítica de la razón, a la objetividad y al individualismo, a la disciplinariedad a favor de miradas más holísticas, sistémicas, e interculturales en la emergencia de una «cultura planetaria» que integra y concilia tradiciones en una tensión de opuestos como son el caso de racionalidad / intuición, cantidad / calidad, análisis / síntesis, reduccionismo / holismo, pensamiento lineal / pensamiento sistémico, competición / cooperación, determinismo / indeterminismo, orden / desorden, estado / proceso ciencia / tecnología [7,8].

Debido a que el mundo actual se enfrenta a un conjunto de problemas de corto y largo plazo, que distan mucho de comprenderse bien, tal como sucede con los problemas

ambientales y sociales, y esto debido a que son muy complejos, azarosos y de gran incertidumbre para que los científicos e ingenieros puedan hacer predicciones precisas, es necesario adoptar marcos conceptuales complejos, sistémicos. El pensamiento complejo es ante todo un pensamiento relacional que no abandona los principios de la modernidad y su ciencia clásica de orden, separabilidad, lógica, objetividad, verdad, sino que lo integra en un esquema más amplio y más rico. No se trata de oponer un holismo global al reduccionismo analítico, se trata de incorporar lo concreto de las partes a la totalidad, articulando los principios de orden y desorden, de separación y de unión, de autonomía y de dependencia, objetividad y subjetividad que son al mismo tiempo complementarios, competidores y antagonistas en todas las explicaciones de la realidad.

Así que es importante mostrar las diferencias entre ciencia e ingeniería para afrontar la complejidad creciente de los problemas socio ambientales de la humanidad. El siguiente cuadro resume las principales ideas que diferencian ciencia de ingeniería y que pueden ser muy útiles a la hora de no sólo establecer la autonomía epistemológica de la ingeniería como también permitirle vincularse en el pensamiento ambiental, en el diseño curricular a tendencias a visiones más complejas y sistémicas.

Característica	Conocimiento científico	Conocimiento Ingenieril
Finalidad	Explicación y la verdad o su aproximación al resolver problemas.	Fabricación, y la corrección antes que la verdad. Cuida el impacto ético y estético (implicación práctico / artística).
Resultado	Conocimiento generalizable	Objeto particular.
Interés	Lo natural	Lo artificial
Conceptos	Principalmente cuantitativos.	Se usan conceptos principalmente cualitativos.
Creatividad	Ocasionalmente.	En cada problema cotidiano
Método y Procedimiento	Analítico. Simplificación del fenómeno. Plantear y resolver problemáticas universales.	Sintético. Complejidad de la necesidad formulada. Plantear y resolver problemáticas puntuales y prácticas. Para lo cual confluyen muchos saberes.
Origen de los problemas	Tendencia a ser deducidos de las teorías.	Tendencia a ser deducidos de la práctica. Se depuran por el ensayo y el error y de la creación de técnicas.
Tipo de teorías	Que describa, explique y predigan con verdad y universalidad	Su validez no está en que sea verdadera o universal sino que sea útil, en relación dialéctica con la práctica tecnológica.
Sus Productos	Tiene pretensión de universalidad. Pretenden la reconstrucción teórica en relación al "por qué" y no de "para qué".	Pretensión hacia la aplicación local. Tendencia a elaborar modelos teórico - prácticos. Sus productos son Diseños y Artefactos cuya prueba no es tanto la predicción como el funcionamiento correcto.
Artículos versus patentes	Los científicos elaboran artículos para dar a conocer los resultados de sus investigaciones a la comunidad científica a la que pertenece, y ver plasmados sus hallazgos en revistas prestigiosas para en un futuro lograr promoción social y la concesión de subvenciones.	Principal deseo de los tecnólogos y científicos industriales es contribuir a patentar e n vez de publicar. Las revistas técnicas tienen funciones distintas a las científicas particularmente para actualizar la información tecnológica. El secreto de las patentes se está extendiendo al campo de la ciencia académica en algunas áreas de investigación. La máxima es: "patenta o perece" a sí como los trabajadores de las ciencias sería: "publica o perece"
Propósitos de los laboratorios de investigación académica e industrial.	El laboratorio visto como un centro de producción de artículos científicos destinados a su publicación para persuadir y convencer a la comunidad. Algunas veces también se puede orientar a la producción de conocimiento práctico encaminado a su aplicación tecnológica por encargo de empresas o gobiernos.	El laboratorio visto como un centro de producción de patentes, las cuales se convertirán en nuevos procesos de fabricación y productos comerciales mejores y quizás más baratos que los anteriores, lo que a su vez dará lugar a más beneficios económicos. También a generar patentes que nunca se convertirán en productos comerciales pero que permiten protegerse de la amenaza de los competidores. La investigación industrial viene impuesta por intereses comerciales de las empresas.

En un marco sistémico y complejo así como se presenta interdependencia y autonomía entre ciencia e ingeniería, a su vez la tecnología (más que herramientas, instrumentos, máquinas, métodos, y técnicas), se le considera como sinónimo de ingeniería[9], orientada a la elaboración de productos artificiales en sistemas socio-técnicos con responsabilidad ética, estética y moral en los usos que se hacen de ellos (se debe diferenciar en el objeto epistémico de las disciplinas formales en las competencias que se debe formar para ingenieros y tecnólogos en la educación superior, ya que a la ingeniería le corresponde el diseño y a la tecnología le corresponde la coparticipación en el uso y transformaciones de los diseños). El conocimiento tecnológico, en su esencia es interdisciplinar (sus fundamentos están en el conocimiento cotidiano, técnico y científico experimental – socio – humanístico) orientado a la solución de problemas que afectan cotidianamente a la sociedad. El objetivo de los tecnólogos ha sido y sigue siendo, producir y mejorar artefactos, sistemas y procedimientos que satisfagan necesidades y deseos humanos, más que contribuir a la comprensión teórica[9], sin embargo, en su razón de ser que es el diseño, desarrollo y evaluación de prototipos se ajusta a una lógica diferente a la de la investigación científica. Para la tecnología el cómo se convierte en pregunta central, por encima del por qué; un cómo, en general, no puede responderse únicamente a partir de principios científicos puesto que al pasar de los diseños y de las realizaciones de prototipos, éstos se optimizan en procesos para su producción real los cuales son innumerables –y, a menudo, insospechados –.

Aunque muchas áreas del saber y distintas profesiones se relacionan directamente con lo ambiental, los ingenieros están en una posición única para tomar medidas en torno a proteger el ambiente y luchar para corregir los grandes problemas globales existentes. Para esto los ingenieros deben poseer el conocimiento científico, técnico y epistemológico para identificar, diseñar, y construir sistemas que permita el desarrollo humano sostenible mientras protege el ambiente, lo cual exige que los ingenieros sean formados para incluir los aspectos ambientales en todo su trabajo, especialmente en sus proyectos de diseño.

El proceso de diseño ingenieril en su refinamiento y sofisticación ha sido caracterizado por el uso del principio de máxima economía, incorporando esta consideración como una parte inherente e inseparable del actuar práctico, y de esta manera buscar soluciones económicas mientras se satisfagan los criterios de eficiencia. Sin embargo desde hace ya algunos años las regulaciones ambientales cada vez más rigurosas exigen incorporar de manera integral esta variable en todos los diseños. Ocasionalmente puede haber conflicto entre lo económico y lo ambiental, por lo que las compañías

eluden la incorporación ambiental por el miedo a que tales cambios reduzcan sus beneficios económicos [10]. Esto hace que la formación de ingenieros no sólo debe involucrar el movimiento de producción centrado en procedimientos económicos eficientes sino también respetuosos por el ambiente asumiendo tecnologías limpias, desde consideraciones éticas explícitas, por lo que aparece como fundamental incluir en la formación de todos los ingenieros la dimensión ambiental y particularmente de la educación ambiental.

La inclusión de la educación ambiental en planes de estudios en la formación de ingenieros se considera como paso importante para asegurar acciones responsables para la sociedad y la cultura, en distintos ámbitos de la ingeniería (en procesos industriales, gerencia recursos naturales, saneamiento básico, aprovechamiento forestal, redes del transporte, nanotecnología, genética molecular, etc.), que permitan analizar problemas, encontrar causas y sus efectos, y establecer claramente las condiciones bajo las cuales ciertos procesos ocurren y qué efectos tienen éstos en la calidad del ambiente que afectan nuestras vidas y a la sociedad en general. Una vez que se siembre esta semilla producirémos una nueva generación de los ingenieros que tengan criterios profesionales en lo ambiental, conduciendo hacia la puesta en práctica del desarrollo sustentable responsable.

### 3. La inclusión de la dimensión ambiental en los currículos universitarios de ingeniería

La dimensión ambiental en la educación superior no es nueva y ha sido objeto de posicionamientos en las políticas de los países latinoamericanos desde los años 80s, y aunque se comparten la mayoría de las ideas no son así sus acciones. Colombia ha sido pionera en estas discusiones particularmente desde los planteamientos de la «*Carta de Bogotá sobre Universidad y Medio Ambiente*» promulgada en 1985 durante el «*Primer Seminario sobre Universidad y Medio Ambiente en América Latina y del Caribe*», allí se insistió «en la significación y función de la Universidad como laboratorio de la realidad contemporánea» y señaló la necesidad urgente de la introducción de la dimensión ambiental en los programas de los estudios superiores [11, 12].

La ambientalización en la educación superior hoy mas que nunca sigue siendo un concepto de actualidad con el que se define la estrategia para conseguir un modelo de desarrollo sostenible en el que los procesos de acreditación han ejercido gran influencia en la última década. Las facultades de ingeniería están convocadas a «ambientalizar o «poner verde los currículos» incorporando la dimensión ambiental en todos los estamentos y funciones universitarias. Siguiendo las recomendaciones de la «Carta de Bogotá» y los trabajos de van



Wassen y Monrós [13,14], podemos destacar las siguientes dimensiones que son posibles de inclusión ambiental:

- En el ámbito de la *gestión universitaria*, el trabajo ambiental no es únicamente seguir las directrices de ambientalización como cualquier otra institución o empresa: cumplir la legislación e introducir mecanismos de control que introduzcan el principio de la mejora continua respecto al diseño y mantenimiento de los edificios, el precio de los materiales, la escasez de suelo, necesidad de espacio, movilidad interior mecanizada o estética arquitectónica; la gestión ambiental de las universidades es prioritario la elaboración de planes ambientales que incluyen la elaboración de criterios de gestión, docencia e investigación, siguiendo normas locales y nacionales, como de la implementación de las directrices e indicadores del modelo de la Agenda 21 emanada de la «Conferencia mundial sobre el medio ambiente y el desarrollo de Río de Janeiro 1992.
- Pero la principal tarea ambiental de las universidades no reside en la gestión ambiental del campus universitario sino en la consecución de objetivos de formación, concienciación y acción que permita desarrollar una docencia que asuma el compromiso ambiental. Se pueden sistematizar en:
  - √ *Ambientalización de la oferta académica*: Creación de carreras ambientales así como maestrías y cursos de postgrado específicos en medio ambiente o relacionados.
  - √ *Ambientalización de las titulaciones*: Introducción de asignaturas específicas de medio ambiente o relacionadas en las titulaciones.
  - √ *Ambientalización de los contenidos curriculares*: Introducción en todas las asignaturas, de todas las carreras tanto en asignaturas obligatorias como electivas.
  - √ *Ambientalización de la sensibilidad*: Se trata de generar especial sensibilidad en materia ambiental en los profesionales.
- *La ambientalización de la investigación*:
  - √ *Investigación en medio ambiente*: Contención de la contaminación, remediación ambiental, gestión ambiental, preservación de la biodiversidad, economía ambiental.
  - √ *Investigación enmarcada en el medio ambiente*: mediante modelos de análisis de ciclo de vida de materiales o de evaluación de impacto ambiental de proyectos, etc.
  - √ *Investigación desarrollada con buenas prácticas ambientales*: Realización de trabajos con

comportamientos positivos para el medio ambiente, de adecuadas condiciones de precaución de seguridad, higiene y control ambiental.

En el proceso de inclusión de la dimensión ambiental en las tres funciones universitarias (gestión, docencia e investigación) es necesario responder las siguientes preguntas: ¿En el contexto de qué modelo de desarrollo sostenible se debe incluir la dimensión ambiental de los currículos? ¿Cuándo se puede decir que la dimensión ambiental se incorporó? ¿Qué señales o indicadores se deben tener en cuenta? Las respuestas a estas preguntas generan conflicto y dificultan el concepto de incorporación y de lo que se incorpora y tienen que ser objeto de investigación a lo largo de muchos años. Para esto se requiere que exista la posibilidad de formar líneas de investigación en pedagogía y didáctica de la ingeniería, como la posibilidad de que ingenieros y tecnólogos se formen en maestría y doctorado en áreas propias de la educación, en este sentido se considera como fundamental la línea de investigación en «*conocimiento didáctico del contenido*», que permita el desarrollo profesional de la docencia universitaria [15].

En conclusión, hemos abierto una línea de investigación que permite determinar los mecanismos de inclusión de los contenidos ambientales en el marco de la sustentabilidad, iniciando con la reflexión sobre el saber ingenieril, reclamando su autonomía y su contextualización en un marco ambiental complejo y postmoderno, lo que determina adecuaciones curriculares y formación permanente del profesorado de ingeniería que permitan la dinamización de los procesos de *implementación y evaluación del grado de ambientalización curricular* presente en los planes de estudio, el desarrollo profesional docente del profesorado [16] en torno a la evolución de los procesos de *planificación de las asignaturas y las acciones docentes*, con el fin de mostrar caminos y concreciones de educación para la inclusión de contenidos ambientales en pro de una *educación para desarrollo humano sustentable*.

#### 4. Referencias

- [1] Edwards, M., Gil, D., Vilches, A., y Praia, J. La Atención a la Situación del Mundo en la Educación Científica. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 22, N° 1, 2004, pp 1-17.
- [2] ACOFI – ICFES. Actualización y Modernización Curricular en Ingeniería Ambiental. Bogotá. 1999.
- [3] Sauvé, L. La educación ambiental entre la modernidad y la post modernidad. *Tópicos en Educación Ambiental*. Vol.1, N°2, 1999. pp. 7-25.



- [4] Goffin, L. Formación de actitudes y valores en educación ambiental. Memorias del segundo encuentro internacional: Formación de dinamizadores en Educación Ambiental. Universidad Distrital – FEN - MEN. Bogotá. 1996. pp 27-39.
- [5] Acevedo D. José A. Análisis de Algunos Criterios para Diferenciar entre Ciencia y Tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 16, N° 3, 1998, pp. 409-420.
- [6] Niiniluoto, I. Ciencia Frente a Tecnología: ¿Diferencia o Identidad? *Arbor*, N° 620, 1997, pp. 285-299.
- [7] Morin, E. El Desafío del Siglo XXI: Unir los Conocimientos. La Paz - Bolivia: Plural Editores. 2000.
- [8] García - Díaz, J. E. Educación ambiental, Constructivismo y Complejidad. Sevilla: Diada Editora. 2004.
- [9] Mitcham, C. La Importancia de la Filosofía para la Ingeniería. [En: López Cerezo y otros, Filosofía de la Tecnología. Madrid: OEI. 2001].
- [10] Abdul-Wahab, S. A., Abdulraheem, M. Y., Hutchinson, M. The need for inclusion of environmental education in undergraduate engineering curricula. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 4, No. 2, 2003. pp. 126-137.
- [11] Bermúdez. O. Cultura y Ambiente. Bogotá: UN – IDEA. 2003.
- [12] Carrizosa U.J. Universidad y Medio Ambiente en Colombia. 3er Seminario Internacional Universidad y Ambiente. U.D.C.A. Bogotá, 2005, pp.15-46.
- [13] Van Weenen, H. Towards a vision of a sustainable university. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 1, No. 1, 2000. pp. 20-34.
- [14] Monrós T. G. «Acciones Ambientales en el Entorno en las Universidades Españolas». 2003. en [http://www.ces.gva.es/cs\\_/htm\\_conferencias/conferencias\\_06.htm](http://www.ces.gva.es/cs_/htm_conferencias/conferencias_06.htm)
- [15] Mora P.W. *Inclusión de los Contenidos Ambientales en la Docencia Universitaria*. Proyecto de Investigación financiado por el Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2006.
- [16] Mora P.W., García M.A., Mosquera S.C. *Estrategias para el Desarrollo Profesional en el Campo Pedagógico y Didáctico del Profesorado de Ciencias Experimentales y Tecnologías a Nivel Universitario*. Bilbao- España: Ediciones Mensajero. 2004, pp. 1563 – 1580.

# Estructuración del plan curricular - Una experiencia

Alain Gauthier, Rafael Gómez  
Universidad de los Andes - Facultad de Ingeniería

## Resumen

En los últimos años se han producido una gran cantidad de estudios, reflexiones, foros y recomendaciones alrededor del tema de la educación del ingeniero para el año 2020. En este documento se describe la reforma curricular que se está adelantando en la Facultad de Ingeniería de Universidad de los Andes, su marco conceptual (inspirado en gran parte de los estudios anteriormente mencionados), su implementación y los desafíos en el mediano plazo.

**Palabras claves:** Estructura curricular, formación del ingeniero 2020, formación de posgrado

## Abstract

In the last years a great amount of studies and discussions have been produced about the required education for the engineer of the 2020. In this paper we present the curricular reform that was undertaken in the School of Engineering at the University of los Andes.

**Keywords:** Curricular structure, 2020 engineering education, graduates studies

## 1. Introducción

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes ha visto la necesidad de modernizar sus currículos inspirándose en gran parte en los estudios recientes alrededor del tema de la educación del ingeniero para el año 2020 (ver por ejemplo [1], [2], [3], [4], [5]).

El artículo presenta la propuesta de plan curricular y la experiencia que se ha tenido en su diseño e implementación. Para comenzar se discuten las principales razones que nos llevaron a esta reforma: el contexto y la historia de la institución; el crecimiento acelerado del conocimiento que hace que no se puede pretender formar el ingeniero definitivo, así como la necesidad de favorecer la formación de diferentes perfiles, teniendo en cuenta que no existe una forma única de ejercer la ingeniería; y los contextos internacional, que nos exige posibilitar la movilidad estudiantil y la comparabilidad de títulos, y nacional, que hace indispensable impulsar la formación a nivel de posgrado, basada en la investigación y articulada con la reforma de pregrado.

A continuación, se describe la estructura propuesta insistiendo en los conceptos fundamentales en cada ciclo de formación, como restar relevancia a contenidos precisos e insistir en la comprensión de los fundamentales, posibilitar profundización electiva en ciencias y matemáticas, impulsar el trabajo independiente, interdisciplinariedad, formación integral, perfiles que permitan integración o profundización o ampliación, articulación con los programas de posgrado.

Por último se presentan los desafíos en el mediano plazo para la consolidación de este proyecto académico, tanto los de métodos docentes como los de consolidación de la investigación.

## 2. Contexto de la reforma

Para entender una reforma es importante conocer las motivaciones principales que la impulsaron. A continuación explicamos brevemente los principales factores y razones para el cambio.

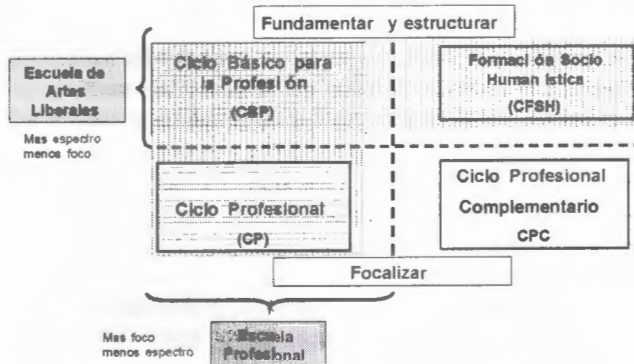
### 2.1 Tradición de Uniandes

Para la implementación de cualquier reforma curricular el contexto y la tradición de la universidad juegan un papel fundamental. Desde su creación la Universidad de los Andes se ha caracterizado por tener un esquema de formación innovador en el contexto del país. Introdujo las nociones de flexibilidad, de formación integral, de créditos, de aprendizaje autónomo por parte del estudiante, entre otros. Los objetivos de la formación son más generalista que profesionalizante. Con el paso del tiempo algunas de estas características se han venido erosionando, agregando entre otros más materias profesionales a los programas. La reforma actual es una reafirmación y consolidación del carácter fundacional de la Universidad.

El diagrama siguiente muestra dos tipos de universidad, una más abierta y generalista, la otra más profesional. Los Andes tiene como propósito inscribirse en el marco de las



universidades abiertas, con programas basados primordialmente en los ciclos de formación en ciencias o disciplinas fundamentales, sumados a una formación socio humanística, a un ciclo profesional y profesional complementario con posibilidad de incursar en otras áreas profesionales.



## 2.2 Necesidad formación a lo largo de la vida

El conocimiento contemporáneo presenta, entre otras características, las de un crecimiento acelerado, mayor complejidad, tendencia a una rápida obsolescencia, necesidad de la interdisciplinariedad y del manejo de la incertidumbre e internacionalización.

Según cifras de J. Appleberry, citado por J.J. Brunner [6], el conocimiento demoró 1.750 años en duplicarse desde el inicio de la era cristiana; luego duplicó su volumen cada 150 y después cada 50. Ahora lo hace cada 5 años y para el 2020 cada 73 días.

En el campo de las matemáticas se producen 100.000 nuevos teoremas cada año. En química se publican más de 1 millón de artículos cada 2 años. Entre 1960 y 1980 se realizaron más publicaciones en historia que en el periodo anterior desde los griegos.

En este contexto de crecimiento acelerado del conocimiento, no se puede pretender formar el Ingeniero Definitivo. ¿Cómo cubrir todo lo que, potencialmente, un profesional puede necesitar? Pensamos que es mejor privilegiar una sólida formación básica con aptitudes de adaptabilidad al cambio y de auto aprendizaje. Se requiere una mayor exigencia de trabajo individual monitoreado, y el desarrollo de actitudes que garanticen una formación a lo largo de la vida.

No existe una forma única de ejercer la ingeniería. Los profesionales pueden optar por hacer una carrera tradicional en las empresas o consultorías, o pueden optar por crear su propia empresa, pueden dedicarse a actividades

mas de dirección y conducción que de operación, pueden explorar otros horizontes mas interdisciplinarios, pueden optar por una carrera académica y continuar con estudios de doctorado. Es entonces importante que nuestros currículos tengan la flexibilidad suficiente así como la estructura adecuada para permitir al estudiante escoger su perfil y sus áreas de énfasis. Se requiere también una mayor interacción con el entorno, la creación de empresas no es una habilidad que se pueda impulsar exclusivamente desde la academia.

Es importante apoyar las acciones actuales de las asociaciones profesionales tendientes a modificar el otorgamiento de la tarjeta profesional, la idea siendo exigir un mínimo de experiencia profesional. Aprender una profesión es más que estudiar en una universidad, y ser profesional es más que tener un diploma.

## 2.3 Contextos internacional y nacional

Las universidades norteamericanas y europeas están convergiendo en su concepción universitaria. En Estados Unidos los programas son de cuatro años y la Comunidad Europea va en este sentido (acuerdo de Bolonia, sistema 3-5-8).

La movilidad estudiantil y la comparabilidad de títulos son otras tendencias mundiales. Esto requiere un reconocimiento de la experiencia educativa entre instituciones, y currículos comparables en términos de competencias y habilidades por cada nivel de formación.

El país tiene una gran necesidad de formación de profesores universitarios. A la fecha solo contamos con 2.5% de profesores con formación doctoral y 15% con formación de maestría (Fuente: ICFES).

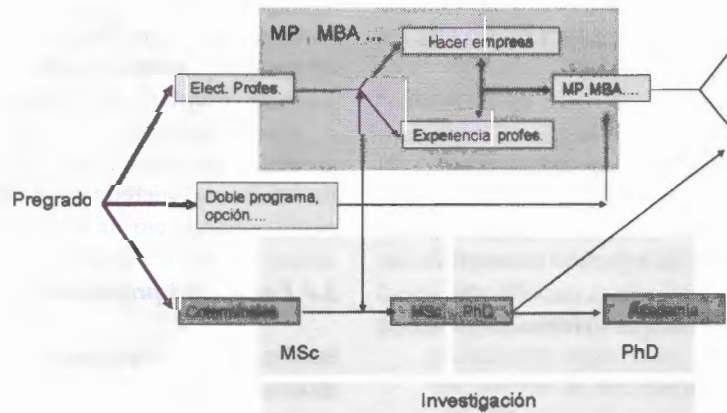
El país quiere fundamentar su crecimiento en el desarrollo científico y tecnológico: «Desarrollar y consolidar el capital humano colombiano para la ciencia y la tecnología, Impulsar el conocimiento en áreas estratégicas para el desarrollo competitivo del país», [7].

La Universidad de los Andes quiere responder a este reto con una reforma integral pregrado posgrado y la consolidación de los programas de posgrado y doctorado. El 90% de nuestros profesores son de planta y el 50% de ellos cuenta con formación doctoral. Desde 1980 hemos venido consolidando los programas de maestría. Estamos avanzando en la estructuración y puesta en marcha de maestrías de profundización, diferenciadas de aquellas de investigación. Hemos iniciado los programa de formación doctoral en 1998.

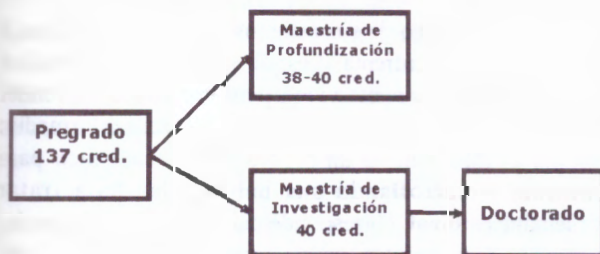
### 3. Reforma y estructura de la reforma curricular propuesta

En el contexto anterior, la Universidad ha venido analizando las diferentes posibilidades de estructurar su

oferta educativa. La figura siguiente ilustra los caminos que puede seguir un estudiante durante su primer paso por la institución. También posibilita su regreso a continuar la formación a nivel de especialización o maestría profesional o de investigación.



La Facultad de Ingeniería ha organizado su esquema de formación como se muestra a continuación:



Con un pregrado de 137 créditos que puede ser culminado en 4 años y dos caminos de formación de posgrado: uno con énfasis en la formación profesional con maestrías de profundización y otro con énfasis en investigación con maestría y doctorado.

Esta reforma se ha fundamentado en los siguientes aspectos:

#### 3.1 Ciencias y matemáticas

Si bien es cierto que la formación en ciencias ha sido tradicional en la ingeniería, también lo es que los ingenieros no son científicos, sino que hacen uso de la ciencia. Así que es pertinente preguntarse por el papel que la formación en ciencias debe jugar en la educación de un ingeniero.

El énfasis suele estar en los temas que un estudiante debería saber, pero es probable que muchos de esos temas no sean usados posteriormente por él. El énfasis no debería radicar en unos contenidos precisos, sino en la aproximación científica al mundo. Esto no es lo mismo que decir que se puede enseñar

cualquier cosa: hay ciertos conceptos fundamentales que deben ser entendidos por el estudiante; el reto es identificarlos, evitando lo accesorio y el enciclopedismo; es el principio de «menos es más» [8]: mejor pocos temas bien tratados a muchos con una pobre asimilación. Esto se logra con una metodología adecuada para enseñar la aproximación científica del mundo y demás habilidades esperadas de una sólida formación en ciencias.

La aproximación científica se basa en observaciones inciertas, conocimiento inductivo y una aproximación evolutiva (dialéctica). En contraste, su docencia se basa en conocimiento deductivo y axiomático, y en observaciones determinísticas: la docencia es contraria a la visión del mundo deseada. Así es difícil que el estudiante logre una real comprensión del universo; puede acabar confundiendo modelo y realidad. De aquí surgen las posteriores quejas de los profesores de ingeniería de que sus estudiantes «no saben aplicar las ciencias en contexto de ingeniería».

Para lograr una comprensión de la naturaleza, es importante que la exposición a las ciencias sea lo más amplia posible; que el estudiante se enfrente a diversas ciencias con sus respectivos métodos y problemáticas; en particular, la biología.

Para los estudiantes las ciencias son un reto que deben pasar para estudiar su carrera, no las consideran parte de ella. Esto influye en la mortalidad de estos cursos, y en el desinterés en continuar con la formación científica después del ciclo básico. Además, se ve reforzado por la estructura tradicional donde se cursa un ciclo básico para después entrar en la parte profesional: la formación científica no es una etapa sino una componente longitudinal a la carrera, que dialoga con la parte

profesional. El estudiante debe entender que esta formación es una componente básica, que su formación se puede extender más allá, que debe profundizar en ciencias.

En nuestro caso, los programas tienen una parte común (23 cr.), una particular (6 cr.) y una electiva (3 cr.). El volumen total es igual; no así los cursos concretos (32 cr; 23% del programa).

### 3.2 Formación básica complementaria (socio-humanística)

En ingeniería es importante el contexto social, pero pierde relevancia ante la parte técnica. La ingeniería es una profesión, con una función social: la tecnología es una actividad social [9]. Olvidarlo conduce a la pérdida de su relevancia, como ya ocurre en algún grado.

El ejercicio profesional no es solo diseño y estudios técnicos. Toda profesión se determina por las necesidades y requerimientos de la sociedad: es una construcción social. La tecnología está en toda actividad social, y al ingeniero se le asignan tareas más y más diversas. Los ingenieros deben guiar la sociedad en el uso de la tecnología, pero es notoria su pérdida de protagonismo en arenas diferentes de la técnica; en particular, en la política [10].

La formación complementaria a la técnica no es un barniz de cultura, sino comprender la sociedad en la que se desenvuelve. Esta área es extensa e interdisciplinaria; en nuestro caso, incluye: humanidades, ciencias sociales y ciencia y tecnología (estos últimos no como cursos técnicos, sino analizando su papel en un contexto social e histórico). Por su amplitud y diversidad de propósitos, es principalmente electiva, pero su estructura garantiza un cierto cubrimiento y profundización. Está constituida por 30 cr. (22% del programa), 24 de ellos electivos.

### 3.3 Fundamentos de ingeniería

Esta componente constituye una primera aproximación al método de ingeniería. Pretende centrarse, y es una primera aproximación, al análisis y el modelado. Se divide en tres partes:

1. Una componente común (introducción a la ingeniería, incertidumbre, informática y evaluación de proyectos) constituida por cursos obligatorios y comunes para todas las ingenierías. Aunque el curso de introducción persigue las mismas metas, pero se contextualiza en cada disciplina ya que uno de sus propósitos es introducir al estudiante en la problemática de la ingeniería en cuestión.
2. Una parte configurable según la disciplina. Si bien los

métodos de todas las ingenierías comparten su orientación y principios, cada una tiene sus propias particularidades. Así, es conveniente que cada disciplina tenga algunos cursos específicamente orientados a ella.

3. Una electiva en ingeniería. Es conveniente que un ingeniero tenga alguna aproximación a los métodos de otra ingeniería. En ocasiones porque estos métodos también pueden ser usados en su disciplina, pero también para ampliar sus horizontes y conocer otras aproximaciones.

En total son 21 créditos (15% del programa), 3 de ellos electivos.

### 3.4 Formación profesional

Son los cursos más profesionales y centrados en lo específico de cada ingeniería. Tiene 3 partes:

**Núcleo.** Son cursos obligatorios básicos de una disciplina, que identifican a los ingenieros de una especialidad. Son 33 créditos (24% del programa).

**Proyectos.** A lo largo de sus estudios el estudiante realiza 3 proyectos. Inicial: enfrenta al estudiante a una problemática en la que la ingeniería interviene, permitiéndole comprender los fundamentos y los problemas de su quehacer. Intermedio: enfrenta al estudiante a un problema no académico para continuar desarrollando sus habilidades para tratar problemáticas. Final: corresponde con el proyecto de grado; se desea tener variantes, como grupos de estudiantes que trabajan en torno de una problemática de ingeniería bajo la dirección de un profesor. Se desea quitar la connotación de «tesis» como tal. Son 6 créditos (4% del programa).

**Ciclo final.** Se contemplan varios perfiles posibles para el estudiante, que estructuran pero no pueden ser interpretados como camisa de fuerza para el estudiante. En particular, este ciclo sirve de enlace con los programas de posgrado (coterminales). Son 15 créditos (11% del programa).

## 4. Actividades y retos

Nuestra Facultad está actualmente en la fase de implementación y consolidación de la reforma. Los retos son numerosos: rediseño de varios cursos, análisis de los nuevos métodos pedagógicos y de su posible implementación, construcción de las maestrías profesionales, monitoreo de todas las implicaciones de la reforma, motivación de la totalidad del cuerpo profesoral hacia los cambios realizados y sus beneficios, consolidación de las actividades de investigación.



En este artículo se presentó la estructura curricular adoptada, y aunque esta induce una orientación y fija una política, el cambio efectivo se da en el aula. Mucho de este cambio está en las competencias que se desarrollen en el estudiante, las cuales, a su vez, dependen en buena medida de las metodologías usadas. A su vez, la selección de una metodología adecuada depende del profesor; en última instancia, el cambio depende del profesor, sus capacidades y su actitud.

Esto conduce a considerar el cambio curricular como un proceso y no como un hecho puntual. Para que se dé este proceso, es necesario disponer de un mecanismo que lo habilite. En nuestra visión, el mecanismo consta de 2 partes: la global al programa y la específica del profesor.

**Parte global:** se debe garantizar que las competencias deseadas se logran (o, al menos, que se tiende a ellas). Esto implica cuatro aspectos: tener unas competencias claramente definidas, disponer explícitamente actividades para lograrlas a lo largo del currículo, realizar una evaluación del nivel de logro y tener una realimentación para corregir el rumbo. Todo lo cual, armónicamente integrado, debería conducir con el tiempo al logro de las competencias [5, 11].

**Parte específica:** para que el profesor pueda realizar su parte, se necesitan 3 aspectos [12]:

1. El profesor debe recibir capacitación incremental y oportuna (en la medida en que la vaya necesitando).
2. El profesor debe disponer de los medios para efectuar sus innovaciones, esto incluye: tiempo (esta labor debe ser considerada como parte del trabajo del profesor, y no como algo que se hace por mera generosidad), recursos (para desarrollo de materiales, etc.) y acompañamiento de expertos.
3. Evaluación: esta labor del profesor debe ser evaluada por la institución, lo cual implica que él debe manejar sus experiencias como un proyecto donde establece claramente sus objetivos, la forma de lograrlos, los recursos necesarios y la forma en que medirá la efectividad de la experiencia. La evaluación de la institución se realiza contra este compromiso una vez terminada la experiencia.

Para cumplir con el desarrollo de las cadenas completas de formación se necesita consolidar los programas de posgrado y por lo tanto la investigación. La Facultad está en este proceso, generando incentivos y espacio para que los grupos de investigación puedan consolidarse. Por otro lado el adecuado desarrollo de las maestrías profesionales requiere de una mayor vinculación con el sector empresarial.

Para terminar, es importante subrayar que aquí presentamos nuestra visión de un currículo que corresponde a la historia y a las tradiciones de nuestra universidad. Cada institución debe buscar sus propias soluciones, función de sus características: lo deseable para el país es la diversidad. Lo importante es seguir un proceso disciplinado que tienda al logro de las metas propuestas.

## 5. Referencias

- [1] The Engineer of 2020, Visions of engineering in the new century, The national Academies Press, 2004.
- [2] Educating the engineer of 2020, Adapting Engineering Education to the new century, The National Academies Press, 2005.
- [3] Fink D., Ambrose S. and Wheeler D., Becoming a professional engineering educator: a new role for a new era. Journal of engineering education, enero 2005, pp 185-194
- [4] Bankel J., Berggren K.F., Engstrom M., Wiklund I., Crawley E.F., Soderholm D., El Gaidi K. and Ostlund S., Benchmarking Engineering Curricula with the CDIO syllabus, Int. J. Eng. Ed., Vol 21, N1, pp 121-133, 2005
- [5] ABET, Criteria for accrediting engineering programs, Accreditation Board of Engineering and Technology. (<http://www.abet.org>).
- [6] Brunner, José Joaquín: «Peligro y promesa: la Educación Superior en América Latina», ensayo incluido en el libro colectivo: Educación Superior latinoamericana y organismos internacionales – Un análisis crítico, UNESCO, Boston College y Universidad de San Buenaventura, Cali. 2000 pp. 93 y sigts.
- [7] Documento «Visión Colombia II Centenario: 2019», Departamento Nacional de Planeación (DNP), Editorial Planeta Colombiana S.A. 2005.
- [8] Coleman, Lawrence; Holcomb, Donald; Rigden, John. «The Introductory University Physics Project 1987–1995: What has it accomplished?», American Journal of Physics, Vol. 66, No. 2, Febrero de 1998.
- [9] Beder, Sharon. «Towards a More Representative Engineering Education», International Journal of Applied Engineering Education, vol. 5, no. 2, 1989.
- [10] Beder, Sharon. «Beyond Technicalities: Expanding Engineering Thinking», Journal of Professional Issues in Engineering, 125(1), Enero de 1999.
- [11] Felder, Richard; Brent, Rebecca. «Designing and Teaching Courses to Satisfy the ABET Engineering Criteria», Journal of Engineering Education, 92 (1), 2003.
- [12] Fink, L. Dee; Ambrose, Susan; Wheeler, Daniel. «Becoming a Professional Engineering Educator: A New Role for a New Era», Journal of Engineering Education, enero de 2005.

# Modelo de Integración Investigativa (MI<sup>2</sup>)

Hugo Alberto González, Alexander Pareja Giraldo

Instituto Tecnológico Municipal Antonio José Camacho - Facultad de Ingenierías

---

## Resumen

El modelo MI<sup>2</sup> representa una propuesta metodológica que busca integrar la investigación en el currículo mediante diferentes estrategias que permitan interrelacionar el pensum con la estructura investigativa propuesta por la institución, planteando un flujo bidireccional abstracto entre estos, los cuales se alimentan mutuamente de proyectos, estudiantes, investigadores y conocimiento utilizando como puerta de enlace los semilleros de investigación. Un estudiante se puede iniciar en investigación formativa por medio de su proyecto integrador y eventualmente este proyecto puede alimentar las actividades del semillero de investigación. Por otro lado, el estudiante que inicie su programa participando en un semillero de investigación puede convalidar los conocimientos adquiridos con las competencias necesarias para aprobar el seminario integrador u otra asignatura de su pensum. El seminario integrador permite establecer un puente virtual entre el programa académico y el semillero de investigación, donde el estudiante se sumerge o se involucra en actividades de investigación que le permiten desarrollar habilidades potenciales que favorezcan el aprendizaje significativo y la aplicabilidad de los conceptos teóricos, abordando problemas contextualizados por su entorno.

**Palabras Clave:** Currículo, formación, investigación

## Abstract

The MI<sup>2</sup> model represents a methodological proposal that looks for to integrate the investigation in the curriculum by means of different strategies that allow to interrelate the academic program with the investigative structure outlining an abstract bidirectional flow between them, which feed mutually projects, students, investigators and knowledge using as connection door the seeding of investigation. A student can begin in formative investigation by means of her integrative project and possibly this project can feed the activities of the seeding of investigation. On the other hand, the student that begins the program participating in a seeding of investigation can validate the acquired knowledge with the necessary competencies to approve the integrative seminar or another subject of the academic program. The integrative seminar allows to establish a virtual bridge between the academic program and the seeding of investigation, where the students are involved in investigation activities that allows them to develop potential abilities that favor the significant learning and the applicability of the theoretical concepts, approaching problems from the knowledge of the context.

**Keywords:** Curriculum, formation, research (investigation)

## 1. Introducción

El Instituto Tecnológico Municipal Antonio José Camacho propende por desarrollar en sus estudiantes una cultura investigativa durante toda su formación profesional, que les permita ser agentes de cambio y transformación con espíritu investigador dados a la reflexión, la creatividad, la innovación y la autogestión de su propio conocimiento. Por lo tanto, incluye la formación investigativa como medio y parte comprensiva del currículo, para formar profesionales críticos y creativos que contribuyan eficazmente en la transformación científica y tecnológica de la región y el país, con capacidad de afrontar los retos del futuro. Esta inclusión de la *formación investigativa* como un componente crucial del proceso pedagógico en las Instituciones de Educación Superior aún tiene ciertas deficiencias en Colombia; la principal dificultad que se ha presentado en la vinculación de la investigación en la

formación profesional impartida por muchos programas académicos ha sido la falta de conexión entre estas actividades y la propuesta curricular establecida por la institución, presentándose el trabajo de los grupos de investigación con problemáticas aisladas del contexto universitario, de su entorno social y de la estructura curricular.

La investigación es toda actividad humana orientada a descubrir algo desconocido, y está relacionada con la búsqueda de soluciones a necesidades manifiestas del hombre, frente a sus problemas reales y potenciales. Por ello, la investigación se puede reconocer en la actitud y capacidad de pensamiento del estudiante, reconocidas y traducidas actualmente como competencias investigativas; conceptualizadas como el conjunto de actuaciones que emergen de un sujeto en la solución de problemas de investigación, desarrollados en situaciones y contextos concretos. Por lo tanto, estas actuaciones integran dos

factores determinantes y configurantes de la competencia investigativa: las actitudes y las aptitudes, en el primer caso la principal actitud configurante es el *espíritu* investigativo del sujeto cognoscente y en el segundo caso la principal aptitud configurante es la *curiosidad* del sujeto cognoscente.

En este contexto se presenta una propuesta para integrar la investigación en el currículo, denominada: *Modelo de Integración Investigativa (MI<sup>2</sup>)*, el interés principal de los investigadores en el proyecto esta fundamentado en la concepción de la investigación como elemento substancial de cualquier proceso de formación.

Las búsquedas con esta propuesta le apuntan a establecer una interacción e integración de las actividades de investigación con el currículo que permitan desarrollar en los estudiantes las competencias necesarias para desempeñarse eficientemente en todos los campos inherentes a su desarrollo personal y marcados en su proyecto de vida, favoreciendo una formación integral

Las relaciones entre investigación y currículo se pueden percibir implícitamente y explícitamente, en el primer caso se referencia la investigación como un proceso y en el segundo caso como unas prácticas o un estructura preestablecida en la malla curricular de los programas de Ingeniería. La investigación es inherente al currículo y actualmente es una condición necesaria para cualquier propuesta curricular, al punto de determinar en buen porcentaje la pertinencia de la propuesta curricular de un programa académico.

Por todo lo anterior, la propuesta se formula por medio de la siguiente pregunta problematizadora: *¿Qué elementos permiten fortalecer las relaciones entre investigación y currículo, posibilitando la formación investigativa en los programas de Ingeniería Electrónica y el desarrollo de una cultura investigativa en las Instituciones de Educación Superior.* Con base en esta pregunta problematizadora se plantea una hipótesis que puntualiza el interés investigativo de los autores: Una propuesta curricular centrada en la formación investigativa posibilita el desarrollo del pensamiento y favorece la formación integral.

La propuesta busca articular pedagógicamente la Formación Investigativa al currículo de los programas de Ingeniería, para ello se intentará fundamentar epistemológicamente la formación investigativa en los programas de la Facultad de Ingenierías, así como

identificar las competencias investigativas básicas que reflejen una formación en investigación.

## 2. Fundamentos teóricos

### Currículo

Instrumento<sup>1</sup> dialogizante, legitimado por la sociedad, que potencia la comunicación de campos disciplinares convergentes como la educación, la pedagogía y la didáctica, para materializar el acto educativo en un contexto socio-cultural particular. En esta concepción se constituye el campo curricular como un espacio estructurado por diversas disciplinas interactuantes y con el currículo como mediador del diálogo disciplinar (interacción dialógica), la figura 1 ilustra esta mediación.

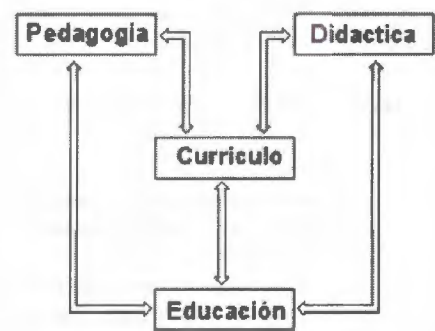


Figura 1. Concepción de currículo

El currículo tiene por naturaleza una categoría relacional, que se constituye y construye en el plano de su propia realidad social y su capacidad proyectiva, por lo tanto el currículo se puede entender como un sistema, dinámico, interactuante, que incluso afecta su propio devenir. En este contexto, la *de-construcción curricular* mediada por intereses críticos configura una racionalidad curricular transformadora, que posibilita re-formar y reformular el carácter sistémico del currículo, complejizándolo aún más y generando una nueva teoría curricular, trascendiendo la teoría y emigrando hacia nuevas formas de pensar lo curricular, vislumbrado la realidad educativa de otra forma, desde otros ángulos, desde la diferencia, desde la divergencia; entendiendo el currículo desde una perspectiva compleja y relacional, al mismo tiempo que lo considera como estructura y función.

Esta figura permite identificar algunas características esenciales del currículo, como son: naturaleza, objeto, función y finalidad:

<sup>1</sup> concebido como un conjunto de elementos diversos combinados adecuadamente para un determinado objeto.



- La naturaleza del currículo por su carácter cultural y social, es la mediación y la interacción, es decir, el currículo tiene una naturaleza comunicativa.
- El objeto del currículo es la legitimidad del acto educativo.
- La función del currículo es suministrar los elementos necesarios para estructurar un proyecto formativo para el sujeto educable.
- La finalidad del currículo es organizar el acto educativo.

Por lo tanto, el currículo explicita las intenciones del acto educativo y debe suministrar una guía para la práctica pedagógica, donde las dinámicas curriculares materialicen la acción educativa teorizada en el campo pedagógico. En este sentido, las propuestas pedagógicas deben sustentar y justificar las propuestas curriculares[4], permitiendo desarrollar estrategias para lograr los procesos formativos.

### Investigación

La investigación es una actividad humana mediada esencialmente por procesos de búsqueda y descubrimiento, relacionada con la búsqueda de soluciones a problemas y necesidades reales y potenciales manifiestas en la sociedad. Por lo tanto, esta actividad se refleja en las actitudes y aptitudes del sujeto investigador como parte de la sociedad, que se reconocen y traducen actualmente como competencias investigativas.

Etimológicamente, la palabra investigación proviene del latín *in* (entre) y *vestigare* (hallar, inquirir, indagar, seguir vestigios). En el lenguaje corriente, el término se utiliza con el alcance de exploración, examen, indagación, búsqueda o inquisición de un hecho desconocido.

Según el diccionario Webster's, el verbo *to investigate* debe entenderse como *to observe or study by close and systematic examination*. La traducción apropiada es literal: observar o estudiar mediante un examen cercano y sistemático. Un término más particularizado para el caso científico es el sustantivo *research*, que el mismo diccionario estipula como *investigation or experimentation aimed at the discovery and interpretation of facts, revision of accepted theories or laws in the light of new facts, or practical application of such new or revised theories or laws*. Aunque problemática para el filósofo, la definición anterior suele ser suficiente para el investigador. Entonces, *investigar científicamente* es establecer relaciones epistémicas entre un campo de fenómenos y un campo de codificaciones que se atienen a ciertos criterios compartidos que se trataran de señalar -en términos muy generales- en el resto de la discusión de este proyecto.

Existen diversas acepciones sobre el concepto de investigación, a continuación se precisarán algunas de estas para orientar el proceso de aproximación conceptual de una manera constructiva. La diversidad conceptual del término se concentra en asumir la investigación como una actividad, como un método, como un proceso, como una práctica y como un sistema.

La investigación se puede interpretar como un «conjunto de actividades intelectuales y experimentales realizadas de modo sistemático, orientadas a la creación o generación de un nuevo conocimiento y cuyo propósito principal es aumentar los conocimientos sobre una determinada temática, permitiendo reconstruir conceptualmente la realidad de forma amplia, profunda y exacta[5][6]»

Otras acepciones manifiestan claramente el método en función de la resolución de problemas teóricos o prácticos reales[Ande99]:

- «Procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que tiene por finalidad descubrir o interpretar los hechos o fenómenos, relaciones o leyes de un determinado ámbito de la realidad».
- «Es una forma de plantear problemas y buscar soluciones mediante una búsqueda que tiene un interés teórico o una preocupación práctica».

Desde la perspectiva procesual (investigación como proceso), la investigación se entiende como:

- «Procesos de pensamiento en los cuales el individuo observa o percibe un número selecto de eventos, sucesos, procesos u objetos, y después construye un patrón particular de conceptos o de relaciones sobre la base de estas experiencias limitadas; este proceso permite observar las especificidades de un objeto y después inferir generalizaciones sobre todo el conjunto de casos particulares» [Arbo98]
- «Es un proceso que, mediante la aplicación del método científico, utiliza una serie de instrumentos metodológicos que son relevantes para obtener y comprobar los datos considerados pertinentes a los objetivos de la investigación». [Ande99]

Desde el punto de vista práctico, la investigación se interpreta como un elemento de transformación social y educativo:

- «Forma de práctica social, que constituye una actividad humana orientada a transformar las condiciones de existencia, tanto de la naturaleza como de la sociedad;

*esta práctica para cumplir su propósito debe estar incorporada en función de las demás formas de práctica social (política, económica) «.* [Carv02]

- *«La investigación puede ser vista como una técnica para la enseñanza, representando una práctica para mejorar la enseñanza y favorecer el aprendizaje».* [Arbo98]

Una mirada global a este concepto ubica a aun autor como Lawrence Stenhouse, para definir la investigación: *«Es una indagación sistemática y autocrítica, como indagación se halla basada en al curiosidad y en los deseos de comprender; esta indagación puede pasar como investigación en el grado en que sea sistemática, pero aún más en el grado en que pueda afirmar que resulta conscientemente autocrítica»*

La investigación por tanto, se práctica como un arte porque algunas de las reglas que la definen se dan por sabidas y porque exige gran variedad de disposiciones intelectuales.

Desde una perspectiva hermenéutica<sup>2</sup>, se plantea un lugar especial al descubrimiento del sentido de la alegoría en cuanto esta es una ficción que representa algo diferente. Un profundo sentido de la hermenéutica la plantea como el esclarecimiento de sí mismo, es el proceso interpretativo del mundo, implica y lleva concomitante la interpretación del propio yo como existente en el mundo.

Solo así se obtiene una aproximación a la comprensión de la realidad, entendida dicha comprensión como la captación total de las razones, el sentido, los fines, las implicaciones y la estructuración lógica de los procesos naturales, sociales y de las acciones humanas; la comprensión es el entendimiento profundo de las cosas y de los fenómenos del mundo y de la sociedad.

### 3. Modelo de integración

El Modelo de Integración propuesto tiene su soporte principalmente en los fundamentos institucionales promulgados en el Proyecto Educativo Institucional PEI[1], los relacionados directamente con este proyecto son: Formación Integral, Interdisciplinariedad, Integración Teoría-Práctica y la Investigación.

La Institución comprende la formación integral como un proceso, permanente y participativo que pretende desarrollar armónica y coherentemente todas y cada una de las dimensiones del ser humano para lograr su realización en el contexto social. Este tipo de formación reconoce el carácter

histórico de cada individuo y convierte sus experiencias en fuente de conocimiento, imprimiendo direccionalidad y sentido a la existencia. La formación integral contribuye a enriquecer el proceso de socialización del estudiante, a despertar su actitud crítica, a participar de forma dinámica en la solución de los problemas de su comunidad, y finalmente, a desarrollar la capacidad de adaptación a nuevos contextos.

La interdisciplinariedad es un componente esencial de la formación integral que permite articular las diversas áreas de conocimiento o sectores de afinidad disciplinaria para el estudio de problemas complejos, de tal suerte que se pueda superar la yuxtaposición entre asignaturas y promover un aprendizaje más autónomo que articule los problemas y necesidades del desarrollo pero también sus implicaciones sociopolíticas, culturales, medioambientales, éticas y estéticas. La interdisciplinariedad permite interrelacionar lo científico y lo tecnológico, de tal forma que sea posible definir sus impactos, sus usos sociales, asimismo, permite fortalecer los vínculos académicos entre las unidades académicas y el acercamiento de los docentes a un trabajo conjunto de integración de las disciplinas del currículo entre sí y con la realidad.

La integración teoría-práctica hace posible un contraste conceptual y el desarrollo de competencias en el campo de las apropiaciones del saber donde lo científico y lo tecnológico se articulen como una cultura académica. Esta relación es entendida como la incorporación permanente de ambos aspectos en la formación y no como dos instancias que se suceden en un proceso secuencial de tipo lineal. La integración entre teoría y práctica le proporciona sentido al aprendizaje en la medida que permite vincular el nuevo material objeto de conocimiento con las experiencias de los estudiantes, producto de su práctica cotidiana. Esta integración se realiza, además, mediante la incorporación en los planes de estudio de espacios para el aprendizaje en donde los estudiantes puedan aplicar sus conocimientos en contextos reales de desempeño.

La investigación privilegia la actitud reflexiva, analítica, creadora e innovadora de docentes y estudiantes, reconociendo en ella la manera concreta de generar alternativas y soluciones a problemas relevantes de orden técnico y tecnológico del entorno, buscando una articulación con las comunidades científicas.

Desde el currículo se privilegia la investigación formativa y la formación de investigadores, a través de proyectos de diferente orden y nivel, buscando que los resultados de las

<sup>2</sup> Arte de interpretar el sentido





investigaciones contribuyan al mejoramiento de las dinámicas sociales en el ámbito regional y nacional.

El Modelo de Integración propuesto tiene su soporte principalmente en los fundamentos institucionales promulgados en el Proyecto Educativo Institucional PEI[1], los relacionados directamente con esta propuesta son: Biofilia, Prospectiva, Autonomía, Liderazgo, Responsabilidad, Pertinencia, Pertenencia, Eticidad, Institucionalidad, Convivencia, Participación, Idoneidad, Compromiso.

El Modelo se constituye en una estrategia metodológica, de aprendizaje y de evaluación fundamental, que propicia los espacios de investigación y práctica y contribuye al desarrollo de la Docencia, la Investigación y la Proyección Social como funciones sustantivas. Se maneja en distintos niveles (proceso dosificado), con diferentes propósitos formativos y tienen como fin último contribuir a la construcción del perfil del profesional que el programa se ha propuesto formar.

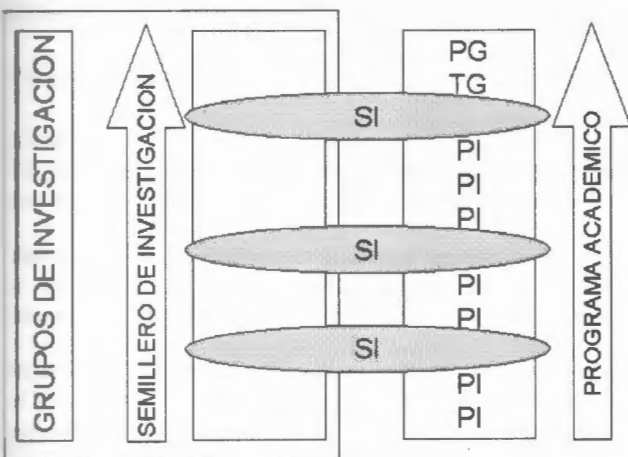


Figura 1. Modelo de Integración Investigativa.

La formación investigativa inicialmente propende por una investigación formativa que le permita a los estudiantes aproximarse conceptual, metodológica y experimentalmente a la cultura investigativa. La investigación formativa permite al estudiante-investigador producir conocimiento subjetivamente nuevo y esta fundamentada en dos componentes básicos: Componentes propios del plan de estudios y Componentes complementarios.

Los componentes propios del plan de estudios involucran un conjunto de elementos que buscan fomentar las actividades de investigación en el aula, tales componentes son: Proyectos Integradores (PI), Seminarios Integradores (SI), Temática de Grado (TG) y Proyecto de Grado (PG).

Los componentes complementarios involucran un conjunto de actividades o espacios abiertos para que el estudiante desarrolle actividades de investigación fuera del aula, tales componentes son: Semilleros de Investigación, Semana Tecnológica, Foro de Investigaciones, Muestra Empresarial.

#### 4. Referencias

- [1] ITMAJC. *Proyecto Educativo Institucional*. Instituto Tecnológico Municipal Antonio José Camacho. Santiago de Cali, Noviembre de 2005.
- [2] ITMAJC. *Plan Estratégico de Desarrollo 2005-2010*. Instituto Tecnológico Municipal Antonio José Camacho. Santiago de Cali, Julio de 2005.
- [3] Bojaca A. Jorge. *XYZ: Investigación Pedagógica Estado del Arte y Semilleros*. Editorial Logos Edit. Santa Fé de Bogotá, 2004.
- [4] Domínguez José F.. *Los Semilleros de Investigación en el Proceso de Formación y Desarrollo de la Cultura Investigativa*. En: Semilleros de Investigación: Experiencias del Cómo y del Por qué. Editorial Artes y Letras. Medellín, 2005.
- [5] Gaitan G. Henry. *El Proyecto Integrador en Ingeniería. La búsqueda de un modelo de evaluación por competencias*. En: Memorias de la XXIV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería: El Futuro de la Formación en Ingeniería. ACOFI. Cartagena de Indias, Septiembre de 2004.
- [6] Galeano S. Ernesto. *Comunidades Académicas Estudiantiles en Pregrado (Grupos de Investigación)*. En: Memorias de la XXIV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería: El Futuro de la Formación en Ingeniería. ACOFI. Cartagena de Indias, Septiembre de 2004.
- [7] Gil A. Diana C. *Impacto de los Semilleros de Investigadores en los Estudiantes de Ingeniería*. En: Memorias de la XXIV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería: El Futuro de la Formación en Ingeniería. ACOFI. Cartagena de Indias, Septiembre de 2004.
- [8] Ossa L. Jorge. *Formación Investigativa vs. Investigación Formativa*. En: Los Semilleros de Investigación: Hacia la Reflexión Pedagógica en la Educación Superior. Fondo Editorial Biogénesis. Medellín, 2003.
- [9] Restrepo G. Bernardo. *Investigación Formativa e Investigación Productiva de Conocimiento en la Universidad*. Revista Nómadas No 18. Departamento de Investigaciones Universidad Central. Bogotá, Mayo 18 de 2003.
- [10] Rubio R. William. *Creación de Ambientes de Investigación y Evaluación Alternativas en el Aula*

# Evaluación por competencias, acción integradora en la formación de un ingeniero

Henry Gaitán Gómez -Director Ingeniería de Sistemas  
Universidad de San Buenaventura - Bogotá

---

## Resumen

Presentar el proyecto académico de programa es el primer momento de encuentro con los estudiantes de pregrado, es a través de la inducción como conocen su misión profesional, su compromiso con la sociedad y lo más importante para ellos, su capacidad transformadora.

Este encuentro de promesas prácticas y no teóricas, señala el inicio en el amor por su carrera y más adelante por su profesión, por eso durante su primera semana no existe la palabra desertión en su proyecto de vida, y comienza a marcarlo la definición de currículo: «Práctica destinada a que el estudiante desarrolle plenamente sus posibilidades».

Sin embargo al querer desarrollar sus capacidades se encuentra no con un currículo, sino con un plan de estudios base de su desarrollo profesional, el cual va atado a una calificación y no a un proceso de evidencias donde se aprecien los conocimientos, los productos y el desempeño.

Esta experiencia de gestión curricular apoyada en las evidencias permite un aprendizaje significativo donde docentes y estudiantes encuentran en su labor elementos constitutivos de los propósitos de formación que convocan a la elección de un plan de estudios.

**Palabras clave:** Propósitos de formación, evidencias, currículo, aprendizaje significativo, gestión

## Abstract

The first meeting with the undergraduate students is when the Academic Project is introduced. It is here, through this introduction when they know their professional objectives, their commitment with society and best of all their transforming capacity.

This meeting of practical but not theoretical promises points out the love they have for their career and later on for their profession. That is why for this first week the word «desertion» does not exist in their life project. Furthermore, the definition of curriculum starts being relevant: «Practice oriented to the full development of the student's possibilities».

However, in the desire to develop the student's capacities he finds himself not only with a curriculum but also with a Syllabus, base of his professional development and which is linked to a score and not to a process of evidences where knowledge, products and performances are observed.

This experience of curricular labor based on the evidences permits a meaningful learning where teachers and students find in their jobs the constitutive elements of the educational purposes that promote the selection of a syllabus.

**Key Words:** Intentions of formation, evidences, curriculum, significant learning, management

## 1. Buscando los propósitos de formación

Integrar, desarrollar e innovar, tres verbos que resumen los propósitos de formación de un programa de ingeniería, y es responsabilidad de la Universidad velar porque el estudiante responda a la pregunta «cómo me puedo desempeñar?».

Es así como las universidades estructuran sus planes de estudio, apoyándose en laboratorios, aulas virtuales, salones de clases, prácticas y proyectos, haciendo del programa un repositorio de información disponible para la formación del estudiante.

De esta manera el estudiante inicia su formación asistiendo a clases sin un proyecto de vida académica y lo que es peor olvidando sus propósitos de formación, que deja como resultado al finalizar su carrera un cúmulo de materias aprobadas pero sin relación alguna con el medio y el contexto que lo rodea.

Pero si durante su formación sus espacios académicos, lo hacen indagar y verificar que los contenidos y practicas pedagógicas están alineadas en la búsqueda de satisfacer los propósitos de formación, el profesional podrá cambiar la pregunta por la afirmación «Estoy en capacidad de»

## 2. La evidencia elemento integrador

Frente a los ambientes educativos, para los estudiantes surgen interrogantes sobre las necesidades y pertinencia de los contenidos, que le aporten un aprendizaje significativo. La respuesta a estos interrogantes se encuentra en las prácticas pedagógicas y temáticas reales y aplicables, que permitan alcanzar los propósitos de formación.

Es así como encontramos que un alto porcentaje de nuestras áreas de formación estaba compuesta por saberes fuera de contexto, sin aplicación real y sin sentido para el estudiante. Y aunque los contenidos eran actualizados y correspondían al diseño curricular, no eran significativos y para su aplicación debía esperar tiempo.

Lo anterior permitió que se clasificaran las áreas de formación bajo un sistema de evidencias orientadas a alcanzar los propósitos de formación, dichas evidencias abarcan aspectos de conocimiento, producto y desempeño, de la misma forma se relacionaron los criterios de evaluación, las técnicas e instrumentos de evaluación, la estrategia metodológica, los ambientes de aprendizaje, los medios didácticos y los recursos educativos.

## 3. ¿Cómo se hizo?

Teniendo en cuenta el plan de estudios se clasificaron los saberes por áreas transversales y se identificaron los contenidos temáticos. Luego se recordaron los propósitos de formación que se buscan desarrollar en cada saber.

Para cada saber se describieron las evidencias a construir por el estudiante ya fueran de conocimiento, producto o desempeño, todas las evidencias estaban integradas a los propósitos de formación explicadas y contextualizadas dentro de escenarios reales de práctica, con esta información el comité de currículo generó el documento Plan de Desarrollo Académico, donde se consigna la ruta de formación para todos los saberes, así como la logística necesaria para llevarla a cabo.

Una vez finalizada la etapa de planeación, pasamos a la ejecución de las actividades académicas semestrales, las cuales inician con la inducción a las áreas de formación y los saberes que la componen, es en este espacio es donde los profesores dan a conocer a los estudiantes los contenidos de los saberes, su objetivo y justificación en los propósitos de formación.

A partir de la segunda semana el profesor publica el plan de desarrollo del saber, así como el mapa de evaluación correspondiente, dando a conocer las evidencias que aplican

para el saber acordando con los estudiantes los momentos y espacios o hitos académicos, para el seguimiento de su plan de formación.

A partir de este momento, la comunidad universitaria (profesores, directivos, laboratorios, empresas) se dedican a brindarle a los estudiantes todo el apoyo necesario para llevar a cabo las actividades de aprendizaje.

El docente debe realizar el seguimiento al estudiante, apoyado en estrategias como el proyecto integrador, y consigna este seguimiento en documentos de avances de la formación, los cuales son socializados con el estudiante y en el comité curricular de programa.

Como última fase del proceso se reconocen los logros del estudiante, previa valoración positiva de las evidencias que fueron desarrolladas en el saber.

Para los estudiantes que durante el desarrollo del saber no alcanzan los propósitos de formación, acuden al docente titular para diseñar un plan de mejoramiento, que permita la construcción de las evidencias. Con el fin de asesorar este plan de mejoramiento los estudiantes pueden acceder a estrategias de ayuda que brinda la Universidad, tales como el plan padrino, los orientadores académicos, los profesores y el director de programa.

En este aspecto el estudiante debe cumplir con las evidencias pendientes en el plan de mejoramiento concertado anteriormente, luego de ser valoradas las evidencias el profesor del saber, informa al estudiante el resultado de su proceso de formación.

## 4. Resultados obtenidos

Se logra el conocimiento de los estudiantes desde primero a décimo semestre de su carrera, del sentido de ella, así como de su responsabilidad con la sociedad.

Se es consciente de la importancia de los saberes en el currículo, donde se conoce el sentido y su contribución para alcanzar los propósitos de formación.

Se contribuye a que el estudiante desarrolle su potencial de aprendizaje, viviéndolo demostrándolo mediante el cumplimiento de las evidencias.

Se genera un ambiente de entendimiento del currículo por parte de los profesores y en especial de los saberes que orientan, como componentes de un sistema integrado de formación.



Se cuenta con una planeación de saberes integrados y con evidencias compartidas y no compartimentadas por materias aisladas.

Contar con un mapa de evidencias de libre consulta, donde la evaluación se ve como un proceso abierto de dominio general y no como un espacio de descalificación para el estudiante.

La transferencia de conocimientos y tecnología, ya que el mundo académico es similar al mundo real.

## 5. Conclusiones

- En la gestión curricular es necesario abordar el plan de estudios como un sistema integrado, donde las evidencias permiten al estudiante darle sentido a su formación, ya que los saberes se orientan siempre a la consecución de los propósitos de formación.
- Un sistema de evaluación basado en competencias le quita a la evaluación esa característica de estudiar para un examen y no para aprender.
- Los docentes deben caracterizarse por su compromiso de orientación y motivación y no de impartir clase, ya que el estudiante es el gestor del proyecto de formación, y los docentes y demás componentes de la comunidad universitaria, sólo son facilitadores para el proceso de formación.
- El estudiante valora el enfrentamiento con la realidad, construir evidencias apoyados en el mundo real hacen del estudiante una persona comprometida con su entorno y con la sociedad.
- La evaluación basada en evidencias valora cada espacio de acuerdo a la característica del saber y las áreas de formación.

## 6. Recomendaciones

Para implementar un modelo de evaluación basado en competencias es necesario el dialogo entre los docentes (interdisciplinariedad) sin importar su campo de formación, ya sea Ciencias básicas, Formación ingenieril, Ingeniería específica o Humanística, ya que es a partir de este dialogo que se encuentra la integración del currículo.

Así mismo el estudiante debe conocer el sentido de los saberes en especial los de formación básica (Matemáticas y Física), ya que cursar saberes descontextualizados y sin pertinencia académica, contribuye a la desintegración de la ruta académica del estudiante.

La asignación docente debe ser cualificada y no cuantificada, reflejándose en planes de desarrollo orientados al apoyo en la construcción de evidencias.

La Universidad debe apoyar el proceso de formación con todos los medios didácticos y recursos educativos definidos en el plan de formación.

## 7. Bibliografía

Maldonado, Miguel Angel, Memorias del programa de formación en investigación, Bogotá Universidad de San Buenaventura – Bogotá 2005

Alles, Martha Alicia, Desempeño por competencias, Buenos aires 2004

Gil Ospina, Armando, Revista académica e institucional de la U.C.P.R, Universidad Católica del Risaralda - 2003

# Aprendizaje activo en ingeniería: metodologías, resultados y propuesta de implementación

Freddy Abel Vargas Cardozo, Julio Esteban Colmenares Montañez  
Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá

## Resumen

Definir las características básicas que deben tener los egresados de los programas de ingeniería ha sido una preocupación a nivel nacional e internacional. El resultado se ha visto reflejado en documentos como los marcos de fundamentación conceptual de los ECAES 2005 (ACOFI - ICFES), los criterios para acreditación de la ABET 2000 y de la EUR - ACE 2005, además de trabajos como el proyecto TUNING europeo y latinoamericano. En general, lograr que los egresados posean las competencias que se definen en los mencionados documentos implica un cambio no solo en los componentes de programas de estudio sino directamente en las metodologías de enseñanza. Este artículo presenta una revisión de los diferentes puntos de vista que se deben tener en cuenta como orientadores de los objetivos de la educación en ingeniería para el siglo XXI, se muestra una caracterización de metodologías de enseñanza alternativas al modelo tradicional de la clase magistral (aprendizaje activo, colaborativo y cooperativo) y presenta reportes de resultados comparativos efectuados en diferentes investigaciones. Se concluye que el desarrollo de características profesionales técnicas (apropiación de conocimiento, utilización de herramientas modernas, etc.) y no técnicas (trabajo en equipo, comunicación efectiva, etc.) se ven mejoradas por el uso de metodologías de trabajo no tradicionales y es necesario incentivar este tipo de enfoques. Con base en estas observaciones se presenta el proceso que la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia está siguiendo para diseñar y acompañar en los procesos de cambio en la enseñanza-aprendizaje.

**Palabras Clave:** Educación en ingeniería, aprendizaje activo, aprendizaje colaborativo, aprendizaje cooperativo

## Abstract

Definition of the basic characteristics required from a graduate from engineering program has been a subject of interest at national and international level. The result is reflected in documents such as the conceptual fundamentals for the ECAES 2005's (ACOFI - ICFES), the criteria for accreditation in ABET 2000 and the EUR - ACE 2005, and the TUNING project in Europe and Latin-America. In general forming a graduate with the competences defined in the mentioned documents involves not only change in the curriculum but also directly in the methodologies of education. This paper presents a review of different points of view that must taken into account guides of the engineering education for the XXIst century, shows a characterization of alternative methodologies of education different than traditional model of lecture class (active, collaborative and cooperative learning) and presents the results of a comparison carried out by different researchers. It is possible to conclude that the development of professional technical (appropriation of knowledge, use of modern hardware, etc.) and not technical (team work, effective communication, etc.) skills is improved by the use of non traditional methodologies of work, therefore it is necessary to encourage this kind of approaches. Based on the observations, the process follow by the School of Engineering at the National University of Colombia on the design and support process of change in teaching - learning is shown.

**Keywords:** Engineering education, active learning, collaborative learning, cooperative learning

## 1. Introducción

En diferentes partes del mundo se han adelantado estudios y se han formulado propuestas que buscan dar un rumbo a la educación en ingeniería. En Estados Unidos la Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) desarrolló criterios generales para la evaluación de programas de ingeniería [1], entre los que se incluyó un grupo de características que deberían poseer todos los ingenieros, características que se pueden agrupar en dos categorías: la primera donde se encuentran cinco competencias «duras» y la segunda integrada por seis competencias profesionales [2]. En la Facultad de

Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia (FIUNC) se han generado reflexiones dentro de la comunidad profesoral [3], de las cuales se concluye que la formación debe orientarse hacia el desarrollo de las características deseadas en los egresados, que se agrupan en dos categorías: aquellas que tienen que ver con la fundamentación profesional (conocimiento y comprensión de las ciencias naturales, las ciencias básicas de ingeniería, humanidades y negocios) y aquellas identificadas como atributos, habilidades y actitudes (características que los hagan capaces de identificar, plantear y solucionar problemas, desempeñarse como buenos ciudadanos, profesionales funcionales y que estén dispuestos al

crecimiento profesional), categorías que coinciden con las enunciadas por Rugarcía, et al. [4], quienes proponen que los perfiles de los nuevos ingenieros deben ser robustos en tres componentes: conocimiento, habilidades y actitudes.

El presente artículo hace una revisión de las metodologías para alcanzar estos objetivos, encontrando que el trabajo pedagógico debe enfocarse en el uso de metodologías diferentes a la cátedra magistral, privilegiando el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en problemas [3, 5]. Basados en estos hallazgos se definen lineamientos básicos a seguir para proponer nuevas experiencias en el proceso de enseñanza aprendizaje en la FIUNC.

## 2. Situación actual

De acuerdo con los procesos de autoevaluación que se desarrollan en los programas de la FIUNC, se ha encontrado que «...varían los procesos pedagógicos, predominando el modelo en el cual el profesor es el centro del proceso y el estudiante es un elemento no muy activo» [6] o en programas como el de Ingeniería Química en el que la caracterización de los cursos ofrecidos en el primer semestre de 2004 destaca un gran porcentaje de cursos basados en la exposición magistral [7]. Se obtuvo esta caracterización a pesar que la reforma académica de principios de los noventa se orientó a desanimar las metodologías que descansan excesivamente en la exposición del profesor, por eso hoy se reconoce que «la UN no ahondó en la discusión conceptual acerca de las pedagogías intensivas y tampoco brindó estrategias para implementarlas en el quehacer docente... por lo que aún en el presente... siguen predominando los enfoques centrados en el dominio de contenidos y apropiación de información o en la ejercitación, en los que el profesor es el centro del proceso y el estudiante es un agente receptor.» [8]

### 2.1 Cambios conceptuales en las clases magistrales

Diferentes investigaciones [9-12] han demostrado que una gran parte de los estudiantes que ingresan y terminan los cursos universitarios de física:

- No entienden el significado de velocidad y aceleración
- Tienen dificultades para distinguir entre fuerza, momentum y energía
- Fallan en la distinción entre calor y temperatura
- Muestran una comprensión inadecuada de la relación entre voltaje y corriente y creen que la corriente es consumida en un circuito eléctrico.

En los mismos estudios citados, al realizar comparaciones entre estudiantes educados con métodos tradicionales y

aquellos que atendieron a clases con metodologías activas, estos últimos mostraban un mejor desempeño en la comprensión conceptual de temas de física.

Con respecto a las desventajas del método de enseñanza tradicional, algunos estudios han encontrado resultados que evidencian que la efectividad de las conferencias se relaciona con el grado de atención de los estudiantes durante las mismas y demuestran cómo se mantiene un alto grado de interés durante los primeros 15 minutos aproximadamente, después de lo cual el número de estudiantes que prestan atención empieza a decaer dramáticamente con un resultado de pérdida en la retención de los temas tratados en clase (Hartley y Davies, 1978 citados por Prince, [13] ver figura 1, [14]). Se encontró también que inmediatamente después de la clase magistral, los estudiantes recordaban cerca del 70% de la información presentada en los primeros 10 minutos de clase y solamente el 20% de la información presentada en los últimos 10 minutos.

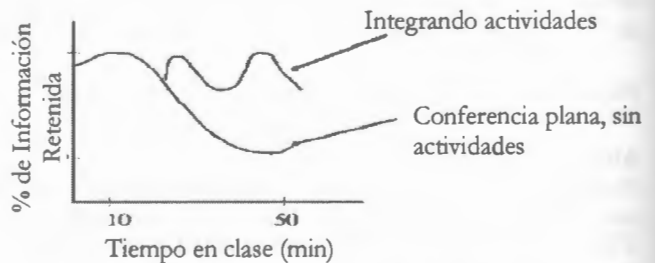


Figura 1: Relación entre la retención y el tiempo de clase para dos tipos de clase magistral.

### 2.2 Trabajo autónomo

Un aspecto que cambia con el uso de metodologías no tradicionales es el tiempo que los estudiantes invierten en estudio autónomo, ya sea en grupo o individualmente. Chevins [15] encontró que al diseñar un curso de fisiología animal, en donde las conferencias se reducen en número (se ofrece solo la mitad de las clases magistrales) y se asignan temas de lectura, los estudiantes se involucran más en el tema de las clases y el tiempo de trabajo autónomo pasó de un promedio de 2.1 horas semanales a un promedio de 3.8 horas semanales, mejorándose o, en el peor de los casos, manteniendo las notas obtenidas por los estudiantes cuando se estudia con el formato tradicional.

### 3. Aprendizaje activo

Diferentes autores proponen definiciones del aprendizaje activo, sin embargo, una definición general es la dada por Bonwell y Eison [16] quienes lo caracterizan por ser cualquier (aprendizaje) que involucra a los estudiantes



en hacer cosas y en pensar acerca de las cosas que están haciendo. Los elementos principales del aprendizaje activo son la actividad del estudiante y el compromiso de éste en el proceso de aprendizaje.

Las principales características que tiene son [16]:

- Los estudiantes están implicados en más que la escucha pasiva, en actividades (por ejemplo: lectura, discusión, escritura de ensayos).
- Hay menos énfasis en la transmisión de información y se da mayor énfasis al desarrollo de las habilidades del estudiante.
- La motivación de estudiante es mayor (sobre todo para aprendices adultos).
- Los estudiantes pueden recibir retroalimentación inmediata de su instructor.
- Los estudiantes están implicados en órdenes de pensamiento más altos (análisis, síntesis, evaluación).

Las metodologías de aprendizaje activo se han investigado desde hace varias décadas [17] y abarcan un gran espectro de actividades, que pueden variar desde una modificación a la clase magistral hasta actividades de rol, simulación y juegos. A continuación se abordarán los tipos más comunes de aprendizaje activo, desde aquel en el que se introducen actividades en una clase magistral hasta el aprendizaje basado en problemas, así como sus resultados y algunas comparaciones con respecto al método tradicional.

### 3.1 Comprometiendo al estudiante en clase

Introducir actividades en el aula no ejercita componentes importantes del aprendizaje activo. Además se ha demostrado que el tipo de actividad desarrollada influye en la retención de los temas de clase [18]. En «*Understanding by Design*» [19], los autores enfatizan que las actividades apropiadas desarrollan una comprensión profunda de las ideas importantes que deben ser aprendidas. Para hacer esto, las actividades deben diseñarse alrededor de resultados de aprendizaje y promover el compromiso intelectual por parte del estudiante. Ejemplos del éxito de estas metodologías son los resultados de las investigaciones realizadas por Hake [20] y por Saul y Redish (1997), en cursos de mecánica clásica. Hake evaluó el uso de metodologías IE (del inglés *Interactive Engagement*), que son aquellas que están diseñadas, al menos en parte, para promover la comprensión conceptual a través del compromiso interactivo de los estudiantes, siempre con actividades intelectuales (*heads-on*) y algunas veces con actividades prácticas (*hands-on*), las cuales permiten retroalimentación inmediata mediante la discusión con pares y/o instructores. Cubrió 62 cursos introductorios de

física en los cuales participaron un total de 6.542 estudiantes y fueron evaluados con exámenes previos y posteriores a la clase, usando el examen Halloun-Hestenes original para el Diagnóstico en Mecánica (MD) y el Inventario del Concepto de Fuerza (FCI). La Ganancia  $\langle G \rangle$  es la diferencia entre los puntajes obtenidos en los exámenes finales contra los previos de cada curso y para la comparación de métodos se definió la variable ganancia promedio normalizada  $\langle g \rangle$  para cada curso como la relación entre la ganancia promedio que se obtuvo y la ganancia máxima posible:

donde  $S_f$  y  $S_i$  son los promedios de la clase obtenidos en los exámenes al final y al comienzo del curso, respectivamente.

$$g = \frac{\%S_f - \%S_i}{100 - \%S_i}$$

Figura 2: Definición de ganancia promedio normalizada.

La figura 3 muestra la distribución de la función  $\langle g \rangle$  (ganancia normalizada) en los cursos tradicionales, barras oscuras, y en los cursos que usaron técnicas de compromiso interactivo, barras claras. Cada barra representa un intervalo grosor  $d\langle g \rangle = 0.04$  centrado en los valores  $\langle g \rangle$  mostrados. Los estudios de Hake, Saul y Laws apoyan la implementación de metodologías IE en la enseñanza de conceptos de física y son particularmente exitosos al enfocarse en cambiar las concepciones erradas que los estudiantes tienen sobre los conceptos fundamentales de la física, un factor que ha sido identificado como un elemento esencial de la enseñanza efectiva [21].

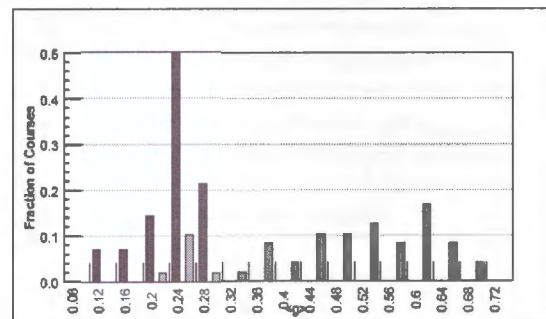


Figura 3. Histograma de la ganancia promedio normalizada  $\langle g \rangle$ . Fuente: [20]

### 3.2 Aprendizaje colaborativo

Esta metodología comprende cualquier práctica de instrucción en el cual los estudiantes trabajan en pequeños grupos para alcanzar una meta u objetivo en común. Lo esencial de esta metodología es el énfasis en la interacción de los estudiantes, más que en el aprendizaje como

actividad. Estudios de meta-análisis que contrastan el aprendizaje colaborativo con el aprendizaje individual han encontrado que la colaboración mejora los resultados del aprendizaje (ver tabla 3). Con respecto a la retención de estudiantes, se encontró que el aprendizaje colaborativo reduce en un 22% la deserción estudiantil en los programas técnicos (ciencias, matemáticas, ingeniería y áreas de tecnología). Los resultados de los estudios citados apoyan

el hecho de que el aprendizaje colaborativo funciona y promueve una gama amplia de resultados de aprendizaje, desde un aumento en el alcance de los logros académicos, las actitudes y la retención de los estudiantes. *La magnitud, la consistencia y la importancia de estos resultados sugieren fuertemente que las facultades de ingeniería deben promover la colaboración entre estudiantes en sus cursos* [13].

**Tabla 3:** Aprendizaje colaborativo vs. individual. Reportado como tamaño del efecto de mejoramiento en la diferencia de resultados de aprendizaje

Referencia	Resultado de aprendizaje	Tamaño del Efecto'
[22]	Mejora de logros académicos	0.64
	Mejora en la calidad de las interacciones personales	0.60
	Mejora en la autoestima	0.44
	Mejora de percepciones de mayor apoyo social	0.70
[23]	Mejora de logros académicos	0.53
	Mejora en la unión entre estudiantes	0.55
	Mejora en la autoestima	0.29
	Mejora de percepciones de mayor apoyo social	0.51
[24]	Mejora de logros académicos	0.51
	Mejora en la actitud de los estudiantes	0.55
	Mejora en la retención de los programas académicos	0.46

Fuente: [13]; [24]

'Tamaño del efecto: medida estadística que diferencia resultados de dos grupos comparados

### 3.3 Aprendizaje cooperativo

Se puede definir como aquel sistema de trabajo que comprende la conformación de un grupo de trabajo estructurado, donde los estudiantes persiguen metas comunes mientras son también evaluados individualmente. El modelo más común de aprendizaje cooperativo encontrado en la literatura de ingeniería es el de Johnson, Johnson y Smith (1998a, 1998b). Este modelo incorpora cinco principios específicos que son: la responsabilidad individual, la interdependencia mutua entre los estudiantes del grupo, la promoción de la interacción cara

a cara, la práctica apropiada de habilidades interpersonales y la autoevaluación constante del funcionamiento del equipo. El elemento común principal de los modelos de aprendizaje cooperativo es la promoción de la cooperación, más que de la competencia. Los resultados de implementar este tipo de metodología se muestran en la tabla 4, permitiendo observar que el aprendizaje cooperativo provee un ambiente natural en el cual se promueve un trabajo en equipo efectivo y se ejercitan las habilidades interpersonales.

**Tabla 4:** Aprendizaje cooperativo vs. competitivo. Reportado como tamaño del efecto de mejoramiento en la diferencia de resultados de aprendizaje

Referencia	Resultado de aprendizaje	Tamaño del efecto
[22]	Mejora de logros académicos	0.67
	Mejora en relaciones interpersonales	0.82
	Mejora de percepciones de mayor apoyo social	0.83
	Mejora en la autoestima	0.67
[22, 23]	Mejora de logros académicos	0.49
	Mejora en la unión entre estudiantes	0.68
	Mejora de percepciones de mayor apoyo social	0.60
	Mejora en la autoestima	0.47

Fuente: [www.co-operation.org](http://www.co-operation.org), [13]





#### 4. Consideraciones finales

Los resultados de los diferentes artículos y reportes de investigación que se abordaron en esta investigación sugieren que la implementación de diferentes formas de aprendizaje activo da como resultado mayores beneficios en la participación del estudiante en clase, la comprensión de los contenidos abordados y el aumento de la retención estudiantil en los programas académicos.

Los métodos colaborativos y cooperativos crean ambientes propicios en los que, comparándolos con las clases magistrales, se mejoran los logros académicos obtenidos, se desarrollan habilidades de trabajo en equipo, interacciones entre pares y se aumenta la autoestima de los estudiantes. No obstante, se debe tener en cuenta la advertencia de Prince [13] quien indica, no sin razón, que «La enseñanza no puede ser reducida a métodos formulados y el aprendizaje activo no es la cura para todos los problemas educativos. Sin embargo, hay amplio apoyo a los elementos del aprendizaje activo comúnmente abordados en la literatura educativa... Algunas conclusiones son sorprendentes y merecen atención especial. Las facultades de ingeniería deberían ser conscientes de estas metodologías no convencionales de educación y hacer un esfuerzo por informarse sobre los métodos que, según la literatura, funcionan»

Los resultados abordados en este documento, obtenidos en contextos diferentes al colombiano, deben servir como incentivo para evaluar la efectividad de estas metodologías de enseñanza alternativas en el marco de los programas de ingeniería del país, encontrar el modo de implementarlas en una institución compleja como la Universidad Nacional de Colombia requiere de por lo menos los siguientes elementos:

- Concentrarse en motivar a los profesores interesados en involucrarse en proyectos de mejoramiento de prácticas docentes, especialmente los nuevos profesores.
- Tener a disposición de los docentes una base conceptual mínima que les sirva de referencia a sus propuestas y sobre la cuál se puedan estructurar actividades que ayuden a construir un marco conceptual propio de la institución.
- Suministrar apoyo para llevar a cabo las actividades propuestas, haciendo constar en las jornadas de trabajo el tiempo dedicado y asegurando recursos financieros necesarios acordes con la iniciativa presentada.
- En caso de querer dar importancia a un enfoque particular de enseñanza (v. gr. Aprendizaje centrado en el estudiante), adoptar lineamientos que sean flexibles y permitan gran variedad de aproximaciones, esto demuestra confianza en la capacidad propositiva de los docentes y genera un ambiente de tranquilidad entre el profesorado.

#### 5. Referencias

- [1] Commission, E.A., 2005 - 2006 Criteria for Accrediting Engineering Programs, in ABET. 2004: Baltimore. p. 24.
- [2] Shuman, L.J., M. Besterfield-Sacre, and J. McGourty, *The ABET «Professional Skills» - Can They Be Taught? Can They Be Assessed?* Journal of Engineering Education, 2005. 94 (1): p. 41-55.
- [3] Rocha, G., J. Aguilar, J. Barrera, J. Cadavid, R. Chaparro, J. Manrique, and D. Santos, *Reforma Académica en Ingeniería. Aspectos del proceso enseñanza-aprendizaje*. 2005, Departamento de Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia.
- [4] Rugarcia, A., R.M. Felder, D.R. Woods, and J.E. Stice, *The Future of Engineering Education. I. A Vision for a New Century*. Chemical Engineering Education, 2000. 34 (1): p. 16-25.
- [5] Prados, J.W., *The Editor's page: Engineering Criteria 2000-A Change Agent for Engineering Education*. Journal of Engineering Education, 1997. 86 (1): p. 69-70.
- [6] Gutiérrez, F., L. Lyons, F. Betancourt, F. Hernández, J. Lizarazo, M. Molina, and C. Rodríguez, *Actualización autoevaluación programa de Ingeniería Civil*, ed. D.I. Civil. 2005, Bogotá: Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. p. 136.
- [7] Autoevaluación, G.d., *Autoevaluación Programa de Pregrado en Ingeniería Química*, ed. D.I. Química. 2005, Bogotá: Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. p. 195. disponible en: [http://www.unal.edu.co/acreditacion/documentos/auto\\_ingquimica\\_bta\\_dic2005.zip](http://www.unal.edu.co/acreditacion/documentos/auto_ingquimica_bta_dic2005.zip)
- [8] Gómez, V.M., *Problemas curriculares y pedagógicos del pregrado en la Universidad Nacional de Colombia*. Serie de documentos de Trabajo No 3, ed. V.A.U.N.d. Colombia. 2004, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. p. disponible en:
- [9] Redish, E.F. and R.N. Steinberg, *Teaching Physics: Figuring Out What Works*. Physics Today, 1999. 52 (1): p. 24-30.
- [10] Bernhard, J. *Improving Engineering Physics Teaching - Learning from Physics Education Research*. in *Physics Teaching in Engineering Education*. 2000. Budapest, Hungría.
- [11] McDermott, L.C. and E.F. Redish, *Resource Letter: PER-1: Physics Education Research*. American Journal of Physics, 1999. 67 (9): p. 755-767.
- [12] I.C.P.E., *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. 1 ed, ed. A. Tiberghien, E.L. Jossem, and J. Barojas. 1998, New York: I.C.P.E. p. 151. disponible en:

- [13] Prince, M., *Does active learning work? A review of the research.* . Journal of Engineering Education 2004. 93 (3).
- [14] Larson, D. and A. Ahonen, *Active learning in a Finnish engineering university course.* European Journal of Engineering Education, 2004. 29 (4): p. 521-531.
- [15] Chevins, P., *Lectures Replaced by Prescribed Reading with Frequent Assessment: Enhanced Student Performance in Animal Physiology.* Bioscience Education E-journal, 2005. 5 (1): p. 2 -13.
- [16] Bonwell, C.C. and J.A. Eison, *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*, ed. A.H.E.R.N. 1. 1991, Washington, DC: George Washington University,.
- [17] Kieren, T., *Activity learning.* Review of Educational Research, 1969. 39 (4): p. 509-522.
- [18] Di Vesta, F. and D. Smith, *The pausing principle: Increasing the efficiency of memory for ongoing events.* Contemporary Educational Psychology 1979. 4 (3): p. 288-296.
- [19] Wiggins, G. and J. McThige, *Understanding by Design.* 1998, Alexandria, Virginia: ASCD. p.disponible en:
- [20] Hake, R.R., *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses.* American Journal of Physics, 1998. 66 (1): p. 64-74.
- [21] Bransford, J., A. Brown, and R. Cocking, *How People Learn: Body, Mind, Experience and School.* Commission on Behavioral and Social Science and Education, National Research Council. 2000. Washington D.C.: National Academy Press. p.disponible en:
- [22] Johnson, D., R. Johnson, and D. Smith, *Active Learning: Cooperation in the College Classroom.* 1998, Edina: Interaction Book Co. p.disponible en:
- [23] Johnson, D., R. Johnson, and K. Smith, *Cooperative Learning Returns to College: What Evidence is There That it Works?* Change, 1998. 30 (4): p. 26-35.
- [24] Springer, L., M.E. Stanne, and S. Donovan, *Effects of Small- Group Learning on Undergraduates in Science, Mathematics, Engineering and Technology: A Meta-Analysis.* Review of Educational Research, 1999. 69 (1): p. 21-52.



# Tutorial debate: una experiencia exitosa para formación de competencias

Cecilio Silveira Cabrera, Luis Ernesto Blanco Rivero, Alicia M. López Restrepo<sup>1</sup>, Nelson Cano Martínez,  
William Rubio Riaño, Enrique Romero Motta, Alejandro Páez Rodríguez.  
Escuela Colombiana de Ingeniería

## Resumen

La formación por competencias es una necesidad del proceso de formación profesional, por eso se hace necesario divulgar las experiencias que tratan sobre el tema. Una de las formas son los medios interactivos. El Tutorial Debate pretende mostrar a la comunidad académica los beneficios de su implementación, teniendo en cuenta siempre el bagaje didáctico y pedagógico de una manera interactiva; los fundamentos teóricos y la experiencia al aplicar *La estrategia didáctica metodológica debate*. La misma es un instrumento que contribuye a formar competencias básicas profesionales en los estudiantes. Se fundamenta en los principios para el aprendizaje cooperativo, en la espiral de triunfo del estudiante, en el aprendizaje basado en la solución de problema y en el compromiso de compartido docente - estudiante. Esta dirigido al docente universitario, especialmente los que dictan clase en los primeros semestres de la facultad de Ingeniería.

**Palabras claves:** Tutorial, competencias, formación en competencias, estrategia didáctica

## Abstract

The formation for competitions is a necessity of the process of professional formation, for that reason it becomes necessary to disclose the experiences that try on the topic. One in the ways is the interactive means. The Tutorial Debates it seeks to show to the academic community the benefits of its implementation, always keeping in mind the didactic and pedagogic baggage in an interactive way; the theoretical foundations and the experience when applying The strategy didactic methodological debate. The same one is an instrument that contributes to form competitions basic professionals in the students. It is based in the principles for the cooperative learning, in the hairspring of the student's victory, in the learning based on the problem solution and in the commitment of having shared educational - student. This directed to the educational university student, especially those that dictate class in the first semesters of the ability of Engineering.

**Key words:** Tutorial, competitions, formation in competitions, didactic strategy

## 1. Introducción

Con el surgimiento de las nuevas políticas educativas en Colombia, referentes a las competencias dentro de los estándares educativos, la formación por competencias es una necesidad en el proceso de formación profesional, por eso se hace necesario divulgar las experiencias que tratan sobre el tema. Una de las formas para divulgarlas son los medios interactivos, en el presente proyecto se plantea con la Metodología denominada como *La Estrategia Didáctica Metodológica Debate*, la cual se espera que el docente aproveche dentro de sus experiencias pedagógicas.

El interés está centrado mostrar un proyecto edumático, en forma de tutorial, que permita divulgar a la comunidad académica universitaria de Ingenierías los elementos teóricos que la conforman y la experiencia acumulada en la aplicación de esta estrategia didáctica en las carreras de ingeniería.

Responde a una necesidad **Anticipada** donde se espera facilitar una labor docente, como es la motivación de los estudiantes hacia la asignatura impartida; también, teniendo en cuenta que la Reforma Educativa, viene enlazada a una política de cobertura y los centros educativos deben reestructurar sus metodologías de tal forma que puedan satisfacer la demanda de población educativa por atender. Por lo tanto es conveniente para la educación encontrar mecanismos que motiven al profesor y que contribuyan a la formación de competencias en los estudiantes de educación superior.

El tutorial esta dirigido a todas y cada unas de las personas que intervienen de una manera sistémica en el proceso de formación del estudiante de ingeniería: el docente universitario, especialmente los que dictan clase en los primeros semestres de la facultad de Ingeniería. La población objetivo es la de docentes universitarios de la Asignatura de Física

<sup>1</sup>Profesora de la Facultad de Mercadeo del INPAHU, sede Bogota, Especialista en Edumática.

## 2. Desarrollo

El trabajo muestra los aspectos teóricos de la denominada **ESTRATEGIA DIDÁCTICA METODOLÓGICA DEBATE** que es un instrumento que contribuye a formar las competencias básicas profesionales en los estudiantes. Se fundamenta en la formación de competencias a través de los principios de Johnson, Johnson y Smith para el aprendizaje cooperativo; en la espiral de triunfo del estudiante que conduce a la independencia académica, en el aprendizaje basado en la solución de problemas que contribuye a mejorar los buenos hábitos y ganar en independencia en la formación, en el compromiso de compartido docente - estudiante que mejora significativamente la retención de lo aprendido y en la evaluación formativa.

La Estrategia Didáctica Metodológica Debate es un sistema integrado por los siguientes componentes didácticos del proceso de formación: *los principios, los actores intelectuales, la metodología didáctica, los ambientes de formación y los recursos didácticos*. Es un sistema productivo, sistemático y objetivo que contribuye a la formación y desarrollo de las competencias profesionales en los estudiantes. En él, los estudiantes demuestran sus conocimientos, destrezas y habilidades ante el grupo, teniendo la contrapartida de éste, tanto al momento de argumentar sus criterios como a la hora de recibir una calificación.

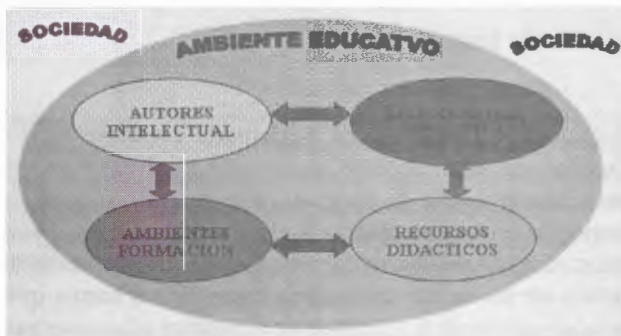


Figura No. 1: Interacción de los componentes de la Estrategia Didáctica Metodológica Debate

La propuesta se centra en la interacción entre todos y cada uno de los componentes. El protagonismo no está ni en el docente, ni en el estudiante, sino en la interrelación entre ambos, estos con la metodología didáctica y los recursos en un ambiente de formación. La metodología didáctica es propiciadora de una dinámica de desarrollo personal, con énfasis en la formación de valores, de la formación de habilidades y destreza, del desarrollo del pensamiento y

de la búsqueda de solución a los problemas pertinentes del perfil profesional. Mantiene una adecuada relación entre lo teórico y lo práctico y se acerca a los intereses de los estudiantes. Privilegia la apropiación y el desarrollo de las competencias en los estudiantes, dando las bases para facilitar un trabajo en equipo multidisciplinario y la integración de los conocimientos. Se desarrolla con el trabajo participativo y cooperativo entre estudiantes y genera dinamismo en el proceso que integra la lógica del saber con la lógica de la profesión.

Se hace necesario ganar espacios, tiempo y factibilidad económica, por medio de una herramienta interactiva multimedia que actúa como tutor, multiplicando el conocimiento de manera no presencial.

Con este tutorial se expone de una forma interactiva y apoyada en las nuevas tecnologías de la información los aspectos teóricos, metodológicos y la experiencia acumulada por el autor al aplicar una estrategia didáctica para contribuir a la formación de competencias profesionales en los estudiantes de ingeniería.

## 3. Especificación de requerimientos

Este proyecto tutorial será divulgado en un medio universitario, para docentes de la Asignatura de Física en las carreras de Ingenierías, con conocimientos previos del Sistema operativo Windows y el Office. Se puede utilizar para una sesión de dos horas, ya sea individual o en grupo y puede ser utilizado en cualquier momento como un material independiente.

Como requerimientos es necesario que la población objeto tengan conocimientos mínimos de didáctica general de la Educación Superior y conceptos importantes como Competencia, Evaluación, función de la Evaluación, Objetivo, Contenido, Método de Enseñanza, Proceso de Formación.

Al definir Competencia es importante destacar que en cada definición existen supuestos previos diferentes con los que cada autor opera, lo que provoca que el resultado conceptual sea distinto, y como expresara Le Boterf, *el concepto de competencia actual posee un atractivo singular, la dificultad de definirlo crece con la necesidad de utilizarlo*, de manera que como destaca este actor más que un concepto operativo es un concepto en vía de fabricación.

En la figura No. 2 se presenta el mapa conceptual de la propuesta con sus componentes y los elementos que la conforman.

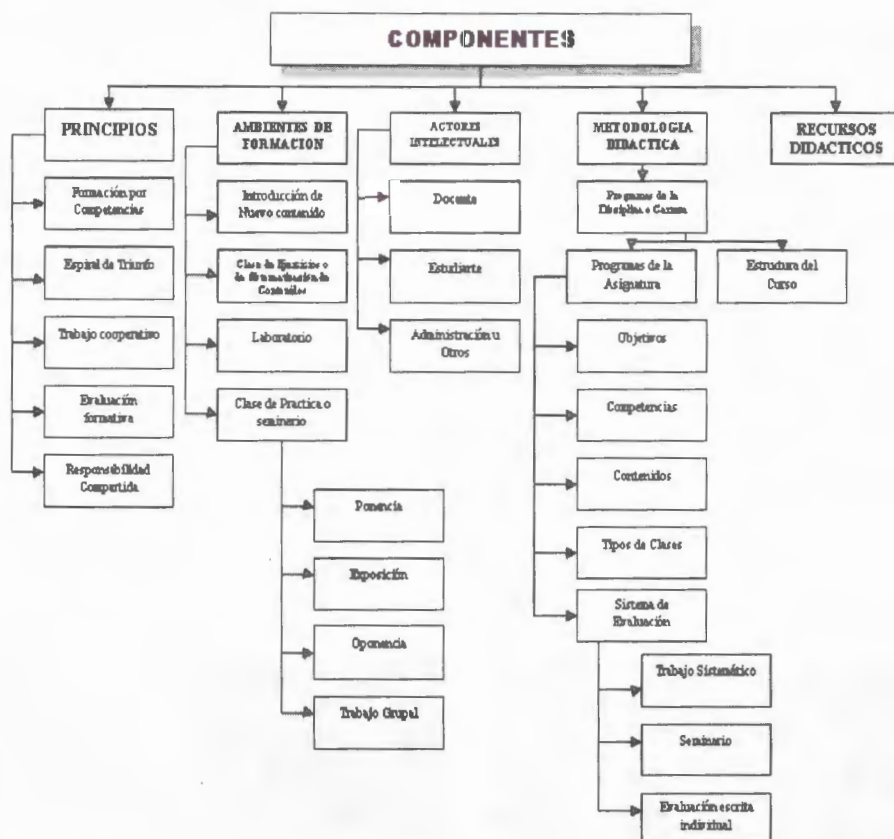


Figura No. 2: Mapa conceptual de la Estrategia Didáctica Metodológica Debate con sus componentes y elementos

#### 4. Diseño de pantallas o interfaz

##### PANTALLA No. 1: Escenario Inicial

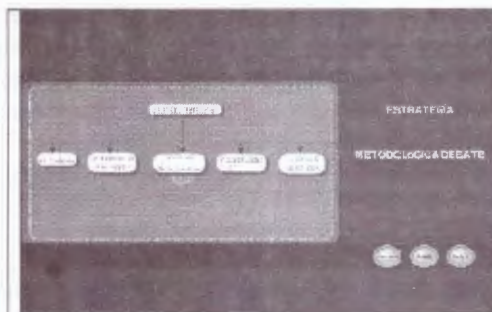
Fondo		Descripción	Función
MENU COMPONENTES	TITULO PROYECTO	escenarios	1. Fondo que incluye en Fondo de agua los logotipos de la Universidad Autónoma y La Escuela Colombiana de Ingeniería. 2. Menú Componentes: A partir del cual accedemos a cada una de las unidades. 3. Título Proyecto: Aquí se incluye el Título general de la Aplicación.
Zona de Navegación		botones	3 botones. De Navegación, cuyo objetivo es navegar a través de la Aplicación.

**PANTALLA No. 2: Escenarios de cada Unidad**

**Diseño comunicacional**



Descripción	Función
escenario	Fondo: 1. Fondo que incluye en Fondo de agua los logotipos de la Universidad Autónoma y La Escuela Colombiana de Ingeniería.
Zona de Comunicación	Dos botones: Cuya función es adelantar o atrasar en el aplicativo. Titulo del aplicativo
Área de Trabajo	Se incluyen definiciones pertinentes en cada unidad. Títulos y Subtítulos
Área Multimedia Imágenes	En este caso específico se incluyen fotografías relativas a la experiencia.



**Pantalla No. 1**



**Pantalla No. 2**



**Pantalla No. 3**



**Pantalla No. 4**

**5. Descripción física del aplicativo o arquitectura del sistema**

El aplicativo cuenta con:

- 1 Archivo ejecutable (.exe)
- 1 Documento de hoja de estilos de cascada (.css)

- 1 Información sobre la instalación. Auto run (.inf)
- 4 Paquetes:
  - 1 Video: (9) archivos de video de flash (.flv)
  - 1 Textos: 34 documentos de texto (.txt)
  - 1 películas: 11 películas flash (.swf)
  - 1 archivo fs command
 Cuenta con un documento Word (.doc)  
 1 archivo por lotes MSDOS (.bat)



## 6. Enlaces y bases de navegación

### Tipos de Enlaces

**Control General:** Conformado por tres botones

1. Inicio
2. Ayuda
3. Salir

**Control Interno:** Conformado por dos botones

- Adelantar pantallas
- Atrasar pantallas

En el desarrollo del aplicativo como ya se expuso se trabaja un tipo de Enlace Jerárquico, el cual se desarrolla como sigue:

En la primera pantalla aparece desplegado un Menú con cinco (5) unidades o botones principales que al hacer clic en cada uno de ellos, el usuario selecciona y desarrolla el tema que desea navegar, como se presenta en los gráficos presentados a continuación:

Especificaciones de equipo	
CPU	para Windows 98/ME/XP y Multimedia.
RAM	256 kb
REQUERIMIENTO DE AUDIO	Tarjeta sonido
REQUERIMIENTO VIDEO	Tarjeta audio
TECLADO Y MOUSE	Si

Especificaciones Software	
Plataforma Computacional	Windows 98/ME/XP
Herramientas de edición de sonido	Nero wave Editor
Procesadores de palabra	Microsoft Office Word
Herramientas de desarrollo multimedia	Macromedia Flash 8

## 8. Conclusiones

Al finalizar este trabajo y teniendo en cuenta los objetivos iniciales propuestos llegamos a las siguientes conclusiones:

- a. El diseño y desarrollo de esta aplicación, permitió ampliar el conocimiento referente a la necesidad de aplicar este tipo de herramientas para el aprendizaje e implementación de las competencias adecuadas en la enseñanza inicialmente de la Física.

- b. Lo anterior nos lleva a considerar la posibilidad de implementar y desarrollar este tipo de aplicación para otras disciplinas, dada la agilidad en su desarrollo.
- c. De acuerdo con la prueba piloto presentada a algunos docentes, en una segunda etapa este aplicativo puede ir y ampliarse a los estudiantes e ir más allá en cuanto a las competencias que se pretenda desarrollar.

## 9. Bibliografía

Alvarez de Z. C. «Didáctica, La Escuela en la Vida», Editorial Pueblo y Educación. 1999

Cruz Baranda Silvia. «Una Explicación Didáctica A La Formación de Competencias». Serie formación de formadores II. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 2000

Galvis Panqueva, Álvaro H. Ingeniería de Software Educativo. (1992) Bogota: Uniandes.

Rohwer William (1984) mencionado por Greybeck, Barbara D. «La metacognición y la comprensión de lectura. Estrategias para los alumnos del nivel superior». Edición disponible en <http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar/08/8barbara.html>

Silveira C, Cecilio. «Estrategia debate un instrumento metodológico para la formación de competencias profesionales». Notas del Autor 2006

Silveira C, Cecilio. «Una Opción para Hacer más Efectivo el Proceso Docente – Educativo». Revista UMBRAL CIENTIFICO. Noviembre 2002. No. 1. Bogota.

Silveira C, Cecilio. «La Evaluación Debate y la Formación de Competencias en la Educación Superior». Memorias XIX Coloquio Distrital de Matemática y Estadística. Universidad Nacional de Colombia. 2003

Silveira C, Cecilio. «La Clase Práctica y la Formación de Competencias Básicas en Ingeniería». Ensayos de Ciencias Naturales y Matemáticas. No. 3. 2003. Revista Científica de la FUAC.

Sobrino Andrés y NAVAL. «Concepción. Evaluación formativa y nuevas tecnologías». Revista de ciencias de la Educación. No. 183 julio – septiembre 2000

# La metacognición y la educación apoyada por tecnologías de información y comunicación

Herminia Quiceno Valencia  
Universidad Autónoma de Manizales (UAM) - Departamento de Educación  
Grupo de Investigación en Informática Educativa

---

## Resumen

La ponencia presenta la Metacognición como una reflexión consciente y compleja que analiza los contenidos cognitivos y los procesos mentales que se involucran en el acto de conocer. Ello da lugar a pensar en "saber qué es lo que se conoce" (conocimiento que tenemos de nuestro propio conocimiento), y en "saber cómo se conoce", (conocimiento de actividades mentales que ejercemos sobre nuestro acto de conocer, especialmente la supervisión y la autoregulación). Mateos [1].

Hoy existe interés por analizar los contenidos que se comparten a través de la enseñanza mediada por tecnología. Las investigaciones en curso [2], llevan a pensar que el aprendizaje adquirido, a través de la tecnología y diversos lenguajes es una actividad mental que puede ser enriquecida a través de la reflexión metacognitiva.

Los contenidos de aprendizaje al ser interpretados pueden convertirse en representaciones mentales que se *fijan o manifiestan* en implementaciones *visuales, sonoras, textuales*, entre otras; estos contenidos son aprehendidos por el estudiante a través de diversas estrategias apoyadas por tecnología, al mismo tiempo que se posibilita su modificación y su reflexión, siendo ésta última comunicada de manera inmediata a los gestores del proceso educativo, enriqueciendo con ello la estrategia misma de enseñanza.

Las tecnologías de Información y Comunicación (TIC) son útiles en la generación de cambio conceptual en los estudiantes y en la implementación de unidades didácticas que proporcionan, a quienes participan de los procesos educativos, una visión holística del conocimiento.

**Palabras claves:** Reflexión metacognitiva, enseñanza, Tecnología de Información y Comunicación (TIC)

## Abstract

This paper presents Metacognition as a conscious and complex reflection that analyzes the cognitive contents and the mental processes that are engaged in the knowledge action. This idea gives rise to think about "knowing what is known" (knowledge people have about their own knowledge), and in "knowing the mental functions that operate in the knowledge action", (knowledge of mental activities that people put into practice about their own knowledge action, specially the supervision and the self-regulation). Mateos [1].

Nowadays, there is an interest in analyzing the contents shared throughout the teaching mediated by technology. The current investigations [2] allow thinking that the acquired learning through technology and diverse languages is a mental activity that can be enriched by metacognitive reflection.

The learning contents when being interpreted can become mental representations that are *fixed or declared* in *visual, audible, textual*, implementations, among others; these contents are understood by students through diverse strategies supported by technology which, at the same time, make possible its modification and its reflection, being this reflection communicated immediately to the leaders of the educative process, enriching the same teaching strategy.

The Information and Communication Technologies (ICT) are useful in the generation of conceptual change in the students and the implementation of didactic units that provide, to those who participate in educative processes, an holistic vision of the knowledge.

**Key words:** Metacognitive reflection, teaching process, Information and Communication Technologies (ICT).



## 1. Introducción

La ponencia surge del proyecto: La clase multimodal y la formación y evolución de conceptos científicos mediante el uso de Tecnologías de Información y Comunicación, (TIC). Este proyecto de Investigación se realiza en la Universidad Autónoma de Manizales, UAM, en convenio con las instituciones CINDE (Universidad de Manizales) y COLCIENCIAS; actualmente está dirigido a profesores de diez colegios estatales de educación media de la misma ciudad. La ponencia tiene como objetivo exponer algunas ideas de los textos consultados sobre el tema de las TIC en los procesos educativos, y relaciona dicha temática con el análisis metacognitivo y el cambio conceptual.

Se trata la metacognición como una facultad mental. Se dirige la reflexión metacognitiva a la persona, a la tarea y las estrategias propias de dichos procesos.

El cambio conceptual que se genera en los estudiantes después de la intervención educativa apoyada por las TIC y por la reflexión metacognitiva, puede ser representado ó comunicado haciendo uso, a su vez, de las mismas herramientas tecnológicas, lo que permite una retroalimentación productiva entre la comunidad que participa en el proceso.

Se aborda el aprendizaje como una de las facultades mentales que permite conocer y modificar el entorno, ocasionando en el estudiante y en el docente, transformaciones con sentido.

La utilización de las distintas herramientas tecnológicas en procesos de enseñanza y aprendizaje, pueden ser apoyados por procesos de reflexión metacognitiva, convirtiendo tanto los contenidos como el uso de las herramientas, en un ejercicio significativo[3] para quienes participan de la educación mediada por tecnología.

## 2. Desarrollo de la temática

La Metacognición se vale de facultades mentales como el control, el autocontrol, la regulación, la memoria, entre otras, con el fin de poner en práctica acciones que conduzcan a explicar las estrategias de aprendizaje y de enseñanza, obteniéndose con ello un conocimiento significativo.

Flavell, citado por Mateos define al conocimiento metacognitivo como:

...: El [conocimiento] que uno tiene acerca de los propios procesos y productos cognitivos o cualquier otro asunto relacionado con ellos, (...).

La metacognición hace referencia, entre otras cosas a la supervisión activa y consecuente regulación y

organización de estos procesos en relación con los objetos o datos cognitivos sobre los que actúan, normalmente al servicio de alguna meta u objetivo concreto [4].

Es por ello que Flavell analiza en el conocimiento metacognitivo tres entidades importantes de las que el individuo llega a tener consciencia; ellas son: la persona, la tarea, y las estrategias. La persona hace relación a la manera como en un proceso de aprendizaje o de conocimiento, tiene consciencia de sí misma, se cuestiona acerca del cómo puede relacionarse con otros, y cómo se asume dentro de la idea universal de hombre; es decir, el análisis de esta entidad lo lleva a identificarse como un ser humano con facultades similares a las de otros individuos con los cuales puede intercambiar información. La tarea se refiere al contenido que se ha de aprender; el conocimiento que ésta contiene, y dada las metas planteadas para su logro, llevan a tener consciencia de su ejecución, lo cual desemboca en el estudio del tercer componente, las estrategias, que permiten lograr los fines u objetivos a alcanzar con su ejecución [5].

Por ser el aprendizaje una de las facultades o maneras de conocer del individuo, se convierte en una entidad apropiada sobre la cual realizar un análisis metacognitivo. El aprendizaje, según Pozo, "es una acción humana que implica transformaciones duraderas"[6]; dichas transformaciones se dan por la praxis, o el actuar reflexivo, el actuar consciente, que permite, por ejemplo, analizar los contenidos de la tarea, evaluar las propias capacidades como persona en la resolución de problemas ó, determinar las estrategias que permitan alcanzar las metas que ellas demandan, y modificar, por medio del acto de aprender, las ideas básicas de la persona que se inicia en un área del saber determinada, variándose así la conducta de quienes asumen el proceso cognitivo, (estudiantes y docentes); es por ello que tanto el docente como el estudiante deben contar con una disposición mental (conductual) para realizar transferencias conceptuales o "deslizamientos teóricos" hacia teorías nuevas, que permitan hacer el cambio estructural, y adquirir así nuevo conocimiento.

Continuando con los lineamientos de Pozo[7], puede afirmarse que el aprendizaje implica, no solamente una construcción de categorías sino una deconstrucción de las mismas; esta dialéctica: construcción - deconstrucción hace posible un aprendizaje actualizado que permite a los individuos renovar sus saberes con el fin de adaptarse al contexto y/o transformarlo, como una de las exigencias que los sujetos enfrentan actualmente para ser competitivos

Las nuevas tecnologías de información y comunicación facilitan hoy estos cambios mentales, por cuanto ponen d



manera estratégica, a disposición los contenidos a quienes pueden acceder a ellos, estableciéndose un conocimiento directo, aunque en este caso, se dé cierta mediatez, gracias a las herramientas tecnológicas. El estudiante aprehende las representaciones dispuestas por el profesor, para hacerlas suyas, convirtiéndolas en sus propias representaciones mentales. Las representaciones del conocimiento remiten necesariamente al establecimiento de modelos mentales que pueden ser reflejados en modelos educativos. Para entender lo anterior debemos mirar la definición de modelo realizada por Wilson, citado por Reyes, quien afirma, "(...) un modelo es una representación explícita de la forma en que una porción de la realidad es interpretada por quien analiza una situación". [8].

Las nuevas representaciones pueden ocupar el lugar de los pre-supuestos o ideas iniciales que traía el estudiante a su proceso educativo, desplazando un conocimiento anterior por otro diferente y nuevo. Tanto el estudiante como el profesor están dotados de estos presupuestos, ya que han estado inmersos en una cultura que los influye (Lo social, lo educativo, lo religioso); sin embargo, a veces, estas ideas iniciales se arraigan de tal manera que se hace difícil el cambio de conocimiento (cambio conceptual), razón por la cual, la labor del profesor no solamente estará ceñida a enseñar y facilitar ciertos aprendizajes, sino a propiciar la reestructuración cognitiva, permitiendo acomodar analíticamente, los nuevos conocimientos a las estructuras cognitivas anteriores del estudiante, incidiendo con ello en el cambio de las concepciones mentales iniciales del mismo.

El empleo y análisis de las Tecnologías de Información y Comunicación en la educación, acompañadas de los fundamentos y estrategias sugeridas por la metacognición, pueden generar mayores avances en los intercambios de aprendizaje y enseñanza, en cuanto a los procesos de cambio conceptual, que los presentados a lo largo de una educación tradicional, basada ésta última en la transmisión de conocimiento; puesto que la reflexión, a la que invita la metacognición, garantiza una utilización consciente de la tecnología en la formación educativa, apartándose de un uso que estaría limitado a la mera comunicación de información, al que pudiera dar lugar el uso de las TIC.

Las tecnologías de Información y comunicación facilitan los procesos educativos, por identificar en su uso una doble propiedad: La presentación ágil e interactiva de los conocimientos y por ser ellas mismas una estrategia de comunicación significativa, que en ambientes tradicionales sería más difícil de lograr. Tener la posibilidad de interactuar de manera síncrona y asíncrona a través de ellas, con los contenidos y los gestores del conocimiento,

acceder a variadas fuentes de información especializadas, proporcionar una retroalimentación inmediata y personalizada, contar con elementos como multimedia e hipermidia que posibilitan a los participantes palpar y transformar las representaciones de los conocimientos, apoyados en experimentos que pueden hacer los mismos estudiantes, por su propia iniciativa o por invitación del profesor, hacen que la educación se torne necesariamente diferente.

Se considera valioso el papel que juegan las TIC en estas formas de presentar los procesos educativos, al ofrecer nuevas posibilidades originadas en el uso estratégico de las herramientas tecnológicas, que como el chat, los hipervínculos, las redes, el correo electrónico, los foros virtuales, entre otros, potencializan competencias que como la escritura, la expresión oral, la presentación de esquemas, (mapas conceptuales, árboles de contenidos), las imágenes y textos escritos, son manifestaciones de las elaboraciones mentales construidas, en solitario o en grupo, y que denotan un grado de compromiso y entendimiento sobre la reflexión misma y sobre los contenidos de conocimiento, sin dejar de lado el desempeño de los protagonistas del proceso mismo. Su capacidad para trabajar en grupo, la eficiencia en la búsqueda y filtrado acertado de la información, la interpretación y síntesis de las temáticas). Las TIC tienen la ventaja de permitir representar el conocimiento con mayor facilidad; el sólo establecimiento de enlaces, o hipervínculos que modelan asociaciones conceptuales y crean redes de aprendizaje (ó comunidades científicas de aprendizaje), es un ejemplo de ello.

Con base en estas propiedades y atendiendo a la propuesta planteada en el informe: TIC y Educación superior en Latinoamérica y el Caribe, se debe pensar en "una nueva pedagogía, que modifique los paradigmas tradicionales de la educación" [9]. Esta nueva pedagogía debe hacer énfasis en el análisis reflexivo sobre los procesos mismos de enseñanza y aprendizaje, propendiendo por alcanzar una comprensión sobre lo que se hace con tecnología en educación; es decir lograr una praxis tecnológica en los procesos de aprendizaje y enseñanza. Lo anterior implica tener como objeto de estudio diferentes componentes: los contenidos específicos del conocimiento, el uso de las tecnologías que hacen públicos dichos contenidos, su representación y las estrategias que se emplean para la aprehensión significativa del conocimiento apoyado por TIC. Ello hace que se comprendan sus efectos, en quien aprende y enseña, (la persona). Así nos acercáramos a una educación integral, cuyo ideal es el de formar no solamente expertos en procedimientos acerca del uso de la tecnología, sino expertos en conocimientos, a partir de los cuales se puede transformar la sociedad.

Ahora corresponde cuestionarnos sobre el papel de los participantes en esta nueva pedagogía, y la manera en que se desarrollan las situaciones de aprendizaje y de enseñanza, apoyadas por tecnología; si realmente existe en las representaciones mediáticas un proceso de reflexión y comprensión tomando como base los conocimientos previos de los aprendices y las estructuras cognitivas de un área del saber, (que identifican a una cultura) [10]; o si por la inserción de las tecnologías en educación se centra la atención sólo en las facilidades de comunicación que las mismas ofrecen. Esta última posibilidad llevaría a pensar que los medios (TIC) son la condición necesaria y suficiente para exteriorizar los contenidos de aprendizaje sin una interpretación analítica. Esta posibilidad hace de los procesos educativos, acciones operativas de productos tecnológicos, convirtiendo este uso en un sofisma para la educación, y hace perder de vista la esencia misma de ella, la cual como se dijo al comienzo de esta ponencia es la de "provocar en los individuos transformaciones prolongadas"[11].

Por ello la posibilidad de introducir dentro de la educación apoyada por tecnología las reflexiones a las que lleva el estudio de la metacognición, hace del profesor, del estudiante, de los procesos mentales, de los medios y de los contenidos, un hacer con sentido, en donde a través del control del aprendizaje, la autorregulación, la memoria, el conocimiento de sí mismo, se logran mejores resultados, que si se llevaran a cabo acciones que sólo adaptasen los contenidos a las posibilidades que ofrecen los medios, por ser éstos llamativos.

La praxis que debe estar implícita en la relación Metacognición – TIC, es posible a través de diversas estrategias, como por ejemplo las preguntas complejas, las disertaciones en grupo, las tareas auténticas o con sentido, las evaluaciones formativas (no acumulativas ni memorísticas) y los experimentos sobre la misma acción de aprendizaje y de enseñanza; también lo permite el trabajo colaborativo y cooperativo siempre y cuando se tenga clara la teleología de la educación: La formación del individuo para la sociedad.

La educación apoyada por tecnologías de información y comunicación nos hace suponer que existen ventajas en relación con la tradicional. El tener acceso a los conocimientos a través de redes de comunicación amplía el universo del saber, a la vez que al conformarse las redes de aprendizaje por intermedio de ellas, se socializan los contenidos. Los costos que demanda el uso de estas tecnologías se ven solventados por el incremento intelectual que se obtiene al establecerse un conocimiento social, que se instaura en las comunidades académicas y científicas (esto lo vale todo).

Las TIC permiten ahora establecer redes académicas, siendo ello un beneficio cuando se trata de solucionar

problemas inmediatos. El intercambio cultural, las diferencias horarias, el software libre, el abaratamiento de productos tecnológicos, y el acceso, hacen que metas como las de lograr la transformación de contenidos mentales en pro del mejoramiento humano, estén cerca. Ahora corresponde elaborar diseños, contenidos, métodos, y estrategias a partir de una constante evaluación sobre lo que se hace, a fin de no convertir el arte de aprender y de enseñar en un producto más de la tecnología.

### 3. Referencias

- [1] Mateos, Mar. Metacognición y Educación. Argentina: Aique. grupo editor. 2001, p. 11
- [2] Tamayo Oscar et Al. La clase multimodal y la formación y evolución de conceptos científicos, mediante el uso de Tecnologías de Información y Comunicación. Proyecto de Investigación Universidad Autónoma de Manizales, UAM, CINDE, COLCIENCIAS. Documento impresión interna. UAM. pp 37.
- [3] Jacquinet, Geneviève. Cinéma et Dernières Technologies. Sous Direction de F. Beau, P. Dubois, G. Leblanc. Paris, INA/ De Boeck, coll Ars et Cinéma, 1998: pp 153 – 168
- [4] Mateos, Mar. Op. Cit. p. 21
- [5] Mateos, Mar Op. Cit: p. 23
- [6] Pozo M, J. I. La organización de la práctica. La Nueva Lectura del Aprendizaje. En: Aprendices y Maestros. Madrid : Alianza. Año 1999 p 317 a 338
- [7] Pozo IBIDEM.
- [8] Reyes González, Alejandro. Técnicas y Modelos de Calidad en el salón de Clases México: Trillas – ITESM 1999, p. 39
- [9] Facundo, D. Angel. Tecnologías de información y comunicación y educación superior virtual en Latioamérica y el Caribe: Evolución, características y Perspectivas. UNESCO –IESALC- Fundación universitaria los Libertadores. Bogotá: Talleres Educativos de Colombia. S.A. 2005. pp 148
- [10] Jacquinet, Geneviève. Op. Cit . pp 153 – 168
- [11] Pozo M, J. I. Op. Cit. p 317 a 338.

### 4. Bibliografía General

- Arbeláez G. Martha C, Romero, F. & otros. Habilidades metacognitivas y entornos educativos. Universidad Tecnológica de Pereira - Colombia: Editorial Papiro. 2002. pp 129
- Delouis, Sophie. Hypermedia et processus d' apprentissage. Dans Representations Mentales et Nouvelles Technologies Educatives. Actes Des Journees Des 17 et 18 Décembre INSA De Lyon et Université Lyon 2 1997. p52.à 65.
- Monereo, C. Estrategias de enseñanza. Madrid: Graó. 2002 .pp 346



# Estructura y dimensiones de las competencias profesionales y su rol en las estrategias curriculares

Antonio Gan Acosta  
Universidad de Pamplona, Colombia

---

## Resumen

*Este trabajo es una introducción al mundo de la pedagogía, hace un recorrido de forma descriptiva, por muchos de los elementos del proceso de formación de competencias profesionales o lo que es igual, de creación y desarrollo de la personalidad. Este escrito en ocho páginas es en realidad un resumen del trabajo original.*

*Su aporte más significativo es definir integrar y relacionar con relativa claridad (porque es muy difícil ser explícito en pocas palabras), términos y concepto que con frecuencia generan confusión. La mayoría de los conceptos son redacción del autor. Es una invitación a un análisis de los temas, más profundo y detallado.*

*El contenido está relacionado con: anatomía y neurofisiología de la inteligencia y el pensamiento, teoría de la personalidad, teoría de la comunicación, teoría de la actividad, diseño curricular y desarrollo de programas académicos, asignaturas y cualquier tipo de actividad instructiva y educativa.*

*Todos los temas tratados pueden ser de forma independiente objeto de un curso amplio.*

*Puede ser útil para estudiantes, educadores, instructores, dirigentes y padres de familia.*

**Palabras claves:** Competencias, dimensiones, estructura, neuronas, cerebro, instintos, conciencia, motivación, inteligencia

## Abstract

*This work is an introduction to the world of pedagogy, makes a fast route of descriptive form, by many of the elements of the process of formation of professional competitions or what is equal, of the creation and the development of the personality.*

*Its more significant contribution is to define, integrate and relate to relative clarity (because it is very difficult to be explicit briefly), terms and concept, that frequently generate confusion. Most of the concepts they are writing of the author. It is an invitation to an analysis of the subjects, deeper and detailed.*

*The content is related to: anatomy and neurophysiology of the intelligence and the thought, theory of the personality, theory of the communication, theory of the activity, curricular design and development of academic programs, subjects and any type of educational activity.*

*All the treated subjects can be of independent form object of an ample course.*

*It can be useful for students, educators, instructors, leaders and parents of family.*

**Keywords:** Competitions, dimensions, structure, neurons, brain, instincts, conscience, motivation, intelligence, thought

## 1. Introducción

¿Por qué hablar de «ESTRUCTURAS» Y «DIMENSIONES»? ¿sería usted capaz de conducir un automóvil?, sin tener una idea de cuales son sus partes (los interruptores, el acelerador, el pedal del freno, las luces, el timón, etc.), ¿difícil?, ¿no es cierto? Pues bien, aquí le mostramos los elementos del proceso de formación de competencias profesionales, y tenga presente que en él, usted (estudiante,

profesor, dirigente o padre de familia) no es un simple conductor, es un constructor, un creador de redes neuronales y personalidad.

## 2. Desarrollo

La experiencia histórica al investigar el desenvolvimiento laboral, de los graduados de programas o carreras profesionales, los divide en dos grandes grupos: «muy exitosos

y no exitosos». Se encuentra que no hay una relación directa entre rendimiento académico, o calificaciones y el exitoso desenvolvimiento profesional. Y con frecuencia los estudiantes de mayor rendimiento académico y calificaciones, «no» son los de mejor desenvolvimiento profesional y éxito. ¿Por qué? Los estudios demuestran que la diferencia radica en la personalidad de los profesionales. Y por tal motivo surgió la necesidad de definir un término, para describir a individuos con habilidades profesionales que los hacen capaces de «saber» y «hacer», y rasgos de la personalidad que le permiten «ser» «asertivos», insertarse y «tener» éxito, para la satisfacción de sus necesidades y de la humanidad o sea «*profesionales competentes*».



Figura 1

Para entender la estructura y dimensiones de las competencias profesionales, es necesario profundizar en la teoría de la «*personalidad*», y en el conocimiento de las «*habilidades profesionales*» ver figura 1. Empecemos por la personalidad.

Los cimientos de la personalidad los encontramos en las neuronas, que conforman las redes neuronales capaces de almacenar energía potencial psicológica, crear representaciones complejas que son la base de las ideas, la inteligencia y el pensamiento. Ver figura 2.



Figura 2

Si existen redes y energía, entonces hay la posibilidad, de que ante un estímulo (motivación), basada en la inteligencia la mente genere el pensamiento que es de naturaleza interna y puede dar lugar a la conducta.

**Las conductas** son los movimientos de las personas con cualidades que los caracterizan, entre otras las actitudes y las habilidades comunicativas.

**La activación** del pensamiento se origina, ver figura 3, cuando el bulbo raquídeo, recibe algún estímulo, y mediante mecanismos electroquímicos, activa el hemisferio izquierdo o el derecho, dando lugar a la actividad cerebral. La cual rige su funcionamiento por los siguientes principios:

1. La secuencia del procesamiento cerebral es «entrada à integración à salida».
2. Existen divisiones sensoriales y motoras en todo sistema nervioso.
3. Los circuitos cerebrales son cruzados.
4. «El cerebro es tanto simétrico como asimétrico».
5. El sistema nervioso trabaja mediante excitación e inhibición.
6. El sistema nervioso central tiene múltiples niveles de funcionamiento.
7. Los sistemas cerebrales están organizados tanto de modo jerárquico como en paralelo.
8. «Las funciones del cerebro están tanto localizadas como distribuidas».

Además de estos principios, encontramos algunas de las

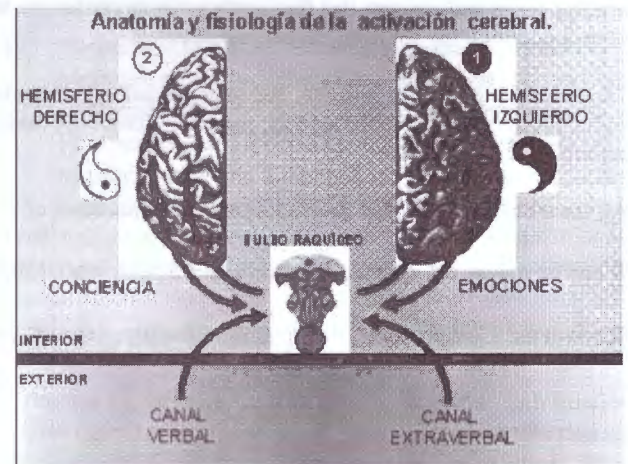


Figura 3

generalidades de la naturaleza humana, como son: la trilogía, la dualidad, las contradicciones, y la unidad y lucha de contrarios.

La inteligencia y el pensamiento se estructuran al igual que los hemisferios cerebrales en dos extremos, con dimensiones y características que los distinguen, como se muestra en la Fig.4.

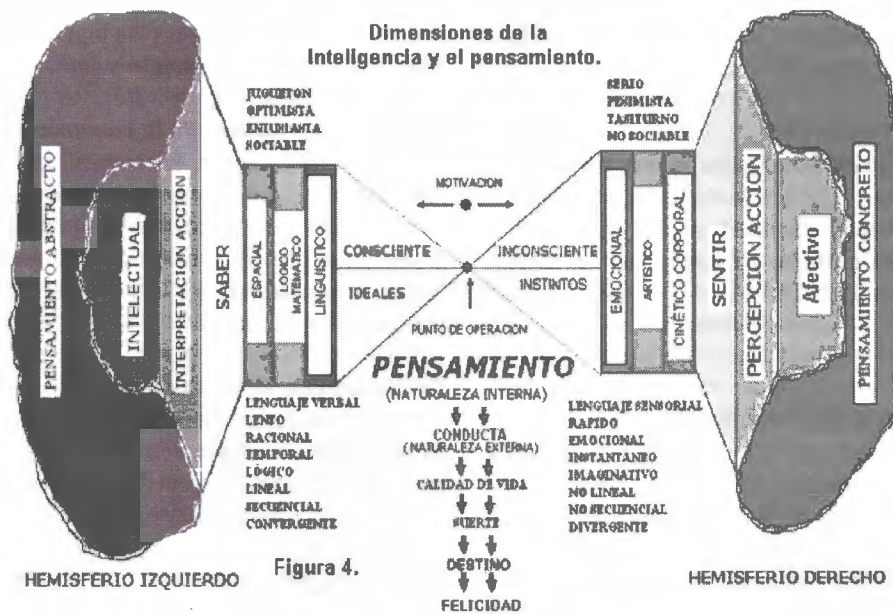


Figura 4.

Figura 4

Y dan lugar a *la personalidad*, que pudiera definirse como: «La organización sistémica viva, y relativamente estable de las distintas funciones psicológicas, sistemas de estas, e integraciones funcionales de sus contenidos, que participan activamente en las funciones reguladoras y autorreguladoras del comportamiento, siendo el sujeto quien porta estas funciones».

Entre *las dimensiones de la personalidad* encontramos: Carácter consciente, carácter activo, carácter interactivo (*comunicación*), carácter unitario, individualidad, estabilidad relativa, *integridad*, función reguladora, *conductas, estructura*.

*La estructura* es la organización sistémica, relativamente estable, de las dimensiones de la personalidad, que se tipifica por los potenciales reguladores y autorreguladores preponderantes, configurando los rasgos distintivos y únicos, de un individuo concreto.

*La integridad* es la cualidad que indica el carácter armónico en la configuración psicológica de la personalidad. *Armonía* no significa ausencia de contradicciones, sino que estas se resuelven en el marco de la personalidad.

*Las conductas* son dimensiones de la estructura de la personalidad, caracterizadas por las *actitudes* de

comportamiento del individuo, en su *actividad* relacionada con el entorno y los demás seres vivos. Son la integración de movimientos y cualidades.

*Las actitudes* son la expresión individualizada de *los principios* de la estructura de la personalidad y los estilos de comunicación, que caracterizan al individuo, y determinan la posibilidad de alcanzar los fines y objetivos de su actividad.

*Los principios* son la generalización de la experiencia, que crea la función reguladora de la personalidad, y conforman las *actitudes* ante los estímulos del entorno. Los principios pueden ser de carácter profesional, y los que caracterizan las cualidades de la personalidad, o principios *éticos y estéticos*.

*Los valores* son los principios que facilitan la conformación de *actitudes correctas y asertivas*, en las funciones reguladoras y autorreguladoras de la personalidad.

*Los antivalores* son los principios que obstaculizan la conformación de *actitudes asertivas y correctas*, en las funciones reguladoras y autorreguladoras de la personalidad.

*Conducta asertiva* es aquella que es *correcta* y permite alcanzar los fines y objetivos propuestos, garantizando la *armonía* en la estructura psicológica de la personalidad.

Como *conducta correcta* pudiera adoptarse la siguiente definición: «Todas las conductas de los seres humanos son correctas, excepto aquellas que perjudiquen o limiten el ecosistema de la naturaleza, o la armonía entre la estabilidad y el desarrollo de ellos mismos o de otros sujetos, o generen contradicciones antagónicas y/o estados patológicos de la personalidad».

Por ejemplo, una *conducta generadora de paz*, garantiza un ambiente de paz, el cual es un estado en el que predomina la **estabilidad y ausencia de contradicciones** para que sea posible, y exige de dos actitudes indispensables, «**respeto y tolerancia**», respeto a los derechos, a la cultura, a las costumbres, etc., y tolerancia a los errores y equivocaciones de otros seres humano, etc.

Es conveniente destacar que **estabilidad y desarrollo** son aspectos contradictorios y casi antagónicos, y es necesario encontrar el punto óptimo, para garantizar la integridad en la configuración psicológica de la personalidad.

Por ejemplo, la estabilidad no debe ser motivo que impida alcanzar habilidades y competencias profesionales, pero el desarrollo mediante el estudio y la formación de habilidades y competencias, no puede llegar a perjudicar la salud y la integridad de la personalidad.

Más posible es una conducta generadora de armonía. *La armonía* es un estado que garantiza coexistencia y estabilidad relativa, con la solución de las contradicciones en el marco de la personalidad y en función del crecimiento humano, sin presencia de antagonismos.

También exige como mínimo de dos actitudes indispensables, «**respeto y transigencia**», respeto a los derechos, a la cultura, a las costumbres, etc., y transigencia a los errores y equivocaciones de uno mismo o los otros seres humanos, etc. Pero sin traspasar límites tolerables para la dignidad de las personas, marcados sobre todo por las buenas intenciones y la justeza de las acciones, y en función de alcanzar los objetivos de la actividad. *La armonía* es necesaria en todos los momentos de nuestra vida.

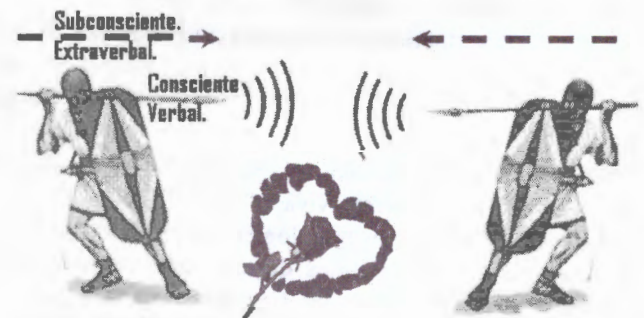
*Antagonismo, y las conductas antagónicas*, surgen cuando los motivos, objetivos o principios de un elemento, no están al menos en un mínimo de concordancia con los del resto del sistema en el cual se encuentra.

*La solución del antagonismo*, es la extracción del elemento antagónico del sistema, o la transformación, o destrucción del sistema.

Como se vio anteriormente, una de las dimensiones de la personalidad es «*la comunicación*», que puede definirse como determinada «interacción» entre los sujetos, mediante la cual intercambian información, con el objetivo establecer relaciones o unir esfuerzos para lograr un resultado común. Caracteriza la relación sujeto-sujeto.

Entre las *dimensiones de la comunicación* encontramos: el emisor, el receptor, funciones, niveles, componente informativo, componente perceptivo, componente interactivo, vector y escudo vocabulario, vector y escudo intenciones, vector y escudo convicciones, vector y escudo ruidos, mecanismos, estilos, canales, retroalimentación, asertividad y estructura.

*La estructura de la comunicación* es la organización sistémica, relativamente estable, de las dimensiones de la comunicación, configurando los rasgos distintivos y únicos, de la forma comunicacional de un individuo concreto, como se ilustra en la figura 5.



La comunicación tiene tres niveles fundamentales:

**Micronivel.** En este nivel participan dos personas y caracteriza la relación: SUJETO INDIVIDUAL SUJETO INDIVIDUAL.  
**b. Mesonivel.** En este nivel, participa de un lado un sujeto y del otro un grupo y caracteriza la relación: SUJETO INDIVIDUAL - SUJETO CONJUNTO.  
**c. Macronivel.** En este nivel participan dos grupos, y caracteriza la relación:

SUJETO CONJUNTO - SUJETO CONJUNTO.

*El componente informativo* de la comunicación tiene dos elementos fundamentales: La novedad y Lo significativo, que está determinado fundamentalmente por la actualidad la profundidad, tamaño y utilidad del contenido de la comunicación.

El componente perceptivo son imágenes de uno y otro interlocutor, que se van conformando durante el transcurso de la comunicación. Conforman más del noventa por ciento

de la comunicación y es por ello que el primer día de clases es en extremo importante, por que las imágenes que se forman los estudiantes de sus profesores, son muy difíciles de cambiar en el tiempo.

**El estilo de la comunicación**, es la manera personalizada de la forma de comunicación, toda persona se traduce en una forma comunicacional.

Entre los **estilos comunicacionales** de los profesores encontrados en nuestras investigaciones podemos referir: centrados en la claridad o centrados en la confusión, didácticos o inasequibles, explícitos o sintéticos, analíticos o concretos, argumentados o indescifrables, abiertos o reservados, relajados o tensos, seguros de si o inseguros, rápidos o lentos, valientes o tímidos, entusiastas o apagados, agradecidos o ingratos, receptivos o autosuficientes, de participación activa o monótonos, selectos o vulgares, amenos o aburridos, sueltos o cohibidos, centrados en el deber o centrados en las consecuencias, centrados en las relaciones o centrados en la tarea, centrados en el bienestar o centrados en los beneficios, centrados en la aceptación o centrados en el rechazo, centrados en el reconocimiento o centrados en ignorar, afectuosos o indiferentes, centrados en la comprensión o centrados en la incompreensión, valorativo reflexivo o crítico aplastador de ideas, humildes o arrogantes, orgullosos o insatisfechos, mediadores o imponentes autoritarios, tolerantes o dominantes, flexibles o rígidos, de carácter solidario o de rivalidad, conciliadores o conflictivos, sinceros o hipócritas falsos, optimistas o pesimistas, extrovertidos o introvertidos, emotivos o sobrecontrolados, amistosos o hostiles, pacíficos o agresivos, armónicos o antagónicos.

**La comunicación asertiva** se caracteriza por ser franca, abierta directa, pero que no hiere, y permite alcanzar los propósitos que la originan, es decir «si» cuando se debe decir «si», es decir «no» cuando se debe decir «no».

Otra de las **dimensiones** de la personalidad es el **carácter activo**, por lo que se debe estudiar la **actividad humana** en general, la cual puede definirse como: La relación SUJETO-OBJETO, y es el modo real de existencia de la personalidad, mediante el cual se activa el bulbo raquídeo y todo el sistema físico-químico generador de estructuras neuronales y redes energéticas, que son la base de la inteligencia y el pensamiento humano. Constituye el vehículo fundamental para la regulación consciente de la personalidad, y la formación de competencias profesionales.

Entre las **dimensiones de la actividad** encontramos: Sujeto, objeto, carácter consciente, carácter unitario, exige conocimientos, exige de condiciones, tamaño, ritmo, orden, motivo, objetivo, inicio, fin, estrategia, tácticas, políticas, métodos, operaciones, acciones, fuerzas a favor, fuerzas en contra, error, equivocación, principios, leyes, regulación, estructura.

**La estructura de la actividad**: Es la organización sistémica, relativamente estable, de las dimensiones de la actividad, que se tipifica por los potenciales reguladores inductores y ejecutores preponderantes, configurando los rasgos distintivos y únicos, de un individuo concreto. Sus elementos se representan gráficamente en la figura 6.

**El tamaño** en la actividad humana, se mide en tiempo y otras magnitudes. Es muy importante considerarlo en el trabajo independiente de los estudiantes. El idóneo da origen a un microrégimen de estrés en tensión creativa, con armonía integral entre todos los factores incluyendo la salud física y mental. Puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte.

**El orden** en la actividad humana, establece la relación entre los factores de desarrollo de la actividad. Si no es el adecuado la dispersión de energía es muy grande, y los resultados significativamente negativos. Hay dos formas Fundamentales de establecer el orden, por plan de trabajo o por impulso sistemático a actividades aisladas.

En el proceso docente educativo unos recursos para lograr el orden adecuado son: El principio de Pareto, el principio de Calviño y el principio de la asequibilidad.

**Los objetivos** establecen las frecuencias de oscilación y resonancia, de las energías en las estructuras neuronales, creando la posibilidad del **efecto huracán**. Se definen como un reto, un desafío, la declaración de una incapacidad, que debe convertirse en una habilidad.

Deben ser: Alcanzables y medibles. No debe utilizarse en su redacción términos que indefinen su medición tales

Representación gráfica de la estructura de la actividad.



Figura. 6



como: ser, saber, entender, conocer, desarrollar, etc. En general se clasifican en instructivos y educativos.

**Los objetivos educativos** pueden ser: de carácter filosófico, de carácter político, de carácter ético, de carácter estético, de carácter de desarrollo de las competencias profesionales, de carácter socio-económicos, de la formación permanente.

**Los objetivos instructivos** se caracterizan por el nivel de asimilación de los contenidos, el nivel de profundidad de los contenidos, nivel de sistematicidad de los contenidos.

Para conformar los contenidos deben seleccionarse **las invariantes del conocimiento**, que son herramientas generales y poderosas que permiten acceder a múltiples situaciones.

Las políticas caracterizan las cualidades de las disipaciones energéticas del desarrollo de la actividad, en función del cumplimiento de los objetivos propuestos. Se definen a través de la visión, misión y principios generales de la actividad.

**Las estrategias** son las formas de organizar toda la actividad en su conjunto, para alcanzar el objetivo general. **Las tácticas**, son las formas de organizar las acciones para alcanzar los objetivos parciales.

**Los métodos** son las formas de organizar las operaciones para lograr los objetivos específicos. En la didáctica, encontramos entre otros los siguientes métodos. Según las vías lógicas para llegar al conocimiento pueden ser inductivos o deductivos. Según la relación entre la dirección del profesor y la actividad del estudiante pueden ser expositivos, elaboración conjunta y trabajo independiente, Por su aspecto interno dogmáticos, eurísticos, holísticos. Según la especificidad del tipo de aprendizaje pueden ser: explícito ilustrativo, reproductivo, búsqueda parcial, por problemas, problémico, investigativo. Según el objetivo de la educación pueden ser: de adquisición de conocimiento, de formación de hábitos y habilidades, de control y consolidación. Según la función didáctica pueden ser: de primer reconocimiento, de perfeccionamiento de lo aprendido, de control y examen. Según la forma de percepción pueden ser: Visuales, visuales auditivos, visuales auditivos motores, etc.

**Las operaciones** son procedimientos para cumplir una acción determinada.

**Los hábitos** son un estado superior de desarrollo de las operaciones y procedimientos, son operaciones automatizadas o inconscientes.

**Las acciones** en la actividad humana, son eslabones de la actividad humana dirigidos a la obtención de objetivos parciales. Son conscientes.

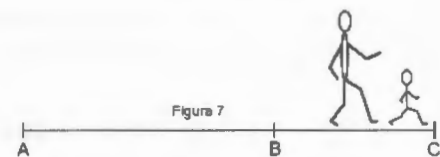
**Las habilidades** son un nivel superior de desarrollo de las acciones, sin llegar a la automatización, y conservan el carácter consciente con uso del lenguaje interno.

**Las acciones automatizadas** son un nivel superior de desarrollo de las habilidades, que permite ejecutarlas de forma automatizada, independiente o simultáneamente con otras acciones.

En la formación de acciones automatizadas, influye la familia, el proceso docente educativo, la investigación, la interacción social (laboral, deporte, comercio, religión, cultura, política, etc.). Los seres humanos somos: lo que hacemos, las personas con quien nos relacionamos, lo que leemos, lo que escuchamos, lo que vemos y lo que sentimos.

Entre los principios de la didáctica para la formación de habilidades y acciones automatizadas encontramos, el principio del carácter activo, el principio de la asequibilidad y el principio del carácter desarrollador.

**El principio de la asequibilidad** establece que para formar habilidades y acciones internas automatizadas, orienta que es necesario transitar por las siguientes etapas: motivación, asimilación, dominio, sistematización y automatización, o enunciado de forma más detallada: motivación, base orientadora de la acción, acciones externas materiales o materializadas, lenguaje externo, lenguaje interno y acciones automatizadas.



**El principio del carácter desarrollador** plantea que la organización del proceso docente educativo debe garantizar la zona de desarrollo próximo. Que es la diferencia entre lo que el educando es capaz de hacer autónomamente por su desarrollo psicológico, y lo que puede hacer en ese mismo tiempo, bajo la enseñanza y el influjo de un responsable capacitado como se muestra en la figura 7.

**El error** en la actividad humana es la diferencia que existe entre la realidad verdadera y absoluta, y su imagen en el cerebro a partir de la senso-percepción. Es inevitable, es parte de la naturaleza humana y origina que las operaciones y



acciones no sean *exactas*. Solo pueden ser *precisas*. Las *equivocaciones* son las operaciones y acciones que por causa de procesos mentales deficientes e involuntarios, o ausencia de las condiciones necesarias, no logran alcanzar los objetivos previstos. Existe la posibilidad de evitarse, cuando el nivel de atención y concentración es alto, y están presentes todas las condiciones necesarias, pero son frecuentes en la actividad humana. No deben confundirse con la *negligencia* y la *irresponsabilidad*. Deben tener tratamiento distinto. Las *equivocaciones* si no es por irresponsabilidad o negligencia, ante todo debe interpretarse como un logro, pues es un paso adelante en el camino hacia el éxito, al menos ya sabremos que en esa dirección o espacio, no se encontrarán resultados positivos para los objetivos de nuestra actividad.

### 3. Conclusiones

- Entre las dimensiones de las competencias profesionales, encontramos cuatro fundamentales: Neurofisiológica, personalidad, actividad y comunicación.
- El proceso docente educativo debe ser activo y desarrollador.
- En el proceso docente educativo deben definirse objetivos educativos e instructivos.
- Los objetivos instructivos generales y parciales correspondientes a los objetivos del modelo del profesional que define a una carrera, a los períodos docentes tales como años, semestres, asignaturas, y a los temas de cada asignatura deben definirse y formularse en términos de

habilidades y acciones automatizadas.

- Los objetivos específicos correspondientes a conferencias, actividades prácticas, y similares, deben definirse y formularse en términos de operaciones. Nunca sería posible formar una habilidad en un espacio tan reducido de actividad humana.
- En las evaluaciones debe comprobarse el cumplimiento de los objetivos materializados en valores y habilidades, respetando los niveles de asimilación.
- Para los profesionales del área de la electricidad, la electrónica y afines, se definen las siguientes competencias generales en su perfil profesional: estudio, investigación, diseño, implementación, proyecto, montaje, interventoría, operación, mantenimiento, dirección y educación.

### 4. Referencias

- [1] N.F. Talízina, Psicología de la enseñanza. Editorial progreso. Moscú. 1988. 366 pp.
- [2] Bryan Kolb; Ian Q. Whishaw. Cerebro y conducta. Una Introducción..). Melsa. España. 2002. 636 pp.
- [3] Thomas M. Jessell; Eric R. Kandel; James H. Schwartz. Neurociencia y conducta. T.G. Penalar S.A. Madrid. España. 2000. 812 pp.
- [4] Guy R. Legrancois. El ciclo de la vida. Secta edición. International Thomson editores. S.A. México. 2001. 672 pp.

# Sistema de gestión para evaluar el aprendizaje en espacios virtuales

José Rafael Capacho Portilla  
Universidad del Norte

---

## Resumen

En la sociedad informacional y global la educación virtual se convierte en un área estratégica para ofertar a la sociedad por parte de las Universidades nuevas alternativas de enseñanzas con las cuales se puede aumentar la cobertura de educación de un Estado o Nación; pero, se debe garantizar la calidad del proceso formativo virtual.

Con base en lo anterior, si es difícil garantizar la calidad del aprendizaje presencial es aún más difícil garantizar la calidad del aprendizaje virtual. En la Universidad del Norte dentro de la División de Ingeniería, se ha realizado al interior del Departamento de Sistemas, un sistema de gestión para evaluar el aprendizaje en espacios de formación virtual apoyados por las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - TICs.

El sistema a nivel educativo está soportado por la Teoría Crítico Social de Jürgen Habermas, y a nivel de gestión está sustentado por la Teoría de la Estrategia Competitiva de Michael Porter. El núcleo del sistema parte de un modelo original para representar el proceso de formación en espacios, sobre el cual se definen 153 indicadores operativos para evaluar el aprendizaje virtual, validados internacionalmente en Australia, Europa y América. El núcleo soporta la capa intermedia del sistema identificada como operación-gestión del aprendizaje virtual, la cual se fundamenta en recursos prácticas y resultados del proceso de formación virtual; y ésta capa soporta la capa de gestión del aprendizaje virtual conformada a su vez por un Sistema de Indicadores de Gestión para evaluar el Aprendizaje en Línea - SIGAL, constituido por 39 indicadores de gestión, enmarcados en un modelo de planificación estratégica en el contexto de la formación virtual.

El sistema SIGAL, fundamentado en las acciones de operación (núcleo o capa interna), administración (capa intermedia) y gestión (capa externa) se convierte en una herramienta para monitorear y gestionar el aprendizaje de los alumnos que aplique a procesos de formación en espacios virtuales apoyados por TICs.

**Palabras Claves:** Aprendizaje, TICs, evaluación, formación virtual

## Abstract

In an informational and global society, virtual education has become a strategic area for offering new educational alternatives to the society. The Universities should explore these alternatives in order to increase the educational coverage of a State or Nation. Moreover, it is required to guarantee the quality of the virtual formative process.

The paragraph above present the difficulties found to assure the virtual learning. The Department of Computer Science (Departamento de Ingeniería de Sistemas) at Universidad del Norte has developed a management information system for assessment virtual learning. This process is supported by ICTs (Information and Communication Technologies).

The educational level of the system is supported by the Critical Social Theory proposed by Jürgen Habermas, and the management level of the system is supported by the Theory of Competitive Strategy proposed by Michael Porter. The kernel of the system uses a novel model to represent the formative process in virtual environments. One hundred and fifty three (153) operational indicators used to evaluate virtual learning are defined in the kernel. These indicators have been validated in Australia, Europe and America. The intermediate level of the system, which is known as virtual learning operational-management, is supported by the kernel. This level is founded on resources, practices and results related to the virtual formation process. This intermediate level also supports the virtual learning management level. The management level uses a Management Indicators System for evaluation of on-Line Learning (SIGAL, acronym in Spanish). SIGAL has thirty nine (39) management indicators. These management indicators are part of the strategic planning model in the context of virtual education.

The SIGAL system supports the operational actions (internal level), administration (intermediate level) and management (external level) of virtual learning supported by ICTs.

**Key words:** Learning, ICTs, evaluation, virtual education

## 1. Introducción

La gestión de la calidad del aprendizaje virtual soportado por TICs, se inicia enmarcando el proceso de formación del estudiante dentro de la nueva economía informacional y global. Las TICs, han impactado estructuralmente los sistemas políticos, económicos y sociales de los estados, naciones o uniones (Unión Europea), generando en el marco de la formación virtual, tanto un nuevo perfil de docente virtual como un nuevo perfil de alumno que aplica al proceso educativo; alumno, que necesita una formación: abierta, a distancia, y asincrónica, tal que dicha formación lo capacite a través de un currículum realmente flexible, para competir a la par con las cambiantes exigencias de la sociedad del conocimiento. Teniendo en cuenta el marco general de la economía mencionada, se diseña el modelo representativo del proceso formación en espacios virtuales; sobre el cual se construye un segundo modelo adicional con el fin de evaluar el Aprendizaje del estudiante para la formación significativa (e-Alfs), en virtud de que la esencia del proceso de enseñanza-aprendizaje es garantizar que el alumno aprenda en este caso en el espacio virtual. Construido e-Alfs, se valida, se prueba y se aplica en un curso específico de pregrado bajo la plataforma de teleformación Web\_CT, comparando el aprendizaje virtual de los alumnos con el aprendizaje presencial, para finalmente proyectar la construcción de un Sistema de Gestión del Aprendizaje Virtual (SIGAVI), el cual a su vez está conformado por un Sistema de Indicadores de Gestión para Evaluar el aprendizaje en Línea (SIGAL), sistema que realmente se convierte en una herramienta estratégica para realizar la gestión del proceso de formación en espacios virtuales en una institución educativa que oferte a nivel formal (conducente a títulos profesionales) o no formal ( en procesos de e\_Learning, e\_Training, o e\_Business) educación virtual.

## 2. Construcción del modelo representativo del proceso de formación en espacios virtuales

El proceso de formación con TICs fue diseñado teniendo en cuenta: En primer lugar, El modelo de enseñanza-aprendizaje de Dembo (1988), en Inglés Teaching-Learning Model (Dembo, 1988); en segundo lugar, el enfoque sistémico para evaluar el aprendizaje del alumno virtual del Dr. Badrul H. Khan; y en tercer lugar el modelo Cibernético de Sistema Viable - MSV para evaluar ambientes de aprendizaje virtual.

El modelo de Dembo, es base para visualizar el proceso formativo del estudiante y fue construido para educación presencial, en tal sentido el aporte del presente trabajo es su adaptación a la educación virtual. El enfoque sistémico

del Dr. Khan, identifica ocho dimensiones para evaluar del proceso de formación virtual (e\_Learning), algunas de las cuales se toman como bases para ser integradas al modelo de Dembo, complementado dichas dimensiones con las pertinentes al área educativa; finalmente, el Modelo de Sistema Viable - MSV, es un sistema cibernético retroalimentado que hace interactuar tres sistemas de una forma organizada que son: el alumno, que aplica a la institución virtual; la institución de educación virtual, y la sociedad a la cual va a servir el alumno como futuro profesional y la cual la institución educativa oferta las enseñanzas virtuales.

Con base en las bases teóricas mencionadas, el modelo que representa el proceso de formación en espacios virtuales tiene las siguiente componentes: 1. La construcción del curso virtual, teniendo en cuenta las necesidades de la sociedad (14.), y los estándares para la fabricación de clases virtuales soportadas por TICs. 2. La definición de la organización y administración del curso virtual dentro de una estructura curricular virtual, al interior de un proyecto educativo que pertenece a una unidad académica (programa o facultad) está al interior de una estructura académico-administrativa de una Institución de Educación Virtual (IEV). 3. La definición de los perfiles de formación del alumno ofertados a través de la IEV y por cumplir en el proceso enseñanza-aprendizaje en el curso virtual. 4. El enfoque pedagógico ( o los enfoques pedagógicos) que se va a utilizar en el curso virtual, alineado tanto con el proyecto educativo del programa (PEP) como con el proyecto institucional (PEI). 5. El diseño de los objetivos de formación del curso virtual y las salidas de aprendizaje (learning outcomes). 6. La definición de la(s) didáctica(s) de cada una de las clases virtuales, consistentes con el enfoque pedagógico anteriormente definido. 7. El proceso de enseñanza virtual, con sus actividades de aula virtual a operar sobre la plataforma de teleformación (foros, chats, e\_mails, objetos de aprendizaje, proyectos y laboratorios virtuales, entre otras actividades). 8. El proceso de evaluación del aprendizaje del alumno virtual. 9. El juicio de valor de los resultados esperados del proceso de formación virtual, concretado en la valoración tanto del cumplimiento de los objetivos como de las salidas de aprendizaje. 10. El proceso de evaluación de la operación de la plataforma tecnológica sobre la cual está montado el curso virtual. 11. El proceso de mejoramiento educativo y técnico del curso virtual. 12. La integración social y profesional del alumno formado como profesional en una disciplina específica a través de un currículum formal conducente a un título profesional o un alumno que se integre como trabajador en una compañía que haya realizado un curso virtual aislado de un currículum formal. 13. La valoración del desempeño profesional del alumno



formado en el espacio virtual, el cual va a satisfacer las necesidades de la sociedad, y finalmente, 14. La valoración por parte de la IEV donde se evalúa si realmente se están identificando y atendiendo las necesidades de la sociedad en términos de educación virtual.

Sobre el modelo representativo del proceso de formación virtual, se construyó el modelo e-Alfs, compuesto por seis dimensiones organizadas en forma hexagonal, las cuales se definen como las dimensiones: 1. De identificación, la cual cumple con definir la identidad del curso virtual, su organización y administración. 2. Académica, correspondiente a la definición de los perfiles de formación del alumno virtual. 3. La dimensión pedagógica-didáctica, engloba tanto el enfoque pedagógico como los objetivos y salidas de aprendizaje del curso virtual. 4. Formativa, corresponde al proceso de enseñanza-aprendizaje virtual. 5. Evaluativa, la cual corresponde al centro del modelo e-Alfs, por cuanto está encargada de definir los indicadores operativos para evaluar

el aprendizaje del alumno virtual, y los resultados esperados de las salidas de aprendizaje del estudiante. 6. Tecnológica, la cual comprende la evaluación y mejoramiento de la operación de la plataforma de formación virtual con TICs.

Con base en la estructura del Modelo de Acreditación de alta calidad del Consejo Nacional de Acreditación-Colombiano – CNA, sobre las dimensiones anteriormente definidas se construye un sistema jerárquico de árbol invertido de: características, variables e indicadores de cada una de las dimensiones. El sistema jerárquico que constituye e-Alfs, fue validado por el Sistema Informático Distribuido Evaluador de Encuestas – SIDEC, aplicando un conjunto de encuestas bilingües Español e Inglés, a funcionarios de instituciones educativas virtuales de: Australia, Europa y América, validación que dio como conclusión un sistema de componentes de: 32 características, 84 variables y 153 indicadores del modelo e-Alf, presentado en la Tabla No. 1.

MODELO DE e-VALUACIÓN DEL APRENDIZAJE EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN SIGNIFICATIVA e-Alfs				
COMPONENTES DEL MODELO				
No.	DIMENSIONES	Características	Variables	Indicadores
1.	De Identificación	4	5	14
2.	Académica	4	20	25
3.	Pedagógica-Didáctica	2	6	8
4.	Formativa	8	18	32 (3)
5.	Evaluativa	6	18	38 (1)
6.	Tecnológica	8	17	36 (2)
<b>TOTALES</b>		<b>32</b>	<b>84</b>	<b>153</b>

Tabla No. 1. Componentes del modelo e-Alfs.

Se resalta que el número de indicadores correspondientes a las dimensiones formativa, evaluativa y tecnológica 106 indicadores, corresponden a la estructura central del proceso de formación virtual lo cual equivale al 69,28% de indicadores, y específicamente la dimensión del evaluación del aprendizaje corresponde al 24,83%; porcentaje que tiene el más alto del número de indicadores del sistema e-Alfs.

### 3. Construcción del Sistema de Gestión del Aprendizaje Virtual

La construcción del Sistema de Gestión del Aprendizaje en Espacios Virtuales identificado como SIGAVI, tiene tres soportes estructurales de disciplinas del conocimiento que son: El área administración y de gestión aplicada a los procesos de formación virtual, el área educativa de educación virtual y el área correspondiente a la Informática.

El área de administración y gestión correspondiente a la Ciencia Administrativa tiene como base la teoría de la estrategia y se fundamenta en los dos principales enfoques de planeación estratégica que son: el de recursos y capacidades de Charles W. L. Hill y Gareth R. Jones (1996) y el de competitividad de Michael E. Porter (1980) recalcando en el último enfoque; por su parte, el área de educación virtual en su pertinencia a la Ciencia de la Educación, tiene su base en el Pragmatismo de Jhon Dewey, la teoría de campo de Kurt Lewin y la educación para adultos de Malcom Knowles; finalmente, el soporte del área Informática, está compuesto por las teorías de: Estructuras de datos, bases de datos, ingeniería de software específicamente en la teoría del Lenguaje Unificado de Modelado - UML, y la teoría de sistemas distribuidos tipo cliente – servidor, como base de contribución de la Ciencia de la Computación (Computer Science) al diseño de sistemas informáticos aplicados a la gestión en educación virtual.



Luego, se integran en SIGAVI tres áreas de conocimiento de varias disciplinas; la educación, como área de esencia del proceso de formación virtual; la administrativa estratégica, como rama fundamental para participar con éxito en el marco de una sociedad globalizada y soportada por el conocimiento; y la informática, como área del saber que permite la integración de las ramas de la educación y la administración para a través de sistemas de información gestionar el aprendizaje virtual; en cuya gestión, a diferencia del proceso de enseñanza-aprendizaje presencial no sólo se debe tener en cuenta el docente, el alumno y su entorno de formación clase presencial sino también se deben tener en cuenta los contenidos formativos que constituyen el curso de formación virtual y sus actividades formativas virtuales; porque es precisamente la estructura del curso virtual almacenada en la plataforma tecnológica, el puente de comunicación entre el docente y el alumno virtual.

Adicionalmente, el sistema de gestión (SIGAVI) centra su fundamento en el ciclo de calidad en educación a distancia de la Dra. Cathy Cavanaugh en su capítulo titulado *"Calidad en Educación a Distancia: Factores de éxito para Recursos, Prácticas y Resultados"* (2001, pp. 171-189), y en las Guías de calidad para el aprendizaje a distancia construidas por la organización FuturEd para la Sociedad para el Avance de la Excelencia en Educación del Canadá en el año 1999.

El Sistema de Gestión del Aprendizaje Virtual – SIGAVI, está compuesto por tres capas que son: La capa interna o nuclear, la capa intermedia y la capa externa o nivel de gestión propiamente dicho. La capa nuclear está compuesta por el modelo e-Alfs. La capa intermedia, define los recursos, las prácticas y los resultados del proceso de formación virtual, y es la capa de enlace entre la capa nuclear y la de gestión; y finalmente, la capa de gestión está compuesta por el Sistema de Indicadores de Gestión para evaluar el Aprendizaje en Línea – SIGAL.

El sistema SIGAL está compuesto 39 indicadores correspondientes a: 1. La oferta en formación virtual. 2. La demanda en educación apoyada por TICs. 3. El recurso humano necesario en formación virtual. 4. Los recursos físicos empleados en el proceso de enseñanza-aprendizaje virtual. 5. El proceso de formación virtual, y finalmente 6. Los indicadores de resultado de formación virtual.

Los indicadores de SIGAL como capa externa en la estructura de SIGAVI, forman una estructura de hexágono, paralela a los indicadores del modelo e-Alfs de la siguiente forma: La dimensión de identificación de e-Alfs es paralela a los indicadores de recursos humanos en formación virtual.

Las dimensiones académica, pedagógica-didáctica y formativa de e-Alfs son paralelas a los indicadores de proceso de SIGAL. La dimensión evaluativa en e-Alfs es paralela a los indicadores de resultado. La dimensión tecnológica del núcleo de SIGAVI es paralela a los indicadores de resultado; y finalmente, los indicadores de oferta y demanda interrelaciona el sistema SIGAVI con la dimensión de identificación de e-Alfs y conectan el medio de la IEV con la sociedad.

Una instancia de SIGAVI correspondiente a la dimensión de evaluación del modelo e-Alfs es la siguiente: En la capa nuclear, la evaluación de una prueba objetiva virtual es igual al número total de respuestas correctas del alumno dividida entre el número total de preguntas de la prueba objetiva. La capa intermedia de SIGAVI con relación a la evaluación aprendizaje tiene un resultado (en los factores de éxito: recursos, prácticas y resultados) que es el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje. Finalmente, si hay un alto número de alumnos que aprobaron las pruebas objetivas virtuales, lo cual confirma que se están cumpliendo los objetivos de aprendizaje pertinentes a las pruebas objetivas realizadas, entonces el indicador de resultado del sistema SIGAL identificado como la tasa de éxito del alumno virtual igual a el número de unidades temáticas de la clase virtual superadas por el alumno virtual dividido por el número total de unidades temáticas presentadas a examen por el alumno virtual y dicha división multiplicada por 100, indicará que la tasa de éxito del alumno virtual es alta y si son altas las tasas de éxito de cada uno de los alumnos de la clase virtual, el curso virtual fue exitoso y consecuentemente se puede gestionar una oferta continuada de dicho curso; de otro modo se debe reconsiderar su apertura en el siguiente período escolar al ofertado a la sociedad por la IEV.

#### 4. Conclusiones

La gestión de la calidad del aprendizaje virtual a través de SIGAVI, permitió: Construir un primer modelo representativo del proceso de formación en espacios virtuales. Diseñar y validar un segundo modelo representativo de la evaluación del Aprendizaje en línea para la formación significativa validado internacionalmente. Estructurar SIGAVI fundamentado en un modelo de proceso de formación virtual, definiendo sobre él indicadores de operación del modelo e-Alfs, e interrelacionando dichos indicadores con los factores críticos de éxito de recursos, prácticas y resultados contenidos en la capa intermedia de SIGAVI, para finalmente, construir el Sistema de Indicadores de Gestión para evaluar el Aprendizaje en Línea – SIGAL, relacionado con las dos capas anteriores.



## 5. Bibliografía

- [1] Barker, K. Wendel, T., & Richmond, M. Linking The Literature: School Effectiveness and Virtual Schools. Prepared for The Society for the Advancement of Excellence in Education. Vancouver, BC. Canada 1999.
- [2] Cavanugh, C. Distance Education Quality. Success Factors for Results, Practices and Results. En Discenza, R., Howard C., & Schenk, K.. The Design and Management of Effective Distance Learning Programs, pp. 171-189. Idea Group Publishing. Idea Group Publishing. United States of America and United Kingdom. 2002. 312 pp.
- [3] Gimeno, J. Pérez, A. Comprender y transformar la enseñanza. Ediciones Morata, S. L. Madrid. España. 1995.
- [4] Goodstein, L., Nolan, T., Pfeiffer, J. Planeación Estratégica Aplicada. Editorial: McGRAW-HILL, INC. Santafé de Bogotá, D. C., Colombia.1998.
- [5] Khan, B. Managing E-Learning: Design, Delivery, Implementation and Evaluation. Hershey, United States of America: Editorial Information Science Publishing. 2005.
- [6] Marcelo, C. Puente, D. Ballesteros, M. Palazón, A. E-learning-Teleformación. Diseño, desarrollo y evaluación de la formación a través de INTERNET. Barcelona España: Ediciones Gestión 2000, S. A.. 2002.
- [7] Martin, C. Las 7 cibertendencias del siglo XXI. Santafé de Bogotá, D. C.. Colombia. Editorial : McGraw-Hill Interamericana, S. A.. 1999.
- [8] Simons, R., J. Linden, J. & Duffy T. New Learning. New York. USA: Editorial. Kluber Academia Publisher. 2002.
- [9] Vygostky, L. Pensamiento y lenguaje. Barcelona. España: Nueva edición a cargo de Alex Kozulín. Ediciones Paidós Ibérica S. A.. 1995.

# Competencias, aprendizaje activo e indagación: un caso práctico en ingeniería

Mauricio Duque, I.E., Msc, PhD

Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Eléctrica

## Resumen

En los últimos años una avalancha de ideas, conceptos, estrategias, metodologías ha venido invadiendo el campo de la formación de ingenieros: aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje activo, aprendizaje basado en proyectos, «hands-on», aprendizaje significativo y pedagogías intensivas, entre muchos otros. El panorama se complica, cuando se insiste en la importancia de desarrollar competencias en los ingenieros, para lo cual hay que definir las, «enseñarlas» y luego evaluarlas. Finalmente, para completar este caos, se desean introducir las tecnologías de la información y la comunicación. Un cierto sabor de eclecticismo parece invadir la docencia en ingeniería. Este artículo presenta un ejemplo de un curso basado en el concepto de indagación. Esta aproximación por indagación puede constituirse en un marco conceptual coherente que permite concatenar y seleccionar diferentes estrategias pedagógicas. El trabajo propone un nuevo modelo conceptual para el aprendizaje producto de la síntesis de dos modelos previamente desarrollados.

**Palabras claves:** didáctica, control, indagación, aprendizaje activo, evaluación

## Abstract

During the past years a great deal of ideas, concepts, strategies, methodologies have been invading the field of engineering education: cooperative learning, problem based learning, active learning, project base learning, hands-on, meaning learning and intensive pedagogies, within many others. The scene gets complicated when the importance for developing engineer competences is emphasized, for which they must be defined, taught and then evaluated. Finally, completing this chaos, it is desirable to introduce information and communication technology. Then, a certain eclectic flavor seems to be invading engineering teaching. This paper presents an example of a course based on the inquiry concept. This approach through inquiry could be a coherent conceptual frame work that allows the concatenation and selection of different pedagogical strategies. This work proposes a new conceptual framework for learning as a synthesis of two previous models.

**Keywords:** Didactic, control education, inquiry, active learning, assessment

## 1. Introducción

El creciente interés en la educación en ingeniería no deja de preocupar a más de un profesor, ya sea porque considera que se trata de una moda que puede hacer mucho daño al eliminar «los métodos rigurosos» con los que aprendió o ya sea porque considera que debe invertir en transformar su práctica para incorporar estas nuevas ideas para lo cual comienza a participar en cuanto seminario, taller, especialización o conferencia que sobre educación se le brinda. Estos eventos de formación a su vez pocas veces brindan ejemplos significativos para los profesores o posibilidades de vivenciar los espacios de aprendizaje propuestos.

Este trabajo trata de aportar elementos de respuestas a las siguientes preguntas a partir de la experiencia en un caso práctico de un curso en ingeniería desarrollado por el autor durante los últimos 8 años:

1) ¿Cómo plantear objetivos en términos de competencias?

2) ¿Qué estrategias pedagógicas se pueden utilizar para su desarrollo?

3) ¿Cómo evaluar?

El núcleo central del trabajo es el concepto de indagación[1] como filosofía articuladora de las estrategias y metodologías pedagógicas seleccionadas. Igualmente se presenta una conexión entre la indagación y el modelo de *aprendizaje por experiencia* de Kolb[2] proponiendo un modelo síntesis.

## 2. Investigación, evidencias y aprendizaje humano

Cuando se enseña estamos confrontados a un fenómeno de la naturaleza: el aprendizaje humano. La formación como ingenieros nos indica que se debe conocer cuál es el estado del arte en la solución de este tipo de problemas para aprovechar el conocimiento científico y tecnológico con el fin de afrontar esta problemática con eficacia. Sin embargo, en este caso particular, no es lo que normalmente se hace[3].



Si bien es poco lo que aún se sabe sobre el aprendizaje humano, lo aprendido sobre el tema como resultado de la investigación científica en las últimas décadas cambia dramáticamente la visión sobre lo que significa aprender y enseñar. Un tema reservado a algunos profesionales en ciencias sociales es ahora del dominio de muchas especialidades que tratan de comprender este fenómeno desde sus diferentes campos (neurociencias, neurofisiología, inteligencia artificial, entre otros). En particular la ingeniería ha entrado dentro de las disciplinas cada vez más interesadas en el fenómeno del aprendizaje humano ya sea para imitarlo en máquinas dotadas de «inteligencia artificial», ya sea para potenciarlo con tecnología.

Investigaciones sobre el funcionamiento del cerebro humano parecen validar teorías desarrolladas en el campo de las ciencias sociales[4]. Tal es el caso de la visión constructivista sobre el aprendizaje. La brecha entre ciencias sociales y ciencias naturales en torno al aprendizaje se cierra, siendo su intersección un punto de grandes oportunidades para la construcción de nuevo conocimiento y para la innovación.

Lo que se sabe actualmente sobre el aprendizaje humano tiene consecuencias dramáticas sobre la enseñanza:

- 1) Lo único que se puede transmitir entre dos seres humanos es información codificada y la información es sólo parte del conocimiento humano. Las habilidades, las actitudes, los procesos de pensamiento los construye quien aprende a través de su propia actividad.
- 2) Esta información debe ser captada por nuestros sentidos y decodificada utilizando lo que sabemos. Ello implica que la misma información codificada adquiere sentido diferente para dos personas, esto es el sistema de decodificación es diferente para cada persona.
- 3) El cerebro no se parece a una memoria de computador. De hecho cada unidad del cerebro (neurona) es un procesador[4]. La información se almacena en el proceso mismo, no hay diferencia entre proceso y memoria.
- 4) El nuevo conocimiento, lo que aprendemos se construye utilizando lo que ya sabemos. Una red neuronal es un buen ejemplo, una nueva experiencia modifica muchas conexiones simultáneamente[4].
- 5) Para aprender se requiere que el aprendiz esté «activo» intelectual y físicamente. Lo que se aprende debe tener sentido. Adicionalmente, la motivación juega un rol central en el aprendizaje, particular en el aprendizaje duradero[5].
- 6) Lo que sabemos no se puede «medir» directamente, pues está codificado en los procesos intelectuales que podemos

realizar, sólo podemos estimar lo que se sabe haciendo ejecutar esos procesos a través de desempeños observables[6].

- 7) La evaluación juega un rol fundamental, por ello evaluaciones mal desarrolladas y comunicadas tienen efectos altamente negativos en el aprendizaje[7].

Resultado de estas evidencias soportadas en abundante investigación científica, se ha propuesto un número importante de estrategias, alternativas y/o metodologías de enseñanza-aprendizaje: aprendizaje cooperativo, activo, por proyectos, por problemas, por laboratorios (hands-on), por indagación, para la comprensión y por competencias, entre muchos otros. Para el ingeniero el tema se convierte en una torre de Babel.

### 3. El problema a resolver

Al confrontar la aproximación clásica a la enseñanza en ingeniería<sup>1</sup> con los principios enunciados en la sección anterior, sus limitaciones son evidentes. Vale la pena mencionar una de las fundamentales: el desarrollo de competencias en ingeniería implica el desarrollo de habilidades y actitudes. En una estrategia basada en la transmisión de información, con un papel bastante pasivo del estudiante lo que se está promoviendo es el aprendizaje de memoria y superficial de esta información y de procedimientos específicos, sin que el estudiante comprenda[6]. Sin embargo, la formación del ingeniero exige la consolidación de competencias complejas en los ingenieros[8]. Un número importante de artículos han mostrado las dificultades para cumplir con estos criterios desde una enseñanza tradicional[9]. Por el otro lado, una avalancha de metodologías ya mencionadas en la introducción se encuentra al alcance. ¿Cómo seleccionar? ¿Con qué criterio?

### 4. Aprendizaje por la experiencia e indagación

El marco conceptual propuesto en este trabajo es una síntesis de dos modelos. El primero propuesto por Kolb[2] el cual se desarrolló con relación a la educación superior con clara conexión con la educación en ingeniería. El segundo, el propuesto para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales y la tecnología para los niveles primarios y secundarios de educación, denominado indagación[10, 11]. La estructura se complementa con estrategias necesarias para generar meta cognición[5]. La siguiente figura resume los dos modelos, así como la conexión existente entre ellos en un marco de meta cognición:

<sup>1</sup> Presentación del tema por parte del profesor (clase magistral), seguida en algunos casos de algunos ejemplos presentados por el profesor, o menos comúnmente de ejercicios de solución única realizados por los estudiantes (por ejemplo en monitorías), complementando eventualmente con laboratorios.



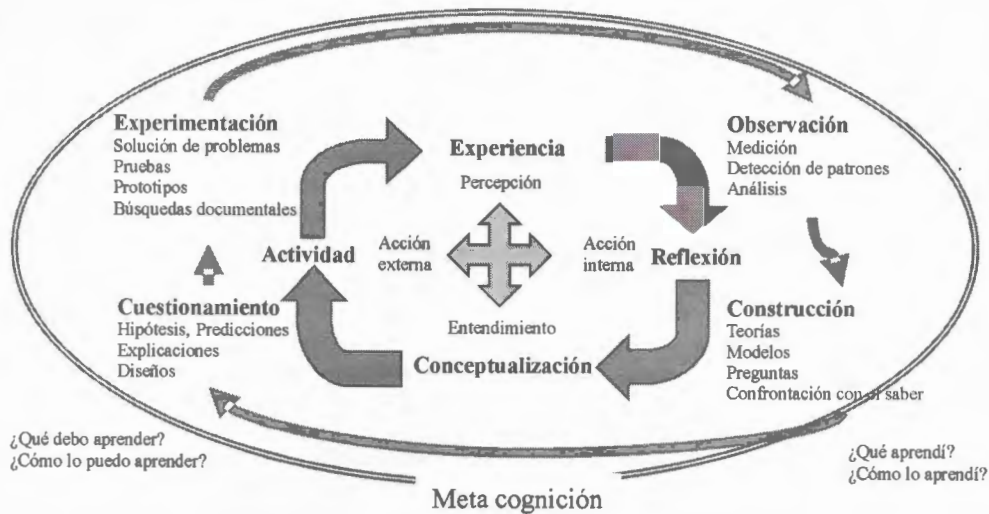


Figura 1: Aprendizaje por la experiencia, indagación y meta cognición

El primer modelo, de *aprendizaje por la experiencia*, propuesto por Kolb[2], se encuentra en la parte interior (actividad, experiencia, reflexión, conceptualización) con procesos de construcción de conocimiento en las transiciones entre cada uno de estos elementos vía Percepción, Acción Interna, Entendimiento<sup>2</sup> y Acción Externa. Este modelo presenta, entre muchas virtudes, la de aclarar diferentes formas y estilos de aprendizaje, los cuales son ampliamente descritos en [2]. Igualmente este modelo tiene la ventaja de mostrar las grandes limitantes que tienen una enseñanza basada fundamentalmente en una clase magistral pues sólo estimula ciertas modalidades y canales de aprendizaje. Igualmente alerta sobre una utilización inapropiada de estrategias de aprendizaje activo que se limitan a la realización de actividades sin fases de reflexión y conceptualización que llevan igualmente a aprendizajes superficiales.

El segundo modelo, IBSE<sup>3</sup>, se presenta en el segundo nivel conformado por momentos de cuestionamiento, experimentación, observación y construcción de sentido con sus diferentes presentaciones, algunas de ellas explicitadas debajo de cada título. Este enfoque presenta varias virtudes. En primera instancia «modela» la construcción de conocimiento científico por los científicos e investigadores, generando de paso verdaderas competencias investigativas en quienes aprenden utilizando esta estrategia. En segunda instancia esta aproximación cumple plenamente con el modelo de aprendizaje por experiencias propuesto por KOLB, promoviendo

simultáneamente los diferentes modos de aprendizaje y en consecuencia potenciando el aprendizaje. IBSE representa una aproximación reciente a la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la tecnología, mostrando resultados interesantes en niveles educativos de primaria y secundaria[12]. Esta estrategia se encuentra bien descrita en [1, 11, 13].

Finalmente, el modelo se complementa con actividades que promuevan explícitamente la meta cognición[5], si bien los dos niveles anteriores parecerían estar promoviendo. Para ello es importante convertir al aprendiz en el controlador de su propio proceso de aprendizaje respondiendo a preguntas como las planteadas en el diagrama.

### 5. Formación por competencias: por dónde comenzar

Abet[8] claramente propone una enseñanza de la ingeniería por competencias. Lo importante no es lo que saben los ingenieros, sino lo que pueden hacer. Entre los propósitos centrales de la ingeniería está la solución de problemas utilizando el conocimiento científico y tecnológico, teniendo en cuenta restricciones y especificaciones bien diversas (humanas, económicas, ambientales, estéticas, entre otras).

Brevemente una competencia se refiere a actividades que el ingeniero debe poder hacer haciendo uso de información, habilidades, actitudes y herramientas necesarias en su cumplimiento. Una meta educacional basada en competencias entonces se refiere a actividades deseables y

<sup>2</sup> Viene de la palabra inglesa «comprehension». Se traduce a menudo como «comprensión». Sin embargo, en el campo de la educación la palabra «comprensión» es la traducción de «understanding» en el sentido del proyecto ZERO de HARVARD.

<sup>3</sup> Inquiry based science education.

observables. En este sentido la taxonomía dada por Bloom<sup>4</sup> da indicaciones de 6 niveles (recordar, entender<sup>5</sup>, aplicar, analizar, sintetizar, evaluar). En particular la ingeniería se interesa en los tres niveles superiores: análisis, síntesis y evaluación.

Bajo esta perspectiva es necesario definir los objetivos educacionales en un formato de competencias esperadas, en lugar de la clásica lista de temas con gran parecido al índice de un libro.

## 6. La evaluación: ingrediente indispensable e integral en el aprendizaje

«La evaluación es un término que designa toda actividad en la cual son recolectados indicadores del aprendizaje de forma planificada y sistemática a fin de valorar el aprendizaje»[14].

La evaluación es fundamental en los procesos de aprendizaje y su impacto se encuentra bastante estudiado[15, 16]. La evaluación puede responder a diferentes objetivos y se puede clasificar de diferentes formas según estos. Una taxonomía interesante es la que distingue la evaluación del aprendizaje (evaluación sumativa) y la evaluación para el aprendizaje (diagnóstica, formativa)[17]. Igualmente se sabe que la evaluación bien realizada puede potenciar el aprendizaje, pero que evaluaciones mal desarrolladas lo entorpecen y lo desvían[16, 18]. Las prácticas clásicas de evaluación en ingeniería desafortunadamente entran generalmente dentro de esta segunda categoría, a menudo fundamentalmente sumativas, desmotivando y promoviendo el aprendizaje memorístico y superficial.

Una evaluación formativa (o para el aprendizaje) debe constituirse en parte integral de la práctica en la educación en ingeniería, reduciendo los momentos de evaluación sumativa a los mínimos y que sean estrictamente necesarios.

## 7. Sistemas de control: un ejemplo esclarecedor

Con el marco conceptual antes descrito, a continuación se presentan brevemente algunos elementos del curso *Sistemas de Control* dictado por el autor en la Universidad de los Andes para estudiantes de pregrado de ingeniería eléctrica, electrónica, mecánica y química.

## Definición de objetivos educacionales por competencias:

El objetivo educacional central del curso se presenta en la figura 2. Este objetivo a su vez se desdobra en objetivos de segundo nivel, los cuales a su vez deben desdoblarse en objetivos realizables en las sesiones de trabajo. Vale la pena observar que estos objetivos se expresan en términos de acciones concretas. Los contenidos tradicionales se encuentran implícitos en estas acciones.

**Objetivo General:** Dada una planta de una entrada y una salida cuya dinámica se pueda aproximar a un sistema dinámico lineal de orden reducido, el estudiante podrá modelarla, analizarla, simularla, definir una estrategia de control apropiado para ella respondiendo a las especificaciones dadas, realizar el diseño, validarlo en simulación y probarlo sobre la planta.

### Objetivos específicos

**Modelamiento e identificación de procesos:** el estudiante podrá, a partir de un proceso real de comportamiento aproximadamente lineal, de bajo orden, invariante en el tiempo, SISO, encontrar un modelo, identificarlo y validarlo. Este modelo lo podrá expresar en ecuación diferencial, función de transferencia y representación de estado.

**Sintonización de PID utilizando reglas empíricas y método algebraico:** el estudiante podrá utilizar al menos tres reglas empíricas de sintonización de reguladores así como ajustar por el método algebraico un regulador.

Figura 2: Objetivos educacionales en un formato de competencias

Los objetivos educacionales se complementan con un listado de conceptos, propiedades y herramientas que el estudiante deberá comprender<sup>6</sup>. En particular los conceptos y propiedades se estructuran utilizando un mapa conceptual<sup>7</sup> el cual permite encontrar caminos para la estructuración del curso mismo y el encadenamiento de los problemas y temáticas a tratar. De hecho a los estudiantes se les propone ir construyendo su propio mapa conceptual como mecanismo de reflexión[19].

**Estructuración por unidades:** El doble ciclo del modelo propuesto en este artículo (sección 4) implica recorrer un conjunto de momentos (cuestionamiento, experimentación, observación y construcción / actividad, experiencia, reflexión y conceptualización) en el desarrollo de las

<sup>4</sup> Abundante información puede encontrarse en Internet utilizando las palabras «boom taxonomy»

<sup>5</sup> En el sentido de explicar, relacionar, distinguir,...

<sup>6</sup> Comprender significa poder utilizar flexiblemente el conocimiento en la solución de problemas.

<sup>7</sup> Por razones de espacio el mapa conceptual propuesto como marco de diseño del curso no se incluye.



actividades de aprendizaje. En un enfoque de clase magistral resulta muy difícil lograr efectivamente estos momentos. Para ello trabajar por problemas o proyectos de interés para el estudiante puede ser una opción interesante. Por esta razón el curso se estructura en torno a unidades, cada una de ellas girando en torno a una problemática particular. La primera, quinta y décima unidad tienen además un propósito evaluativo (diagnóstico, progreso y resultados finales respectivamente). El progreso a lo largo de las unidades sigue una progresión en espiral en contraposición a la progresión lineal de cursos tradicionales.

Cada unidad se descompone en sesiones de trabajo (1 a 5) a través de las cuales se responde a la pregunta central de la unidad mientras se consolidan habilidades y conceptos necesarios para el desarrollo de competencias buscadas. En el marco de las actividades propuestas se incluyen las evaluaciones de carácter formativo. La figura 3 presenta la unidad dos, pudiéndose observar los conceptos y herramientas tratados, la progresión propuesta, así como la actividad de evaluación. En esta unidad los estudiantes construyen y modelan un proceso dinámico no lineal que puede ser representado por un sistema lineal de primer orden.

<b>Situación problemática:</b> Modelamiento de un sistema constituido por un reservorio con una entrada de líquido controlada por una válvula y una salida libre con caudal relacionado con la cabeza de presión.	Sesión uno <b>Profesor:</b> Guía la discusión sobre el problema, ayuda a consolidar un protocolo de trabajo. <b>Estudiantes:</b> Leen la guía y el material de la unidad. Buscan el material para construir el proceso y discuten sobre el problema planteado y sobre cómo realizar el modelamiento.
	Sesión dos <b>Profesor:</b> Ayuda a resolver las dudas sobre el modelamiento que se está realizando. Presenta la respuesta típica de primer orden y las componentes del regulador P y PI. <b>Estudiantes:</b> Elaboran el modelo y lo calibran experimentalmente. Lo validan utilizando simulink. Presentan brevemente sus resultados y sus inquietudes.
	Sesión tres <b>Profesor:</b> Guía las presentaciones, orienta la fase de conceptualización y construcción de sentido. <b>Estudiante:</b> Cuatro grupos seleccionados al azar presentan el modelamiento realizado, discuten sobre las opciones tomadas.
<b>Conceptos:</b> Sistema estático y dinámico, - Entradas, salidas, - Respuesta escalón, - Realimentación, - Ganancia estática, -Tiempo de respuesta, - Linealidad. <b>Herramientas y procedimientos:</b> Simulink, Linealización, Reguladores P y PI, Sintonización. <b>Competencia:</b> Modelar un proceso real no lineal y validación del modelo, sintonización de reguladores P y PI por métodos empíricos.	

Figura 3: Ejemplo de estructuración de una unidad

La evaluación: se encuentra integrada al curso con un número importante de actividades de evaluación formativa (presentaciones, póster, discusiones, pruebas, validaciones) y un par de momentos de evaluación sumativa en la unidad 5 y 10 a través de la solución individual de un problema por parte de cada estudiante complementado con un examen de corte conceptual.

### 8. Conclusiones y perspectivas

Un nuevo marco conceptual para el desarrollo de cursos fue presentado como resultado de la síntesis de la propuesta de KOLB y la estrategia IBSE. Este modelo puede integrar de forma natural diferentes estrategias como PBL.

Se presentaron algunos elementos de un curso diseñado utilizando este marco conceptual. En particular este diseño incorpora las estrategias de evaluación así como las actividades prácticas como parte integral del curso.

Si bien, este diseño es coherente con lo que se sabe sobre el aprendizaje humano, serán necesarias evaluaciones de la estrategia para mejorar el marco conceptual y validar las ventajas que parecería ofrecer. Por otra parte, se requerirán trabajos de investigación en didáctica de la ingeniería.

### 9. Referencias

- [1] National Research Council, NAP, ed. *Inquiry and the national science standards: a guide for teaching and learning*. ed. N.a. National Academies Press. 2000, National Academies Press, National academies. 202.
- [2] Kolb, D., *Experiencial learning: experience as The Source of Learning and Development*. 1984, New Jersey: Prentice Hall. 256.
- [3] Hernández, J.T., et al. *Formar ingenieros: un asunto de tradición o de ciencia*. in *XXIV Reunión nacional de Facultades de Ingeniería: El futuro de la formación en ingeniería, septiembre 22 a 24*. 2004. Cartagena, Colombia.
- [4] Spitzer, M., *The mind within the net: models of learning, thinking, and acting*. Second ed. 1999: Massachusetts Institute of technology. 358.
- [5] National Research Council, NAP, *How people learn: Brain, Mind, Experience, and school*. 2000: National Academy Press.
- [6] Stone, M., et al., *Teaching for understanding: linking research with practice*, ed. M. Stone. 1998: Jossey-bass publishers.
- [7] Harlen, W., *A systematic review of the evidence of the impact on students, teachers and the curriculum of the*

- process of using assessment by teachers for summative purposes*, U.o.L. Institute of Education, Editor. 2004, EPPI.
8. ABET, *Criteria for accrediting engineering programs*. 2005.
  9. Felder, R. and R. Brent, *Designing and teaching courses to satisfy engineering criteria 2000*. 2002, Southeastern university and college coalition for engineering education.
  10. National Research Council, N., ed. *Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning*. ed. N.a. National Academies Press. 2000, National Academies Press, National academies. 202.
  11. Saltier, E., *Methodological guide; Pollen Project*, in *Inquiry-Based Science Education: Applying it in the Classroom*. 2006, PAU Education: España.
  12. Amaral, O.M., L. Garrison, and M. Klentschy, *Helping English Learners Increase Achievement Through Inquiry-Based Science Instruction*. Bilingual Research Journal on line, 2002. 26(2): p. 213-239.
  13. Worth, K. and EDC, *The sens*. Second ed. Insight, ed. EDC. 2003, Boston: Kendall Hunt. 184.
  14. Assessment Reform Group, *Assessment Beyond the black box*. 2002, Assessment reform Group.
  15. Black, P. and D. Wiliam, *Inside the black box*. 2001. p. 14.
  16. Assessment Reform Group, *Assessment for learning: 10 principles; research-based principles to guide classroom practice*. 2002, Assessment Reform Group.
  17. Furtak, E.M., *Formative Assessment in K-8 Science Education: A Conceptual Review*. 2005, Center for Education at the National Research Council - National Academies of sciences
  18. Hein, G. and S. Price, *Active assessment for active science: a guide for elementary school teachers*. 1st ed. 1994, Portsmouth: Heinemann. 155.
  19. Novak, J. and B. Gowin, *Aprendiendo a aprender*. 1999: Ediciones Martinez Roca.



# Ambiente virtual de aprendizaje para el desarrollo de la asignatura teoría general de sistemas

Mg. Armando Muñoz del Castillo<sup>1</sup>

Institución Universitaria Centro de Estudios Superiores María Goretti, I. U. CESMAG. San Juan de Pasto

---

## Resumen

Este documento contiene una propuesta pedagógica didáctica para el aprendizaje de la Teoría General de Sistemas. Se desarrolla en el programa de Ingeniería de Sistemas de la I. U. CESMAG.

Se basa en el concepto de ruta pedagógica, entendida como el camino a seguir para alcanzar los propósitos, concernientes a favorecer la posibilidad de un apropiado desempeño del docente y del aprendizaje de los estudiantes, mediado este proceso por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, a través del diseño e implementación de un Ambiente Virtual de Aprendizaje.

Como soporte teórico, se da respuesta a las preguntas que orientan el seguimiento de la ruta, es decir al *¿Para qué?*, al *¿Qué?* y al *¿Cómo?*

Teniendo en cuenta que se trata de una propuesta en construcción y experimentación, que apenas inicia, se hace una reflexión acerca del camino recorrido, referenciando algunos obstáculos y resaltando los alcances logrados, finalizando con algunas conclusiones.

**Palabras Clave:** Teoría general de sistemas, ambiente virtual de aprendizaje

## Abstract

This document contains a pedagogic and didactic proposal for the learning of General System Theory, at the Systems Engineering program in the I. U. CESMAG.

It is based on the concept of the pedagogic route, understood as the path to achieve the purposes related to enhancing the possibility of an adequate performance of the teacher and the learning process of the students, by the use of new information and communications technologies, by the design and implementation of a virtual learning environment.

As theoretical support, the answers to the questions that guide the learning process as "Why?", "What?", and "How?" are presented.

Considering that it is a proposal in construction and experimentation, a discussion about the results so far and the obstacles found is made, presenting the achievements reached, and some conclusions

**Key Words:** General system theory, virtual learning environment

## 1. Introducción

La presentación de una propuesta para el desarrollo de la Teoría General de Sistemas, debe necesariamente partir de algunas consideraciones pedagógico - didácticas, es decir, se debe dar respuesta a inquietudes que abarquen el *¿Para qué?* el *¿Qué?* y el *¿Cómo?* del proceso enseñanza - aprendizaje, respuestas que tracen una ruta pedagógica [1], cuyo seguimiento garantice el alcance de los logros planteados.

Se trata de exponer, en el presente ensayo, algunos aspectos relacionados con el tema, y comentar algunos alcances parciales obtenidos a lo largo de una experiencia pedagógica, que se viene aplicando con los estudiantes que ingresan al primer semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la I. U. CESMAG, en la ciudad de San Juan de Pasto, Departamento de Nariño.

---

<sup>1</sup> Licenciado en Matemáticas y Física, Ingeniero de Sistemas, Especialista en Computación para la Docencia, Magíster en Pedagogía de la Tecnología, Docente programa de Ingeniería de Sistemas de la I. U. CESMAG

## 2. La visión acerca de la educación, orienta el *¿Para qué?*

No existe país en el mundo en el que la educación no sea reconocida como uno de los derechos fundamentales del ser humano, cuyo ejercicio por parte de niños, jóvenes y adultos sin distinción de ninguna índole, se convierte en condición imprescindible para ejercer los demás derechos [2].

La educación es, por tanto, un proceso social por naturaleza, un evento que al estar implicado en una red de influencias mutuas, es indudablemente, el suceso más humano y humanizador de todas las finalidades sociales.

Existe la convicción de que si mejora efectivamente la calidad de la educación y ésta logra impartirse de manera adecuada y permanente a todos los seres humanos, necesariamente debe mejorar la calidad de vida. Este enfoque prospectivo que convoca a la equidad y a la construcción social a partir de la educación presidida de la nueva teoría del desarrollo sostenible, parte de la consideración de que el futuro está en juego en función de la manera como se esté preparando a las nuevas generaciones para ser protagonistas y no simples espectadoras de la construcción y disfrute del porvenir.

Ha llegado, entonces, el momento de comprender que así como la educación es el motor de cambio, la educación misma tiene que cambiar para adecuarse a las condiciones y exigencias del momento histórico en que ella se inscribe.

Para dar inicio a este cambio es indispensable partir de una nueva concepción de la acción educativa, pues la razón de su existencia debe ser el aprendizaje, no la enseñanza como la ha entendido la pedagogía tradicional.

Lo anterior implica considerar a los educadores como gestores de propuestas pedagógicas y didácticas que garanticen el aprendizaje y el desarrollo de competencias de sus educandos de tal manera que lo que aprendan realmente les sirva para la vida.

Por otra parte, es ineludible que dichas propuestas consideren el avance de las NTIC por ser ellas las que facilitan generar nuevos y favorables ambientes para aprender, impulsando nuevas tendencias mundiales hacia el trabajo y la educación virtual.

Estos ambientes contribuirán a la formación de un nuevo profesional, incluyendo a los de la Ingeniería de Sistemas con una visión multidisciplinaria, conocedores de las tecnologías de la comunicación y la información capaces de trabajar en equipo, interdisciplinariamente y en redes multiculturales.

## 3. A nivel institucional, los principios teleológicos de la I. U. CESMAG, complementa el *¿Para qué?*

El *¿Para qué?* del estudio de la Teoría General de Sistemas, TGS, debe estar orientado a la consecución de los objetivos propuestos y al alcance de los perfiles planteados en el proyecto educativo del programa de Ingeniería de Sistemas, proyecto que se enmarca dentro de los principios teleológicos de la I. U. CESMAG.

La formación de profesionales en Ingeniería de Sistemas, a la cual contribuye el estudio de la TGS, hace necesario que el futuro ingeniero de sistemas conozca, en forma general, cuáles son los elementos principales de las diversas disciplinas, de manera tal que pueda, por una parte, entender el lenguaje de otras profesiones y, por otra, desarrollar las competencias necesarias para identificar y reconocer patrones de comportamiento que faciliten intercambiar conocimientos y experiencias, constituyéndose en un profesional integral capaz de proponer y desarrollar alternativas de solución a los problemas de su entorno con un enfoque sistémico.

La TGS por su naturaleza holística e integradora coincide sustancialmente con la visión, misión y objetivos de la I. U. CESMAG, institución que se orienta por los principios franciscanos, ofreciendo una formación integral, personalizante y humanizadora a la comunidad universitaria.

Al igual que la TGS, la I. U. CESMAG considera al hombre como un ser total, en proceso continuo de cambio y perfeccionamiento, con una relación armónica con la naturaleza y con una misión que cumplir en el mundo, bajo esta perspectiva el estudio conciente de la TGS, puede contribuir a alcanzar de manera efectiva el lema sabiamente acuñado por el Padre Guillermo de Castellana, fundador de la I. U. CESMAG, "Hombres Nuevos Para Tiempos Nuevos" [3], el cual toma mayor importancia y validez en el mundo actual.

## 4. La naturaleza de la TGS, determina el *¿Qué?*

El *¿Qué?*, debe considerar la naturaleza de la TGS, entendida como un enfoque que se opone al estudio reduccionista de la realidad, puesto que en un sentido amplio, la TGS se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad y, al mismo tiempo, como una orientación hacia una práctica estimulante para implementar modos de trabajo inter, intra y transdisciplinarios [4].

En tanto paradigma científico, la TGS se caracteriza por su visión holística e integradora, en donde se destacan las relaciones, conjuntos y propiedades que a partir de ellas



emergen. Como práctica, la TGS ofrece un ambiente adecuado para la interrelación y comunicación efectiva entre especialistas de las diferentes áreas de la ciencia.

La primera formulación en tal sentido es atribuible al biólogo Ludwig Von Bertalanffy, quien acuñó la denominación «Teoría General de Sistemas». Para él, la TGS debería constituirse en un mecanismo de integración entre las ciencias naturales y sociales y ser al mismo tiempo un instrumento básico para la formación y preparación de científicos que busca alcanzar los siguientes objetivos [5]:

- Impulsar el desarrollo de una terminología general que permita describir las características, funciones y comportamientos sistémicos.
- Desarrollar un conjunto de leyes aplicables a todos estos comportamientos.
- Promover una formalización (matemática) de estas leyes.

Los objetivos planteados por la Teoría General de Sistemas, constituyen en el punto de partida para establecer los contenidos pertinentes a desarrollar en el transcurso del semestre, partiendo de una conceptualización de los elementos básicos hasta el diseño de alternativas sistémicas de solución a problemas.

### 5. El Ambiente Virtual de Aprendizaje como respuesta al ¿Cómo?

El ¿Cómo? requiere ser fundamentado en el desarrollo de la epistemología de la TGS, apoyado en los conocimientos de la ciencia cognitiva, que orienta acerca de cómo aprenden los jóvenes y debe estar íntimamente relacionado al ¿Para qué? y al ¿Qué? Es decir, el ¿Cómo? será la concreción del quehacer del docente y de los estudiantes en el aula y fuera de ella, de lo dispuesto en el ¿Qué?, en tal sentido el diseño, desarrollo e implementación de un ambiente virtual de aprendizaje se constituye en una estrategia didáctica pertinente y efectiva para dar respuesta a esta inquietud [6].

Un Ambiente Virtual de Aprendizaje, AVA, es el conjunto de entornos de interacción, sincrónica y asincrónica, donde, con base en un programa curricular, se lleva a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje, a través de un sistema informático-educativo. Su propósito no es enseñar, sino lograr que el estudiante aprenda y que aprenda a aprender durante toda la vida. Se puede considerar como un modelo educativo, el docente se encuentra comprometido con el aprendizaje de sus estudiantes y los estudiantes se convierten en actores de cambio, utilizan tecnologías de vanguardia, materiales didácticos, recursos de información y contenidos digitales.

Crear un ambiente virtual de aprendizaje no es trasladar la docencia de un aula física a una virtual, ni cambiar la tiza (marcador) y el tablero por un medio electrónico, o concentrar el contenido de una asignatura, en un texto que se lee en el monitor de la computadora. Se requiere que los docentes que participan en la elaboración de los materiales, conozcan todos los recursos tecnológicos disponibles, así como las ventajas y limitaciones de éstos para poder relacionarlos con los objetivos, los contenidos, las estrategias y actividades de aprendizaje y la evaluación, es que una mezcla de componentes de la interfase como texto, gráficos, sonidos, animación y video, o los vínculos electrónicos, no tienen sentido sin las dimensiones pedagógicas que el diseñador del ambiente puede darles; sin embargo, esto sólo forma parte del contenido que se encuentra en el entorno del conocimiento. El ambiente de aprendizaje se logra ya en el proceso, cuando estudiantes y docentes, así como los materiales y recursos de información se encuentran interactuando.

Lo anterior implica considerar un AVA como un conjunto de entornos de interacción, tales como: Conocimiento, colaboración, asesoría, experimentación y gestión [7].

El entorno de conocimiento, se refiere a los contenidos del AVA, es decir, es el curso en línea. Este es el entorno que trabajan los especialistas en la materia y presenta además de los contenidos, recursos que lo enriquecen considerablemente como pueden ser: bases de datos, videoconferencias, videos educativos, bibliotecas digitales, sitios *Web* y *software* educativo, cabe señalar que los contenidos son enriquecidos con sonido, imagen y animaciones.

En el entorno de colaboración se lleva a cabo la retroalimentación y la interacción entre los estudiantes y docentes, de estudiantes con estudiantes e incluso de docentes con docentes.

La dinámica que se genera en este entorno es un trabajo colaborativo que se da de forma sincrónica, ya sea por videoconferencia o por *chat*, o bien, de forma asincrónica por correo electrónico, foros de discusión o listas de distribución.

Evidentemente esta dinámica la propicia y fomenta el docente a través de las actividades de aprendizaje, que consideran tareas colaborativas de investigación, reflexión y análisis y en algunos casos de experimentación. Es por ello, que este entorno es determinante para la evaluación de los estudiantes.

El entorno de asesoría está dirigido a una actividad más personalizada de docente a estudiante y se maneja principalmente por correo electrónico (asincrónico),



aunque el docente puede programar sesiones sincrónicas por *chat* o videoconferencia con cada uno de sus estudiantes, dependiendo de la infraestructura tecnológica con que se cuente.

El entorno de experimentación lo constituye los laboratorios virtuales. Se manejan principalmente simuladores, así como recursos de realidad virtual o *software* educativo con animaciones. Es un entorno que puede complementar los contenidos, pero que no necesariamente se incluye; es decir, no puede haber un AVA sin el entorno de conocimiento o de colaboración, pero en los casos donde no sea necesaria la experimentación se puede prescindir de ésta.

El entorno de Gestión es muy importante para los estudiantes y para los docentes, ya que los estudiantes necesitan llevar a cabo trámites escolares como en cualquier curso presencial, esto es: inscripción, historial académico y certificación. Por otro lado, los docentes deben dar seguimiento al aprendizaje de sus estudiantes, registrar sus calificaciones y extender la acreditación.

El AVA responde al nuevo sistema de créditos académicos que estimula la flexibilidad curricular, al reconocer la disposición de tiempo, ritmos de aprendizaje, intereses en el proceso de formación, por un lado; y por otro, al contribuir en el desarrollo de habilidades y competencias cognitivas, actitudinales, aptitudinales y laborales que permiten acceder al conocimiento actual y vincularse al mundo productivo respondiendo a las demandas y cambios de la sociedad contemporánea.

El crédito académico es entendido como la unidad de medida del trabajo académico del estudiante. El tiempo del estudiante se divide en tiempo presencial y tiempo independiente, para desarrollar su trabajo académico [8].

Esta nueva situación hace que el estudiante dedique más tiempo para el aprendizaje autónomo, lo cual implica convertirse en un lector, escritor, observador y solucionador de problemas de tiempo completo, favoreciendo el autocontrol, la búsqueda de nuevos contextos de autoaprendizaje y su participación activa y propositiva dentro del proceso Enseñanza-Aprendizaje.

Para el docente, los créditos académicos implican un cambio de su rol dentro del proceso, al debilitarse el énfasis transmisionista del conocimiento y potenciarse el desarrollo de competencias en diversidad de contextos académicos; por lo tanto, el docente debe pasar de un modelo pedagógico transmisionista y pasivo a un modelo pedagógico centrado en el aprendizaje y en la creación de pensamiento. Debe adecuarse a una nueva relación con sus estudiantes pasando

de una estructura vertical (autoritaria) a estructuras más horizontales y personalizadas, basadas en la responsabilidad, el respeto y la confianza y, finalmente, el docente debe adoptar nuevas estrategias metodológicas que permitan potenciar en los futuros profesionales competencias para el autoaprendizaje, la autodirección y la adaptabilidad a los cambios ya que los adiestramientos específicos en el mundo laboral, pierden vigencia rápidamente.

## 6. Una reflexión acerca del camino recorrido

Con base en las consideraciones anteriores, se viene desarrollando la asignatura de TGS, en el primer semestre del Programa de Ingeniería de Sistemas de la I. U. CESMAG, esta experiencia se está implementando con los 35 estudiantes que comenzaron sus estudios en el primer periodo del 2006.

En términos generales, son estudiantes que proceden de diferentes instituciones educativas de la ciudad y de algunos municipios cercanos, pertenecientes a estratos 2 y 3; cuyas edades oscilan entre 17 y 18 años. Como la mayoría de los egresados de la educación media, presentan dificultades en competencias básicas de lectura – escritura y en competencias matemáticas. Con una concepción equivocada del estudio y aprovechamiento del tiempo como producto del sistema escolar del cual provienen, demuestran un manejo solvente de los programas informáticos básicos y muchas expectativas frente a la profesión.

El carácter teórico de la TGS es el primer obstáculo al cual deben enfrentarse los estudiantes, este carácter teórico por su exigencia de prácticas lectoras, les genera desinterés y desmotivación por su estudio y choca con la percepción equivocada que poseen de que la Ingeniería de Sistemas se reduce exclusivamente al uso de los computadores.

El segundo obstáculo lo constituye la concepción del aprendizaje, en el sentido de que se cree que el aprendizaje se hace exclusivamente en un proceso cara a cara, al interior del aula de clase, en un horario predeterminado y la responsabilidad recae en un alto porcentaje en la labor del docente, lo que los lleva a pensar que su labor es la de recibir y almacenar la información para luego reproducirla lo más exacto posible en el momento de la evaluación.

En consideración a los anteriores situaciones, la implementación del AVA, se ha constituido en una estrategia didáctica que ha demostrado tener las condiciones suficientes para superar los obstáculos mencionados y despertar el interés por una asignatura que tiene una importancia relevante por constituirse el soporte teórico y epistemológico de la profesión y además empezar a cambiar la concepción sobre



el desempeño de los diferentes actores del proceso educativo.

El AVA implementado, teniendo en cuenta la naturaleza de la TGS, no considera todos los entornos mencionados, incluye únicamente los entornos de conocimiento, de colaboración y de gestión y utiliza como plataforma informática a MOODLE [9], por tener las condiciones técnico pedagógicas adecuadas para su implementación.

En cuanto al manejo del contenido del entorno de conocimiento, la temática se ha dividido en cuatro grandes capítulos, a saber: Acercamiento a la TGS, sus objetivos y características, Conceptos Básicos de Sistema, propiedades y clasificación; Modelamiento de Sistemas y Solución de problemas con un enfoque sistémico.

El entorno de colaboración, se desarrolla a través de la generación de proyectos colaborativos en línea aprovechando las características de la plataforma, sobre la cual se dispone el material educativo, como: documentos de texto, presentaciones y referencias a sitios web existentes que complementen el tema. De igual manera, la plataforma permite programar actividades de interacción como son los foros y los chats para lo cual el estudiante debe prepararse con anterioridad y bajo la dirección y asesoramiento del docente, interactuar con los compañeros de clase.

El entorno de gestión está representado por las acciones de matrícula al curso, acompañamiento y evaluación de los estudiantes, la generación de cuestionarios con las múltiples opciones de uso desde reforzamiento de conceptos hasta la promoción de los estudiantes, pasando por la evaluación formativa, constituye una herramienta valiosa para el docente, quien tiene acceso a la información que se registra en el sistema lo cual le permite tomar decisiones para mantener la dirección correcta del proceso.

## 7. A manera de conclusión

El cumplimiento de lo propuesto y el alcance de los objetivos depende en alto grado de factores como:

- El compromiso del docente, entendido como un cambio de rol el cual busca despertar en los estudiantes actitudes que permitan suscitar el asombro, generar nuevos interrogantes, discutir, argumentar, confrontar, plantear y resolver problemas, construir estructuras de

pensamiento, desarrollar habilidades y valores, reelaborar conceptos, categorías y estructuras básicas de los saberes.

- El convencimiento del estudiante, que lo lleve a decantar, apropiarse, consultar, ampliar y confrontar la información, discutir con los compañeros, practicar, formular nuevas preguntas, buscar otros puntos de vista, descubrir relaciones y ejercitar la mente.
- Y el apoyo decidido de la institución tomando las decisiones e implementando las acciones necesarias para alcanzar cada vez mayores niveles de calidad.

El diseño, implementación y evaluación de propuestas didáctico – pedagógicas indiscutiblemente contribuirá a lograr una mejor formación de los futuros profesionales de la ingeniería, lo cual hace necesario dar una orientación investigativa al quehacer del docente universitario.

## 8. Referencias

- [1] Lotero Botero, Amparo y ANDRADE LONDOÑO, Edgar. Tecnología, Matemáticas y Significado. 2002. Bogotá. p. 1.
- [2] Arboleda Toro, Néstor. ABC de la Educación Virtual y a Distancia, Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe. 2005. Bogotá. p. 12
- [3] I. U. CESMAG. PEI. Filosofía Institucional. 2005. Pasto
- [4] Garcia Madariaga. Ricardo. Teoría General de Sistemas. Escuela Superior de Administración Pública ESAP. 1987. Bogota.. P. 22
- [5] Bertalanffy, Ludwig Von. Teoría General de los Sistemas. Editorial Presencia. 1994. Bogotá. p. 38.
- [6] ANDRADE LONDOÑO, Edgar y LOTERO Amparo. Condiciones de un Ambiente de Aprendizaje para la Formación de una Capacidad de Diseño Tecnológico como función de Capacidades Representacionales. Contrato IDEP –DifuCiencia 88/99 Bogotá. p. 7
- [7] INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. Secretaria de Apoyo Técnico. Ambientes Virtuales de Aprendizaje. Coloquios de Informática Educativa. 2002. México.
- [8] Timaran, R, Jiménez J, Muñoz A. Un Modelo Pedagógico para la Ingeniería de Sistemas de la I. U. CESMAG. Informe Final Diplomado en Modelos Pedagógicos. I. U. CESMAG 2005. Pasto.
- [9] MOODLE. Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment.

# El juego de roles en el aprendizaje del proceso de diseño en ingeniería

Nelson Antonio Castillo Alba  
Universidad de San Buenaventura - Facultad de Ingeniería

## Resumen

En este trabajo se presenta una investigación de aula, en la que se empleó el modelo pedagógico del "Juego de Roles" en el aprendizaje del proceso de diseño en ingeniería, unidad temática desarrollada en la asignatura de Introducción a la Ingeniería del programa de Ingeniería Mecatrónica.

El proceso de diseño en ingeniería es un campo de acción fundamental para todo ingeniero y en la implementación del sistema de educación por competencias se desea que los estudiantes desde el primer semestre empiecen a pensar como ingenieros y por tanto puedan desarrollar competencias específicas en esta área. Con las clases tradicionales expositivas o magistrales se logra un nivel de aprendizaje de los estudiantes sobre esta temática en particular, el cual no siempre es el esperado, por lo que se plantea la necesidad de probar con otros modelos pedagógicos para identificar si hay un mayor nivel de aprendizaje. En esta investigación se comparó el juego de roles y el modelo pedagógico tradicional. La pregunta de investigación que se formuló fue la siguiente: ¿Existen diferencias significativas en el aprendizaje del proceso de diseño en ingeniería utilizando los modelos pedagógicos Juego de Roles y Tradicional, según los resultados de la aplicación de la misma prueba de desempeño académico?

Los estudiantes de primer semestre se organizaron por grupos de 5 personas y caracterizaron diferentes roles, entre los cuales se encuentran: cliente, diseñador, interventor, entre otros. Al finalizar la unidad temática se realizó una evaluación escrita en la que se estableció el desempeño académico del grupo y se comparó con la de otro grupo que desarrolló la misma unidad temática con el modelo pedagógico tradicional.

Los resultados mostraron que el modelo pedagógico del Juego de Roles resultó ser una buena alternativa para desarrollar la temática de "El proceso de diseño en Ingeniería", aunque las diferencias encontradas no son significativas, se encontró que el promedio del grupo A es ligeramente mayor que el promedio del grupo B. Esto fue evidenciado al observar mayor nivel de motivación en los estudiantes, al ser estos parte activa en el desarrollo de la clase.

**Palabras clave:** Juego de roles, modelo pedagógico tradicional, proceso de diseño en ingeniería

## Abstract

In this work a classroom research is presented by which the pedagogic model called "role play" was used during the learning of design process in engineering. This was one topic developed in the contents of the subject called introduction to engineering in the program of mechatronics engineering.

The design process in engineering is an action field which is vital for all engineers and also in the implementation of the education by competences. For this, the development of specific competences in that field with first semester students is desirable, for them to start thinking as engineers. With traditional classes certain level of learning about this particular topic is achieved, as it is not the expected, it is necessary to test other pedagogic models in order to identify if there is a higher learning level. In this research project, the role play and the traditional method were compared. The research question that arose was: Are there significant differences in the learning of design process in engineering by using the role play and traditional pedagogic models, according to the results obtained after the presentation of the same performance test?

The students from first semester were organized in groups of five people each, where they performed different roles such as customer, designer, counselor, among others. At the end of the unit, a written evaluation was given in which the academic performance of the group was compared to the one that used the traditional pedagogic model.

The result showed that the role play pedagogic model turned out to be a good alternative to develop the topic: "the learning of design process in engineering", although the differences found are not significant, it was found that the average of group A is slightly higher than the one of group B. This was evidenced when the most level of motivation of students was observed when they are an active part during the development of the class.

**Keywords:** Role play, traditional pedagogic model, design process in engineering

## 1. Introducción

Un modelo pedagógico es la representación de las relaciones que predominan en el acto de enseñar, es también un paradigma que puede coexistir con otros y que sirve para organizar la búsqueda de nuevos conocimientos en el campo de la pedagogía [1]. La esencia de los modelos pedagógicos radica en enseñar a los estudiantes *cómo aprender*.

## 2. El juego de roles

A finales de los años 60 del siglo XX se desarrolló en Estados Unidos un nuevo concepto de juego. En este juego no había ni fichas, ni tablero, ni siquiera unas reglas estrictas; tan sólo se basaba en la interpretación, en el diálogo, la imaginación y en el sentido de aventura. Este concepto de juego fue tomando forma y, a mediados de los años 70 fue publicado el primer juego de rol (Dungeons & Dragons). A esta nueva modalidad de jugar se la llamó «Juegos de Rol».

El rol es el papel que interpreta un actor; desempeñar un gran rol en una representación teatral. Por lo tanto, en los juegos de rol cada jugador interpreta un personaje ficticio, con una serie de características propias que le definen. La interpretación del personaje no debe de ser tan rigurosa como si realmente se tratara de una obra de teatro. Aquí no hay guiones por los cuales regirse. Cada jugador definirá el carácter de su personaje según sus propios criterios y, durante una partida de juego, responderá a las diversas situaciones que le puedan surgir, actuando de acuerdo a su personalidad[2].

El juego de roles se ocupa de los problemas a través de la acción: se esboza un problema, se lo representa y se lo discute. Algunos estudiantes son actores; otros, observadores. Una persona se pone en el lugar de otra y luego trata de interactuar con quienes también están desempeñando roles. La esencia del juego de roles consiste en el compromiso de participantes y observadores en una situación problemática real y en el deseo de comprender y resolver que genera ese compromiso[3].

Los componentes del modelo pedagógico "Juego de Roles" son los siguientes[4]:

- Competencias y condiciones del docente
  - √ Empatía y respeto.
  - √ Análisis de los valores personales y de la conducta personal.
  - √ Elaboración de estrategias para resolver problemas interpersonales (y personales)

- **Efectos formativos en el estudiante**
  - √ Los efectos formativos en el estudiante son: la integración, soltura para expresar las propias opiniones y habilidad para la negociación
- **Contexto (sistema social)**
  - √ Modelo moderadamente estructurado.
  - √ El docente es responsable de iniciar las fases y guiar a los alumnos a través de las actividades inherentes a cada fase
  - √ Los estudiantes determinan en gran medida el contenido de las discusiones y dramatizaciones
- **Proceso metodológico**
  - √ *Preparación del grupo*: identificar o presentar el problema, explicitar el problema, interpretar el relato de un problema, indagar los temas polémicos, explicar en qué consiste el Juego de Roles.
  - √ *Selección de los participantes*: analizar los roles, elegir a los actores.
  - √ *Ambientación del escenario*: determinar la línea de acción, redefinir roles, empaparse de la situación problemática.
  - √ *Preparación de los observadores*: determinar lo que se busca, asignar tareas de observación.
  - √ *Actuación*: comenzar el juego de roles, mantener el juego de roles, interrumpir el juego de roles.
  - √ *Discusión y evaluación*: examinar la acción en el juego de roles [acontecimientos, posiciones, realismo], discutir el eje temático principal, elaborar una nueva representación.
  - √ *Representación renovada*: representar los roles modificados, sugerir nuevos pasos o alternativas respecto de la conducta.
  - √ *Discusión y evaluación*: examinar la acción en el juego de roles [acontecimientos, posiciones, realismo], discutir el eje temático principal, elaborar una nueva representación.
- **Materiales de soporte**

Los materiales necesarios para el juego de roles son mínimos, pero importantes:

  - √ El principal material es la situación problemática
  - √ Algunas veces instrucciones escritas para cada rol
  - √ Ocasionalmente formularios para los observadores
- **Principios de intervención**

Los principios de intervención que se deben seguir son:

  - √ Aceptar las respuestas y sugerencias de los estudiantes
  - √ Responder de forma que ayude a los alumnos a indagar distintas facetas de la situación problemática reconociendo y comparando puntos de vista alternativos

- ✓ Reflexionar acerca de las respuestas y resumirlas aumentando la conciencia del alumno
- ✓ Subrayar que hay distintas formas de desempeñar el mismo rol y que surgen diferentes consecuencias a medida que se indaga dichas formas de desempeñar el rol.
- ✓ Hay modos alternativos de resolver un problema; por tanto, no hay un único método correcto

• Dominio de conocimiento

Mediante este modelo pedagógico pueden ser abordados problemas sociales como los siguientes:

- ✓ Los conflictos interpersonales
- ✓ Las relaciones intergrupales
- ✓ Los dilemas individuales
- ✓ Problemas históricos o contemporáneos

• Intencionalidad

- ✓ Indagar en los sentimientos de los estudiantes
- ✓ Lograr mayor comprensión y conocimiento de sus actitudes, valores y percepciones.
- ✓ Desarrollar habilidades y actitudes hacia la resolución de problemas (situaciones conflictivas)

### 3. Modelo pedagógico tradicional

Enfatiza en la formación del carácter de los estudiantes para moldear, a través de la voluntad, la virtud y el rigor de la disciplina, el ideal humanístico y ético que recoge la tradición religiosa medieval. El método básico de aprendizaje es el academicista, verbalista, que dicta las clases bajo un régimen de disciplina con unos estudiantes que son básicamente receptores [1]

El modelo pedagógico tradicional posee varios fenómenos que han incidido en su conformación teórica. Estos fenómenos han tenido que ver con:

- El proceso, si el conocimiento se transmite en lugar de construirse.
- El contenido, cuando la tradición constituida utiliza las obras del pasado y no los materiales del mundo moderno.
- El origen, si se toman prácticamente todas sus partes conforme a lo que ya existe sin interesar la innovación o lo nuevo.

El modelo tradicional se centra en la “formación del carácter” de los estudiantes para moldear por medio de la voluntad, la virtud y el rigor de la disciplina, el ideal humanista y ético, resultado de la tradición metafísico – religiosa medieval del cual proviene. El alumno está privado de toda iniciativa y es tratado como el lugar de

una acción que se ejerce desde el exterior, por tanto el alumno tiene estatuto de objeto. El papel del alumno es prácticamente pasivo durante la fase de enseñanza<sup>[5]</sup>.

### 4. Metodología

La unidad temática seleccionada se desarrolló en tres sesiones de clase utilizando el modelo pedagógico de Juego de Roles en el Grupo A y el modelo pedagógico Tradicional en el grupo B.

Para desarrollar la temática “El proceso de diseño en ingeniería” se tomó como referente el libro de Introducción a la Ingeniería de Pablo Grech[6]. El caso de estudio se adaptó a los requerimientos del Juego de Roles y se empleó tal como se plantea en el modelo pedagógico tradicional. En la siguiente sesión a la terminación del desarrollo de la unidad temática del proceso de diseño en ingeniería se realizó una evaluación escrita para medir el desempeño académico de los estudiantes de cada grupo.

#### 4.1 Variables

Para este estudio se definieron las variables así:

- *Variable independiente:* el modelo pedagógico empleado en las sesiones de clase, puede tomar dos valores (Juego de Roles y Tradicional)
- *Variable dependiente:* El desempeño académico en la evaluación escrita sobre la unidad temática desarrollada.

#### 4.2 Hipótesis

- $H_1$ : El desempeño académico del grupo que empleó el modelo pedagógico de juego de roles es más alto frente al desempeño académico del grupo que empleó el modelo pedagógico tradicional.
- $H_0$ : El desempeño académico del grupo que empleó el modelo pedagógico de juego de roles es similar que el desempeño académico del grupo que empleó el modelo pedagógico tradicional.

#### 4.3 Población

La población en la que se realizó el estudio fueron: 25 estudiantes del grupo A y 25 estudiantes del grupo B de primer semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de San Buenaventura.

#### 4.4 Tipo de diseño

Los grupos constituidos por entidades formadas naturalmente (un grupo de clase) tan similares que permitió prescindir



del pretest. El diseño experimental se desarrollo teniendo en cuenta la clasificación planteada por Campbell y Stanley[7]. La representación del diseño es la siguiente:

$$X \quad O_1 \\ \quad \quad O_2$$

En este caso el investigador estableció aplicar el modelo pedagógico de juego de roles al grupo A y el modelo pedagógico tradicional al grupo B

#### 4.5 Instrumentos

El instrumento utilizado para medir el desempeño académico fue una evaluación escrita en la que se solicita a los estudiantes que enuncien de manera ordenada los pasos que componen el proceso de diseño y que indiquen en que consiste cada uno de ellos.

#### 5. Resultados

Con los datos obtenidos al aplicar la evaluación escrita se calcularon la media, mediana, moda y varianza para cada grupo. Los valores obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Medida	Grupo A	Grupo B
Media	4,70	4,46
Mediana	4,80	4,50
Moda	5,00	4,80
Varianza	0,108	0,192

Con los valores de la media y la varianza de cada grupo se calcularon: la varianza sistemática (VS) y la varianza de error (VE) para poder aplicar la prueba de hipótesis F.

Medida	Valores
Varianza Sistemática	0,0144
Varianza de error	0,149952
F	0,096

Al ingresar a las tablas de distribución F con una probabilidad de error  $\alpha = 0,05$  y con los grados de libertad (intergrupos 1 e intragrupos 40) el valor de F es de 4,08. Como el valor de F leído de la tabla es mayor que el calculado se puede afirmar que:

- Se rechaza la hipótesis  $H_1$ .
- Se cumple la hipótesis nula  $H_0$ , es decir, que no hay diferencias significativas en el desempeño académico de los dos grupos.

#### 6. Conclusiones

- El modelo pedagógico del Juego de Roles resulto ser una buena alternativa para desarrollar la temática de "El proceso de diseño en Ingeniería", aunque las diferencias encontradas no son significativas, se encontró que el promedio del grupo A es ligeramente mayor que el promedio del grupo B. Esto fue evidenciado al observar mayor nivel de motivación en los estudiantes, al ser estos parte activa en el desarrollo de la clase.
- Al no encontrarse diferencias significativas entre los modelos pedagógicos empleados, es necesario hacer un estudio más riguroso en el que se identifiquen todas las variables que intervienen y hacer el control respectivo.
- La implementación de cualquier unidad temática para desarrollarse mediante el Juego de Roles exige una mayor dedicación del docente para la preparación de los materiales requeridos, tales como: la situación problemática, las instrucciones de cada rol; así como la preparación del grupo acerca de la metodología. Sin embargo una vez preparado el material, este puede ser utilizado en diferentes grupos y en varios semestres, e inclusive se puede ir mejorando a medida que se emplea.
- Esta primera aplicación del modelo pedagógico del Juego de Roles puede ser considerado como el punto de partida de una reflexión permanente para buscar mejorar los niveles de desempeño académico mediante el mejoramiento en el desarrollo de los materiales y el control de otras variables no controladas, o la utilización de otros modelos pedagógicos hasta identificar el que se adecue mejor a la temática de la clase.

#### 7. Referencias

- [1] Flórez Ochoa, Rafael. Evaluación pedagógica y cognición. McGraw-Hill. Bogotá, 1999. 226 pp.
- [2] Bradford B., Venable. Using role play to teach and learn aesthetics. Art Education. Vol. 54, No. 1, 2001, pp. 47-51.
- [3] Carolyn, Kramer. Play in Practice: Case Studies in Young Children's Play. Childhood Education. Vol. 79, No. 5, 2003, pp. 328-332.
- [4] Joyce, Bruce & Weil, Marsha. Modelos de Enseñanza. Editorial Gedisa S.A. España, 2002. 605 pp.
- [5] Not, Louis. Las pedagogías del conocimiento. Fondo Cultura Económica. México, 1997. 495 pp
- [6] Grech M., Pablo. Introducción a la Ingeniería, Un enfoque a través del diseño. Prentice Hall. 1ª Ed. Bogotá, 2001. 392 pp.
- [7] Campbell Donald T. y Stanley Julian. Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social. Amorrortu editores. Buenos Aires, 2001. 158 pp.



# Participación en una licitación: una estrategia para la evaluación integrada de los cursos fisicoquímica, transductores y óptica del programa de ingeniería física de la Universidad del Cauca.

S. Gaona J. - Grupo de Investigación en Óptica Aplicada y Didáctica  
L. Pencue - GIOPAD, Grupo de Óptica y Láser  
D. Bravo - GOL, Grupo I+D en Ingeniería Física  
M. Corchuelo - SEPA - Departamento de Física, Universidad del Cauca

---

## Resumen

Dentro de la construcción de una propuesta curricular basada en procesos CTS para la formación de ingenieros en la Universidad del Cauca, la evaluación pasa a tomar un carácter menos cuantitativo, convirtiéndose en el eje que determina la real incidencia de los objetivos desarrollados durante los cursos y el grado de aprendizaje alcanzado por los estudiantes. La integración de los conceptos aprendidos en los cursos de fisicoquímica, transductores y óptica, además del enfoque CTS que manejan los estudiantes, se plasma en el proyecto final que deben presentar los estudiantes de los tres cursos como participación en una licitación propuesta por los profesores alrededor de una problemática puntual: las aguas servidas del municipio de Popayán.

En este trabajo se reporta el proceso que conduce a la elaboración de la estrategia de evaluación, los resultados de las evaluaciones obtenidas en dos semestres consecutivos y la propuesta para continuar con base en el análisis de dichos resultados.

**Palabras claves:** Evaluación, licitación, situación problemática

## Abstract

Inside the construction of an offer curricular based on processes STS for the engineers' formation in the University of the Cauca, the evaluation take a less quantitative character, turning into the axle that determines the real effect of the aims developed during the courses and the degree of learning reached by the students. The integration of the concepts learned in the courses of fisicoquímica, transducers and optics, besides the approach STS that the students handle, takes form of the final project that there must present the students of three courses as participation in a licitation proposed by the teachers about a punctual problematic: the waters been served as Popayán's municipality.

In this work there is reported the process that it leads to the production of the strategy of evaluation, the results of the evaluations obtained in two consecutive semesters and the offer to continue with base in the analysis of the above mentioned results.

**Keywords:** Evaluation, licitation, problematic situations

## 1. Introducción

La reflexión sobre las actuales propuestas curriculares en Ingeniería, caracterizadas en su generalidad por un modelo fragmentado de asignaturas orientado a la transmisión de contenidos y ajenos al contexto local, inspiró el trabajo conjunto de un grupo de profesores de la Universidad del Cauca alrededor de la construcción de una alternativa curricular para la formación de ingenieros que hiciera posible a la integración de algunos cursos con la visión CTS+I.

En el caso del programa de Ingeniería Física, el grupo de profesores se conformó con los encargados de orientar los cursos de Óptica, Transductores y Fisicoquímica para los estudiantes de quinto semestre. Para los docentes se trataba de una propuesta novedosa que requería de espacios de

«encuentro» de estos profesores, además de las sesiones periódicas de todos los integrantes del proyecto en un seminario sobre el sentido de la formación de ingenieros en la Universidad del Cauca.

Aparecieron dificultades tales como la posibilidad de contar con un horario común para las reuniones, el lenguaje técnico característico de cada asignatura, entre otras. No obstante, el deseo de cambio y el espíritu de construir alternativas, posibilitó iniciativas que se reflejaron en los avances en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, con respecto a los resultados de semestres anteriores.

Durante el primer semestre de puesta en práctica del proyecto se presentó un reto de gran relevancia que se reporta en este documento: la evaluación. ¿Cuáles deben

ser los elementos que evidencian el nivel de interpretación, comprensión y puesta en práctica del contenido trabajado en los 3 cursos sin caer en el sistema tradicional de desarticulación entre ellos, y que desde el enfoque CTS, se valore la interacción social?

Es fundamental que la evaluación sea parte integral en el proceso de aprendizaje; aporte información útil para estudiantes, profesores e instituciones; se aplique continuamente; y, propicie la discusión sobre las falencias detectadas en el aprendizaje a fin de poner en marcha acciones correctivas[1]. Una aspiración es el permitir el desarrollo de la autonomía del estudiante, entendiendo por autonomía la capacidad de responder crítica y creativamente a las necesidades de la comunidad, lo que equivale a un ejercicio responsable de sus competencias para responder mejor al contexto social en el ámbito de sus posibilidades de participación.

La respuesta al interrogante fue el plantear como eje de la evaluación, la participación dentro de una licitación que permitiera la articulación de los 3 cursos, invitara al trabajo en equipo, admitiera la aplicación de los conceptos estudiados durante el semestre y mostrara la responsabilidad y la capacidad de gestión e interacción social de los estudiantes.

## 2. Metodología

Como se mencionó anteriormente, la licitación debía involucrar la aplicación de los contenidos de los tres cursos, y estar construida alrededor de una situación problemática próxima al contexto y que permitiera a los estudiantes apropiarse de la idea de «cultura», entendiendo la cultura en términos de Guadarrama, como lo que aporta la sociedad al mejoramiento de la calidad de vida, a las actividades del hombre para «el perfeccionamiento de sí mismo y de su medio»[2].

De esta manera el modelo pedagógico en el que se inspiró la construcción de la licitación corresponde al que Flórez Ochoa [3], denomina pedagógico social – cognitivo, en el que el ambiente educativo está imbricado en el mundo de la vida, es decir, que los retos y problemas a estudiar son tomados de la realidad y se trabaja de manera integral. Con estos elementos se debía elegir un tema de trabajo que permitiera el tratamiento conjunto desde los puntos de vista fisicoquímico, de transductores y de la óptica y que tuviera una relevancia social.

Como es sabido, el Departamento del Cauca es un territorio de alto potencial hídrico. No obstante y como en la mayor parte del país, estos recursos no son tratados de forma responsable y la idea de un futuro sin agua no cruza aún por

la mente del colombiano en general. En particular en el municipio de Popayán se adelantan proyectos para la construcción de acueductos que garanticen el abastecimiento del recurso y se cuestiona que aún no existe una planta para el manejo y tratamiento de sus aguas residuales. Se consideró entonces que este podía ser un tema propicio para formular una licitación ficticia que permitiera el estudio de la situación y la participación de los estudiantes con propuestas que dieran cuenta de lo aprendido.

Para dar inicio al proceso de evaluación se publicó en el espacio virtual del proyecto [www.ired.org](http://www.ired.org) los términos y condiciones de la licitación, y se estipuló en una primera fase, la fecha límite para la participación y la fecha para la sustentación pública de las propuestas. Los términos fueron los siguientes:

*En la ciudad de Popayán (236.090 habitantes) se están vertiendo aproximadamente 200 litros/s de aguas servidas al río Cauca sin tratamiento alguno.*

*Dentro del Programa Mejoramiento de Calidad de Vida, la Fundación Red Vida Sostenible convoca una licitación pública, para proyectos encaminados al estudio y tratamiento de las aguas residuales del Municipio de Popayán.*

*La formulación de los proyectos deberá orientarse al beneficio de los habitantes de la región para mejorar notablemente su calidad de vida, considerando el ecosistema de la cuenca del Río Cauca y sus afluentes regionales a través de mejor uso, y manejo del recurso agua.*

*Dentro del proyecto deben considerarse:*

- *Estudios fisicoquímicos*
- *Caracterizaciones ópticas*
- *Aspectos necesarios para la cuantificación de las variables de interés*
- *Diseño de sistemas de control y tratamiento de aguas residuales.*

*Se debe justificar en cada caso la elección de materiales y equipos de medición, sensores y/o transductores a financiar. El formato de presentación de los proyectos debe regirse por lo estipulado para la presentación de anteproyectos de trabajos de grado del programa de Ingeniería Física. Las propuestas serán presentadas hasta 18 horas del 1 de febrero del presente año. La versión electrónica debe ser subida por el coordinador del proyecto a la Plataforma de ieRed, en el espacio Ingeniería Física, ítem Entrega de Propuestas para la Licitación. La versión en papel debe entregarse en la oficina del director ejecutivo de la Fundación Red Vida Sostenible, Miguel Corchuelo en el Doctorado en Educación de la FACNED.*





La evaluación de las propuestas se hará mediante sustentación pública el día el día jueves 2 de febrero a las 8 horas. El comité evaluador estará conformado por un equipo interdisciplinario de expertos.

La participación en la presente convocatoria tiene carácter obligatorio para los estudiantes de los cursos: **Físicoquímica, Óptica y Transductores**. Los equipos licitantes deberán estar conformados por un mínimo de 3 y máximo 4 personas.

La anterior es la primera versión de la licitación que se trabajó durante el segundo semestre de 2005. La publicación se hizo 3 semanas antes de la fecha de sustentación. Se manifestó la queja de los estudiantes por el poco tiempo dado entre la publicación y la sustentación, y que a criterio de los docentes se consideraba suficiente en virtud de que involucraba el tiempo de preparación de la evaluación de 3 disciplinas. Existen otros factores que dificultan la organización este tipo de propuestas, entre ellos el hecho de que no todos los estudiantes cursan simultáneamente los tres cursos, lo que hace que tengan otras evaluaciones por responder. Después de la discusión de los resultados de la evaluación por parte de los profesores, se concluyó que era necesario contar con un proceso de seguimiento del trabajo de los estudiantes que permitiera «encausar» el proceso como lo recoge Posner [4], es decir, poniendo especial interés en las experiencias encauzadas por los estudiantes relacionándolas con el contexto, inculcando la investigación a la docencia. Por lo anterior, se propuso que para el siguiente semestre, primero de 2006, la licitación se publicara con 47 días de anterioridad a la fecha de sustentación y se anexó lo siguiente ajuste:

Se manejará el siguiente cronograma de trabajo para la sustentación de los avances:

**Primera sustentación:** 24 al 28 de Abril

**Segunda sustentación:** 15 al 19 de Mayo

**Tercera sustentación:** 5 al 9 de Junio

Además, se permitió que los estudiantes tuvieran acceso a las propuestas hechas por sus compañeros del semestre anterior, para corregir los errores cometidos y además se eliminaba la posibilidad de limitarse a la copia.

### 3. Resultados

La licitación como estrategia orientadora de la evaluación se aplicó durante dos semestres consecutivos con las variaciones anotadas anteriormente con resultados notablemente diferentes. El número de propuestas presentadas fue de siete en el primer período y seis en el segundo. Los temas planteados por lo estudiantes incluyeron, entre otros,

diagnostico de sistemas de agua potable, Inventario y caracterización de fuentes de agua, esquemas de abastecimiento, sistemas de abastecimiento, tratamiento y distribución.

Los docentes convierten ahora su práctica en objeto de investigación como lo propone Stenhouse [5], concretamente un factor de gran importancia como es la evaluación. Para la primera prueba, como no se hizo un seguimiento al trabajo de los estudiantes, los profesores tuvieron conocimiento de las propuestas solo cuando ya estaban concluidas. La primera sorpresa fue descubrir que, a pesar de que el formato a seguir era simple y estaba establecido en la formulación de la licitación, solo un grupo lo siguió, mientras que los demás grupos adoptaron formatos diferentes. En la sustentación oral se evidenciaron una serie de fallas, como tratamientos demasiado ambiciosos, situaciones descontextualizadas y, algo de especial preocupación entre los profesores, presentaron propuestas exclusivamente tratadas desde el punto de vista de la ingeniería física, sin tener en cuenta la participación de otro tipo de profesionales. Entre los resultados positivos de la primera aplicación, se pudo evidenciar que los estudiantes se organizaron para trabajar en grupo, con armonía en la distribución de sus participaciones durante la sustentación y mostrando, por la forma en que fue llevada la exposición de las ideas y las respectivas conclusiones, que había sido posible compaginar e integrar los conocimientos adquiridos en las tres disciplinas evaluadas.

Las fallas citadas y la queja hecha por los estudiantes sobre el poco tiempo que tuvieron para preparar la evaluación, condujo a los profesores a replantear los tiempos de evaluación para el semestre siguiente, con la ya mencionada distribución de espacios para sustentaciones previas. Estas sustentaciones permitieron corregir fallas del semestre anterior y la mayor disponibilidad de tiempo permitió a los estudiantes ampliar la información, recurrir a otros profesionales como ingenieros civiles, químicos, técnicos de la CRC, entre otros. Adicionalmente, un grupo hizo la gestión para el uso del laboratorio de tratamiento de aguas, del departamento de Química de la Universidad del Cauca, que habitualmente no está disponible para el programa de ingeniería física. Esta experiencia les permitió ampliar sus conocimientos y compartir lo practicado con sus compañeros. Otra sorpresa provino de un grupo que decidió no limitarse a lo propuesto por la licitación y enfocar su estudio al análisis del problema, adquiriendo un buen conocimiento sobre el estado actual de las fuentes de agua de la ciudad de Popayán y de los proyectos que se desarrollan alrededor de plantas de tratamiento de aguas en la región. Una preocupación identificada durante las dos evaluaciones fue la debilidad

en los presupuestos por el costo de los servicios de ingeniería, pese a que ya han tomado cursos de Administración con los que se espera que se manejen estos conceptos. Se evidencia de esta manera la desarticulación entre cursos y en este caso, el curso de Administración no fue valorado suficientemente por los estudiantes.

#### 4. Conclusiones

Teniendo en cuenta los resultados conseguidos en las dos evaluaciones y el progreso adquirido durante la segunda, los profesores de los cursos involucrados consideran que este método de evaluación es más eficiente que la habitual prueba escrita, puesto que se supera la memoria y se pone en evidencia otras habilidades de los estudiantes relacionadas con las competencias para interpretar, argumentar, proponer y gestionar.

La reflexión sobre lo acontecido permite introducir otros cambios. El primero de ellos es la ampliación del tiempo de trabajo. Si se piensa en la evaluación final como la parte del proceso que permite confirmar la consecución de los objetivos planteados al inicio del curso, es lógico pensar en ella desde el primer día de trabajo. Otro cambio es el enfoque de la situación problemática. Las propuestas presentadas por los estudiantes de ambos semestres se encuentran en la plataforma iered, están al alcance de los estudiantes, por tanto, se considera pertinente para la próxima evaluación proponer que cada grupo elija y proyecte su ejecución dentro de las limitaciones de tiempo y recursos que se tienen.

Las ventajas son obvias, puesto que se cumplieron las expectativas que se tenían cuando se planteó esta propuesta y en las dos oportunidades los estudiantes manifestaron

interés y aceptación con las sugerencias del caso. Las desventajas ya se citaron: no todos los estudiantes cursan las tres asignaturas y la disponibilidad de tiempo de los profesores para el seguimiento del progreso de las propuestas es limitado. Es necesario que las facultades reflexionen sobre la posibilidad de abrir espacios para que los docentes se reúnan, puedan liderar y aprovechar el potencial de este tipo de trabajos y se supere el esquema de la reproducción[6]. Por otro lado, aún no es lo suficientemente claro que el plantear una evaluación alrededor de un problema de relevancia social despierte con seguridad el interés de los estudiantes en este tipo de asuntos, lo que si es claro es que el tipo de evaluación que se estaba siguiendo en las tres asignaturas, esto es, una prueba escrita o un proyecto final, dista más de revelar las capacidades de desempeño del futuro ingeniero.

#### 5. Referencias

- [1] Eduteka (2002) La Evaluación, Parte Fundamental e Integral del Proceso de Aprendizaje. En página web: <http://www.eduteka.org/reportaje.php3?ReportID=0014> Consultada: 26-11-2003
- [2] Guadarrama, Pablo y Pereliguin Nikolai. (1.998) Lo Universal y lo específico en la Cultura. Universidad Central de las Villas. Santa Clara, Cuba.
- [3] Flórez Ochoa Rafael (1.999) Evaluación Pedagógica y Cognición. Ed.McGraw.Hill. Bogotá.
- [4] Posner George.(1.998) Análisis de Currículo. McGraw-Hill . Bogotá
- [5] Stenhouse L. (1987) La investigación como base de la enseñanza. Selección de textos por J. Rudduck D. Hopkins. Ediciones Morata. Reimpresión 1.998. Madrid
- [6] Kemmis, S. (1986). El currículum: más allá de la teoría de la reproducción Tercera edición. Ediciones Morata. Madrid. Reimpresión 1998.



# El estudio de una situación problemática como eje para la formación de ingenieros forestales en la Universidad del Cauca: el caso del roble

Juan Pablo Paz C.<sup>1</sup>, Miguel Corchuelo<sup>2</sup>  
Grupo de Investigación TULL<sup>1</sup> - Grupo SEPA<sup>2</sup>  
Doctorado en Educación - Universidad del Cauca

## Resumen

Dentro del nascente programa de ingeniería forestal en la Universidad del Cauca, se toman como referentes los estudios CTS, durante el desarrollo del proyecto de investigación "Propuesta curricular para la formación de ingenieros desde el enfoque en estudios CTS+I en la Universidad del Cauca" (Colciencias: 1103-11-16964), en la intención de desarrollar un aprendizaje activo con los estudiantes de manera articulada con el contexto.

En este artículo se comenta en particular la experiencia vivida durante el desarrollo del curso "Gestión Ambiental en Cuencas Hidrográficas", a partir de la identificación de una situación problemática concerniente a la defoliación de los bosques de Roble en la meseta de Popayán y que conduce a la interacción con los habitantes de la micro-cuenca Clarete Alto. En la experiencia se identifica, a través de una estrecha relación entre teoría y práctica, competencias importantes para el futuro desempeño de los ingenieros forestales tal como: las habilidades para el montaje, recolección y sistematización de información de parcelas de investigación, así como las habilidades para lograr la participación activa de las comunidades en favor de la conservación de las cuencas que abastecen los acueductos veredales. Igualmente se hace un aporte pedagógico a la construcción de propuestas alternativas al modelo clásico transmisionista que se encuentra habitualmente en las aulas de ingeniería.

**Palabras claves:** Aprendizaje activo, situaciones problemáticas, gestión ambiental

## Abstract

Inside the nascent forest engineering program in the Cauca University, there take as references the studies STS, during the development of research project "Offer curricular for the engineers' formation from the approach in studies STS+I in the Cauca University" (Colciencias: 1103-11-16964), in the intention of developing an active learning with the students of way articulated with the context.

This paper comments especially the experience lived during the development of the course "Environmental Management in Hydrographic Channels", based in the identification of a problematic situation relating to the defoliation of the forests of Oak in Popayán's plateau and that it leads to the interaction with the inhabitants of high Clarete microchannel. In this experience important competitions are identified, across a narrow relation among theory and practice, for the future performance of the forest engineers such as: the skills for the assembly, compilation and systematizing of information to research lands, as well as the skills to achieve the active participation of the communities in favour of the conservation of the river channels that supply the zone aqueducts. Equally there does a pedagogic contribution to the construction of alternative offers to the transmission classic model who is habitually in the engineering classrooms.

**Keywords:** Active learning, problematic situations, environmental management

## 1. Introducción

Antes del año 2005, la orientación y preparación del curso de "Gestión Ambiental de Cuencas Hidrográficas" se caracterizaba principalmente por la identificación de referencias bibliográficas, diversos autores, a partir de los cuales se organizaba la exposición oral, apoyada con apuntes y en el mejor de los casos, si las condiciones lo permitían, se utilizaban acetatos o video-bean. La información se trasmitía a los estudiantes, quienes se dedicaban a tomar apuntes sobre las ideas expuestas e importantes para la presentación de las pruebas planteadas.

Es de anotar, que cuando se hace alusión en clase, a temas estudiados en otros cursos de semestres anteriores, para introducir otro tema o ampliar una explicación, los estudiantes manifiestan no haberlo visto o que la exposición resultó insuficiente para comprenderlo. Surge la reflexión, si tal situación debe ser una constante cada semestre o si se puede cambiar.

Se hacían algunas salidas de campo, en las que predominaba la descripción de los sitios de acuerdo con una guía general y común para todo el grupo, para elaborar el respectivo informe. Normalmente estos informes se

convierten en una toma de datos entre grupos, se anexan fotos y una recopilación bibliográfica sobre el tema. Pero existe un vacío: la falta de contacto con la gente, el análisis de las representaciones que se obtienen, incluyendo en este análisis a la comunidad. La uniformidad de la guía de trabajo provocaba que el proceso de sustentación de informes, que se convirtiera en repetición y perdiera interés.

Para empezar una transformación en este caso, es conveniente pensar sobre el sentido de la formación de ingenieros. Tanto desde la conceptualización de ingeniero como en diversos informes, se señala que los estudiantes de ingeniería deben educarse para resolver los problemas y las demandas a futuro de su profesión. Así se propone en la visión 2020 americana en el informe de la academia nacional de ingeniería. Se plantea entonces la posibilidad de abordar situaciones problemáticas durante la formación de ingenieros forestales en la Universidad del Cauca a través del proyecto "Propuesta curricular para la formación de ingenieros desde el enfoque en estudios CTS+I en la Universidad del Cauca" (Colciencias-VRI: 1103-11-16964).

Una situación problemática en este caso se caracteriza por: unos indicios que inquietan, preocupan y se interponen en el logro de objetivos o aspiraciones, amerita un proceso de estudio para identificar el problema como tal, exige un proceso de toma de decisiones y el planteamiento y estudio de alternativas de solución. En este caso la observación de los bosques de Roble en la meseta de Popayán, constituyen ecosistemas de gran importancia puesto que son el hábitat de muchas especies animales. Su cobertura permite el establecimiento de microclimas, la protección de suelos y de aguas, y además esta especie permite obtener ingresos económicos a muchas familias de las zonas rurales a través de la producción de carbón y del aprovechamiento de la madera para diferentes fines.

Es importante tener en cuenta, que para el desarrollo del proyecto de investigación, se implementa el Seminario sobre el sentido de la formación de ingenieros en la Universidad del Cauca, en el que adicionalmente a miembros del programa de Ingeniería Forestal, participan profesores de los programas de Ingeniería Física, Ingeniería de Sistemas, así como docentes de ciencias básicas, ciencias sociales y de pedagogía. Ello permite conocer diferentes puntos de vista en torno a la ingeniería, la educación y la pedagogía. Y se comparten visiones sobre la formación, la interdisciplinariedad, el trabajo en equipo, la interacción social y el sentido de lo humano.

## 2. Metodología

El modelo alternativo de formación que se construye en la práctica se caracteriza por unas fases o etapas no

necesariamente lineales pero si pertinentes para el estudio de una situación problemática, a saber:

### 2.1 Sensibilización

La sensibilización hacia una nueva forma de trabajo debe considerar que la situación problemática tenga sentido y significado (que genere pasión, retos e invitación al protagonismo) tanto para el estudiante como para el profesor. Los estudiantes prestan particular atención cuando el docente comenta anécdotas de su trabajo como ingeniero. Parece que el percibir aplicaciones del tema motivo de estudio, permite crear nexos que facilitan el aprendizaje y referentes para la toma de decisiones. De alguna manera visualiza su futuro papel como profesional. Es posible entonces, introducir los temas con casos particulares, anécdotas, con dificultades específicas por resolver para posteriormente indicar los conocimientos pertinentes que permiten estudiar la situación. Siempre es conveniente iniciar el tema con una conversación o una actividad que despierte la motivación intrínseca y disponga al curso para el trabajo. Para el desarrollo del curso "Gestión ambiental en Cuencas Hidrográficas" se parte de una situación problemática concerniente a la defoliación de los bosques de Roble en la meseta de Popayán, en particular el caso de los habitantes del micro-cuenca Clarete Alto donde se ubica una población significativa de esta especie y que contribuye a la regulación hídrica de los acueductos de la zona.

La presentación de la situación a los estudiantes, en este caso, se realizó a partir de una anécdota ocurrida durante un paseo matutino en el que se observó un cambio significativo en el verde habitual del follaje por un tono ocre y que revelaba la defoliación de los árboles de Roble; ello debido a la presencia un gusano medidor. Para Juan Pablo, profesor del curso en mención, fue motivo de interés porque se amenazaba no solo el bosque, sino su mundo, pues para él, el afecto por el bosque va más allá, tanto así que una de sus aficiones es el ciclo montañismo (y su club precisamente se llama "Robledal"). La defoliación se convierte de esta manera en un motivo de preocupación que invita a estudiarla a través de la historia. Por eso para continuar la sensibilización con sus estudiantes, se recurrió a imágenes satelitales, fotografías aéreas y cartografía donde se muestra la gravedad de la situación en la región del Cauca. ¿Qué pasaría si el Roble se extingue? ¿Por qué existe una resolución del Ministerio del Medio Ambiente para la protección de la especie? Estas y otras preguntas fueron motivo de reflexión con sus estudiantes.

### 2.2 Contextualización

Si bien la deforestación es un problema de interés general para la humanidad, es conveniente identificar las



características que toma en un contexto específico próximo a la Universidad. Implica observar el entorno para identificar actores y elementos involucrados en la situación problemática que se está abordando, y considerados como relevantes para el trabajo que se aspira a realizar. Abordar situaciones problemáticas locales/regionales, implica un proceso que pretende generar sentido de pertenencia y compromiso, es decir crear identidad. Esto es muy importante si se tiene en cuenta que normalmente se estima que durante buena parte de su vida, el futuro profesional, se identificará y lo identificarán con su profesión, en este caso ingeniero forestal.

De otra parte, los estudiantes que llegan a la Universidad del Cauca provienen de diferentes partes del Departamento del Cauca y del país. En este sentido, se considera fundamental que ellos conozcan no sólo el claustro universitario, sino la región, caracterizada por su riqueza biológica y cultural, donde confluyen tres ecosistemas de gran importancia ecológica, sociocultural y ambiental como son el Andino, Amazónico y Pacífico. Estos hacen parte de la gran eco-región del macizo colombiano, donde nacen los principales ríos del país y donde el manejo forestal sostenible constituye una apuesta desde las políticas regionales, nacionales e internacionales. Con base en lo anterior se aborda un caso concreto de trabajo en la vereda Clarete Alto. Allí aún se conservan grandes áreas de roble y sus habitantes, a pesar de sus diferencias étnicas y culturales, conviven con estos ecosistemas, en los que nacen fuentes de agua que no sólo abastecen a las comunidades del área, sino también a sus vecinos.

Para conocer el contexto en la práctica, se propone hacer un trabajo de investigación con participación de la comunidad. Se trata de un análisis que abarca aspectos biológicos, ecológicos, sociales y económicos de la especie, partiendo de la interacción con la comunidad de Clarete Alto y la reducida información con que se cuenta de la misma. Se hacen entonces salidas de reconocimiento en compañía de representantes de la Junta de Acción Comunal de la zona, quienes orientan mejor el acceso a las áreas de mayor cobertura en bosques de roble y afectados por la defoliación de un medidor de la familia Geometridae. Se ubican conjuntamente los sitios donde se pueden implementar parcelas de investigación. Igualmente se ubica la zona que hace parte del resguardo indígena de Quintana, y cuyo acceso requiere del permiso del Cabildo. La información nutre un taller sobre territorio y cultura con el apoyo de la geógrafa Gloria Castro.

### 2.3 Exploración de conceptos

La complejidad de una situación real revela una condición fundamental de trabajo, no la puede abordar una sola

persona; la sobrecarga de actividades puede llevar a que la propuesta fracase. El estudio de situaciones problemáticas, muy seguramente requiere de otras disciplinas y profesiones. Surgen actividades de diversa índole; por esta razón un factor determinante es la conformación de un equipo de docentes y estudiantes articulados con las comunidades, que además de posibilitar el estudio, genera una comunidad académica con interacción social.

En esta etapa se identifican conceptos y se abordan temáticas pertinentes tanto para el curso, en este caso "Gestión ambiental de Cuencas Hidrográficas" como para el estudio de la situación problemática. De esta manera resulta importante trabajar sobre conceptos como biodiversidad étnica y cultural, territorio, región, bioregión, ecoregión, unidades del paisaje, conectividades, participación comunitaria, investigación acción participativa, gestión ambiental y calidad de agua entre otros. Un modelo que facilita la exploración de conceptos y la elaboración del análisis conceptual es la investigación solidaria, modelo que tiene estrechas relaciones con los modelos de aprendizaje colaborativo y cooperativo.

### 2.4 Análisis de relaciones

La identificación de conceptos más la información recopilada del contexto constituyen insumos para hacer un análisis conceptual del que deriva la identificación de otros actores, que bien pueden estar interesados en trabajar en el marco de la situación problemática o que sus decisiones afectan la misma. Con ellos hay necesidad de establecer alianzas o convenios según los intereses de cada una de las partes. Por ejemplo en este caso, se vinculó la Corporación Autónoma Regional del Cauca C.R.C. y Smurfit Cartón de Colombia. La Universidad, por su naturaleza y sus recursos no puede resolver por sí sola este tipo de problemas, pero lo que sí puede aportar es el estudio de la situación problemática, como tal. La conformación y consolidación de redes con otros actores, instituciones, organizaciones o empresas, permite formular proyectos y definitivamente genera una mayor articulación con la región. Del análisis de las relaciones en la vereda de Clarete Alto define una serie de conjeturas que conducen a la planeación de acciones para la intervención. En este caso se cuestiona si el Geometridae antes comía pino y si al disminuir la población de esta especie, atacó el Roble. ¿Por qué se convirtió en plaga? ¿Es la población conciente y está preparada para manejar tal amenaza? De allí la importancia de montar parcelas permanentes de investigación sobre la especie.

### 2.5 Experimentación

Es la oportunidad para validar las hipótesis y para desarrollar habilidades del pensamiento relacionadas con

la crítica y la creatividad. Es una fase de aprendizaje activo que implica elaborar diseños (actividad característica de un ingeniero), simulaciones, construir modelos o prototipos, controlar variables, establecer márgenes de incertidumbre.

De esta manera, para caracterizar los robledales de la microcuenca se establecieron dos parcelas de 100x200 m. (2 ha) con un área efectiva de trabajo de 0,96 ha, en donde lo restante corresponde a la zona de amortiguamiento de las parcelas. Para la localización geográfica se utilizó el sistema de GPS y se caracterizaron topográficamente. Las parcelas se dividieron en 24 subparcelas de 20x20 m (0,04 ha). En cada una de las subparcelas de 0,04 ha se registraron todos los árboles con diámetro a la altura del pecho -dap- 10 cm, consignando su nombre científico, altura total y a la base de la copa, condición de luz y calidad. Para calificar la condición de luz se empleó lo sugerido por Hutchinson (1990), a partir de cinco categorías de iluminación que van desde individuos emergentes hasta

árboles completamente suprimidos. Para el caso de la calidad de los individuos se trabajaron tres categorías:

1) individuos de fuste recto y completamente sano; 2) individuos con algún defecto en su forma o estado sanitario y 3) los enfermos y completamente deformes. Los individuos reportados fueron localizados geográficamente dentro de la parcela con su respectiva etiqueta de aluminio. Dentro de cada parcela de 0.04 ha se inscribió una subparcela de 10x10 m para registrar los individuos superiores a 1.5 m de altura y de dap 10 cm, incluyendo árboles, arbustos, palmas y helechos arborescentes. Para el caso de los árboles de dap 5 cm, a cada uno se le registró su nombre científico, altura y posición dentro de la parcela. Se anidó una subparcela de 5x5 m en cada una de las subparcelas de 0,04 ha para registrar la información correspondiente a la regeneración establecida de altura de especies arbóreas y arbustos entre 0,4 y 1,5 m. La figura 1 muestra los detalles de la parcela de trabajo.

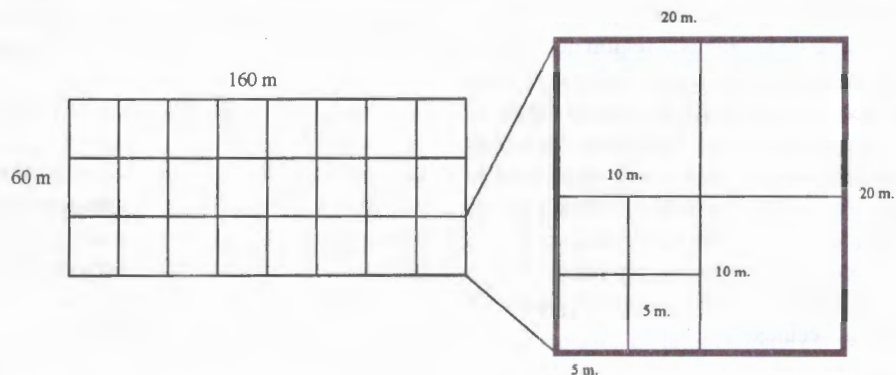


Figura 1. Parcela empleada para la caracterización de los bosques dominados por roble (*Q. humboldtii*) en la Microcuenca del río Clarete en el Municipio de Popayán.

Esta parcela se instaló con el fin de estudiar la dinámica de estos bosques. Considerando lo anterior, se hizo una delimitación en campo del sitio, utilizando mojones en los vértices de la parcela así como en su sección media, con el fin de su localización para futuras mediciones.

Ahora el trabajo permite que cada grupo tenga unos objetivos particulares; selecciona y recopila unos datos en contacto permanente con la comunidad. El grupo interroga y dialoga con sus acompañantes sobre lo que se encuentra en campo. Los informes y la sustentación son más interesantes y se socializan en reuniones generales con habitantes de la vereda. El proceso de análisis de la información obtenida de campo, así como el conocimiento científico y tradicional asociado al uso y manejo del bosque, permitió el intercambio de conocimientos respecto al bosque, a la especie en particular y a su función protectora para las fuentes de agua.

## 2.6 Socialización de información

El trabajo en el aula debe permitir el desarrollo de habilidades comunicativas. La socialización ocurre en diferentes niveles. Un primer nivel de socialización ocurre en el aula tanto en la modalidad de pares académicos como entre los equipos de estudiantes, con el propósito de que estén al tanto de los avances de los otros grupos. Un caso particular de interés se presentó durante el trazado de una parcela. Los datos topográficos debían demostrar que la parcela cerrara completamente, sin embargo pese a dos jornadas de trabajo, no se obtenía el resultado requerido. La discusión entre los grupos durante el trabajo de campo se limitó a "echarle la culpa a los otros". Se convocó a la participación de los diferentes grupos y a los profesores de otras áreas (Ecología, Dendrología, Silvicultura y Topografía). Se encontró que el error radicaba en que faltaba la corrección de la

pendiente. Fue la oportunidad para aprender de los demás y establecer que los problemas siempre existen y que el resolverlos es de todos y para todos.

La interacción social potencia aprendizajes y abre espacios para el desarrollo de competencias características de los ingenieros forestales tal como la elaboración de los diagnósticos ambientales participativos enfocados al recurso bosque y al montaje de parcelas para investigación. Allí se aplican conocimientos de áreas como la dasometría, dendrología, silvicultura de bosques naturales, topografía, sociología rural, y diseño experimental entre otras, y se desarrollan habilidades para la planeación, el uso, el manejo y aprovechamiento de áreas para proyectos de reforestación, en interacción con las comunidades de la zona.

Adicionalmente, durante el desarrollo de la presente propuesta se cuenta con el potencial de las TIC's a través de un espacio virtual ubicado en la dirección [www.iered.org](http://www.iered.org). Con la colaboración del ingeniero Ulises Hernández y su grupo Vultur, se cuenta con servicios telemáticos tales como foros virtuales, carpetas para archivos de clase y wikis, todo esto para superar las limitaciones de espacio y tiempo. En este espacio virtual, los estudiantes ubican los contenidos del curso. Los foros desarrollados a partir de temas específicos o eventos especiales, permiten que el estudiante manifieste sus inquietudes y posiciones. Se facilita la permanente comunicación con los estudiantes ampliando el tiempo de clase. Por este medio siempre hay flujo de preguntas y de información con respecto a temas de interés.

Otro nivel de socialización es el institucional, de tal forma que otros estudiantes, profesores y directivos conozcan la situación problemática que se está abordando y la forma de hacerlo desde el aula. Así se conformó el grupo de investigación "Bosques y Comunidades", del cual hacen parte los profesores del programa y estudiantes de diferentes semestres.

Un tercer nivel es el inter-institucional, en donde se busca socializar los aportes de cada una de las instituciones involucradas. Otro ámbito, es con la comunidad académica en los eventos (congresos, coloquios, seminarios) y otra área de socialización es con la sociedad en general. Es este proceso de socialización el que otorga el reconocimiento del trabajo y la aceptación definitiva de la propuesta como tal. Se participó en el V Encuentro Nacional de estudiantes de Ingeniería Forestal en la ciudad de Medellín; allí se planteó de manera general con profesores de la Universidad Nacional la posibilidad de articularse en una propuesta de investigación conjunta en éstos temas.

## 2.7 Confrontación y Potenciación de la Propuesta

Es claro que la evaluación es uno de los puntos sensibles de la propuesta, y constituye uno de los principales agentes para orientar la atención y acción de los estudiantes. Habitualmente más que evaluar lo que se realizan son procesos de calificación. Se plantea que la evaluación debe reconocer y valorar el trabajo de los participantes en las diferentes acciones, de allí que debe superar la memorización y explorar otras habilidades adicionales como la transferencia de la aplicación de los conceptos estudiados a otras situaciones.

Esta fase también involucra las expectativas que generan el trabajo, las dinámicas o nuevos esquemas de organización y relación. Aparecen ahora variables que antes no se consideraban tales como: la participación (al interior del grupo, con la comunidad y a través de medios telemáticos), el trabajo de campo en los bosques de Roble y la elaboración de un informe sobre el diagnóstico ambiental de la de la micro-cuenca Clarete Alto, en adición a las pruebas escritas sobre la temática tratada. De otra parte, en la determinación de la calificación participan otros docentes según el tema específico y se tiene en cuenta el autoconcepto de los estudiantes, que curiosamente no difiere mucho del concepto de los docentes, revelando la ética y responsabilidad con que se asume el trabajo.

## 2.8 Elaboración del nuevo discurso

Otro aspecto importante como resultado de abordar situaciones problemáticas en el aula de clase, es la construcción de la memoria escrita. En la medida en que sea posible se deben elaborar registros escritos de las experiencias y discusiones; se tendrá una mayor oportunidad de recuperar el trabajo realizado por otros. La memoria tiene un valor agregado. Se convierte en un referente para la planeación de nuevos cursos o situaciones para no empezar desde cero. Además posibilita que las ideas que subyacen a este tipo de iniciativas trasciendan a otros espacios más amplios de los que puede lograr una persona a través de la socialización oral.

## 3. Conclusiones

- El estudio de situaciones problemáticas como estrategia para la formación de ingenieros forestales, en este caso, permite desarrollar un proceso contextualizado de formación caracterizado por la estrecha relación entre la teoría y la práctica, la valoración del trabajo colaborativo en equipo, el ejercicio de la ética, la interdisciplinariedad y preocupación por el ambiente.
- No es sencillo implementar este tipo de propuestas, que

generan rupturas con el modelo pedagógico instrumental de tipo transmisionista. El estudiante no está acostumbrado a esta forma de trabajo, pero la elección de una situación que se conecta con el sentido de su profesión y permite la participación, cambia la percepción sobre su formación, desde el momento en que se siente que puede asumir un papel protagónico en el estudio de una situación problemática que se conecta con su futuro ejercicio profesional.

#### 4. Referencias

- [1] Strikowsky Michelle (2005) News The National Academies. Engineers of Tomorrow. En página web: <http://www4.nationalacademies.org/news.nsf/indiv0309096499?OpenDocument> consultado 2005-10-06
- [2] Corchuelo Miguel, et al (2006) Las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la educación media. Editorial Universidad del Cauca. Popayán, Colombia, pp 149-167
- [3] Martín M y González J. (2002) Reflexiones sobre la Educación Tecnológica desde el Enfoque CTS. En Revista Iberoamericana de Educación. N° 28 OEI, pp 17-59
- [4] Hutchinson, I.D. 1990. Diagnostic sampling to orient silviculture and management in natural tropical forest. In: Commonwealth Forestry Review. Vol. 69. No 3. pp 113 - 132.





# Propuesta metodológica de trabajo en una plataforma de comunicación virtual para procesos de aprendizaje colaborativo - APCUN -

Pedro. M. Wightman, Wilmer J. González, José D. Marquez y Daladier Jabba  
Universidad del Norte - Departamento de Ingeniería de Sistemas

## Resumen

Las nuevas tecnologías de información y comunicaciones -TIC- se presentan como una oportunidad para las instituciones educativas de ampliar su público objetivo, ofreciendo programas de formación orientados a una población global donde la presencia física en un salón de clases ya no es necesaria. Muchas universidades en el mundo actualmente desarrollan plataformas de comunicación que brindan a sus estudiantes la capacidad de interactuar en tiempo real y de manera concurrente en un espacio virtual, a un precio muy asequible.

En este artículo se propone una metodología de trabajo diseñada para una plataforma de comunicación multiusuario para procesos de aprendizaje colaborativo - APCUN -.

**Palabras Claves:** Trabajo colaborativo, mapas conceptuales, foros de discusión

## Abstract

The new information and communications technologies - ICT - are presented as an opportunity for the educative institutions in order to extend their objective students, offering oriented formation programs toward global population where the physics presence at the classroom is not necessary. Currently, many universities in the world develop communications platforms that offers their students the capacity to interact in real time and the concurrent form at the virtual space, with accessible prices.

In this paper, we propose a work methodology that was designed for a multi-user communication platform for collaborative learning process.

**Keywords:** Collaborative work, conceptual maps, discussion forums

## 1. Introducción

La educación a distancia definitivamente no es una nueva tendencia, sobretodo teniendo en cuenta el entorno actual en que vivimos. La presencialidad del estudiante no ha sido ni debe ser un problema para las universidades que cada vez más ven como una necesidad la ampliación de su oferta de cursos a distancia, especialmente a grupos de personas que no tienen la posibilidad de viajar hasta un salón de clase a recibir una cátedra.

Este incremento debe también ir de la mano del grado de calidad de los cursos que se deben ofrecer en aras de que la educación a distancia sea una opción real permitiendo que sus profesionales sean personas con conocimientos mínimos para desenvolverse en su campo de experticia.

Por todo esto y en beneficio de los estudiantes, los medios que hoy se utilizan para la educación a distancia han evolucionado de la mano con las nuevas tecnologías de información y de comunicación -TICs-: Desde la educación por correspondencia muy popular varias décadas atrás hasta

el uso de herramientas informáticas y multimedia que les que brindan acceso inmediato a la información; de ahí, también la importancia de que estas herramientas sean lo suficientemente robustas no solo para ser utilizadas con el fin expuesto con anterioridad sino también como sistema capaz de interactuar con sus usuarios orientándolos en su proceso de aprendizaje.

Aunque se puede profundizar mucho en como debe ser la forma de presentar los contenidos, esto ha cambiado y es quizás aun más importante resaltar este nuevo elemento de tal manera que los medios actuales permitan a los actores de los procesos educativos una interacción bidireccional en tiempo real. Ahora existe una línea de comunicación disponible siempre entre estudiantes que hacen parte del mismo grupo y además entre ellos y el profesor, hecho que no se presentaba en ningún otro medio usado: correo, radio o televisión e inclusive en la forma como se debatía o se adquiría el nuevo conocimiento en las aulas de clases. El tiempo necesario para enviar un mensaje de retroalimentación era muy extenso, casi pudiendo afirmar que la comunicación tendía a ser unidireccional en la mayoría de los casos.

Este mismo hecho y analizándolo en el contexto del sistema educativo tradicional, traía como consecuencia la imposibilidad de hacer un seguimiento al trabajo diario del estudiante, su desarrollo y sus resultados, contando únicamente con los exámenes para calificar un proceso sobre el cual ya no se podía hacer nada; todo esto debido a la falta de retroalimentación a tiempo profesor-estudiante, ya fuera por el modelo tradicional o en otros casos por la cantidad de estudiantes a ser evaluados.

Internet se ha convertido en el medio de comunicación que ha ganado terreno a otros grandes como la Televisión y los medios impresos. Una de las razones de este volcado de la gente sobre esta invención ha sido la facilidad de comunicación e interacción con otras personas, sin importar en que lugar del mundo se encuentren, y de una manera económica.

Con base en un pequeño estudio se pudo concluir que una aplicación natural de estos modelos de comunicación es usarlos en la creación de comunidades de aprendizaje, o comunidades que aprenden. Los contenidos siempre estarán allí, pero los ejercicios de argumentación e intercambio de puntos de vista con otras personas pueden enriquecer el proceso de aprendizaje, tal cual se logra en la vida real con los grupos de estudio.

En este documento y derivado de lo planteado y desarrollado en el proyecto, se propone un modelo de comunicación y una metodología de trabajo para una plataforma de soporte al aprendizaje colaborativo. En esta propuesta se asume la existencia de material de estudio para los estudiantes, aunque eventualmente podrían incluirse dentro de los servicios que se ofrecen. Este trabajo está orientado hacia tres objetivos muy claros: la habilitación de espacios de comunicación entre los usuarios de una comunidad de aprendizaje en dos dimensiones: intra-grupo e inter-grupo; ofrecer herramientas que permitan la generación de conocimiento colectivo con base en mapas conceptuales y foros de discusión donde los estudiantes argumenten la importancia y suficiencia de sus aportes; y el diseño de un método para el seguimiento y evaluación del proceso del estudiante en la plataforma.

Este artículo está conformado de la siguiente manera: En el numeral 2 se hará una explicación detallada del modelo de comunicación desarrollado. En el numeral 3 se presenta la metodología de trabajo propuesta y las herramientas desarrolladas. En el numeral 4 se hace referencia a la implementación de la aplicación APCUN, diseñada a partir del modelo propuesto. Por último se presentan las conclusiones y los proyectos futuros.

## 2. Modelo teórico de comunicación

Es importante recordar que, como esta plataforma de comunicación está enfocada principalmente a que su uso sea en procesos educativos, muchos similares se han hecho con la estructura normal que existe en el mundo real. La plataforma hace un paralelo con una edificación real. Está diseñada para manejar una gran cantidad de estudiantes, los cuales se dividen en grupos de trabajo. Cada uno de estos grupos posee un espacio único -el salón - y un espacio de comunicación abierto -el Pasillo-.

APCUN cuenta con dos ambientes de trabajo muy distintos: dentro del Salón y en el Pasillo. El salón se considera el espacio de trabajo por naturaleza, donde el estudiante pone en común sus logros dentro de su propio trabajo individual, y los compara con los de sus compañeros de grupo. (Figura 1).

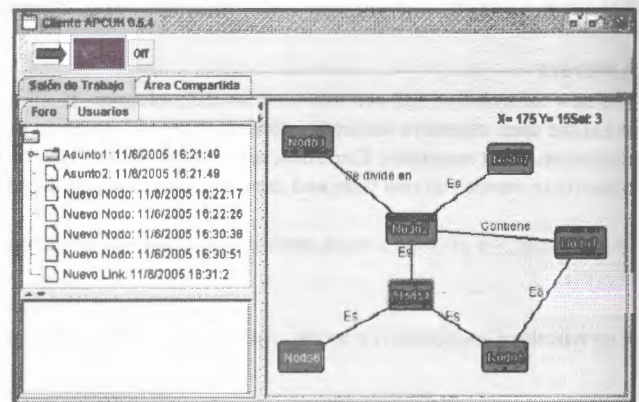


Figura 1. Área de trabajo del estudiante. APCUN Prototipo versión 0.5.4

El espacio del salón cuenta con dos herramientas que permiten dinamizar los procesos de construcción de conceptos y la discusión de los mismos: el foro de discusión y el mapa conceptual. Estas dos modalidades fueron escogidas por su constante aplicación en plataformas similares para apoyar el trabajo colaborativo.

En el caso del foro, es posible que un estudiante proponga un tema de discusión y que su aporte sea respondido por los demás usuarios. El foro fue seleccionado entre él y un chat-room simple, debido a que es más complicado seguir el desarrollo de una conversación o discusión si muchos usuarios están participando en un mismo momento. Además, es fácil de generar un historial para revisiones futuras por parte de los estudiantes que no hubieran estado en medio de la discusión y que podrían seguir haciendo comentarios más allá del momento mismo de su realización.

Este foro además cuenta con una particularidad que lo diferencia de los tradicionales: los aportes pueden clasificarse de manera estandarizada. APCUN cuenta con una clasificación de aportes que se basa en la desarrollada por Amy L. Soller[3], en la cual se especifican 8 tipos de aportes y sus respectivas subcategorías, relacionadas con palabras clave inicios de frase, que en el caso del foro desarrollado, son patrones para el campo "asunto" del mensaje. Ver la figura 2.

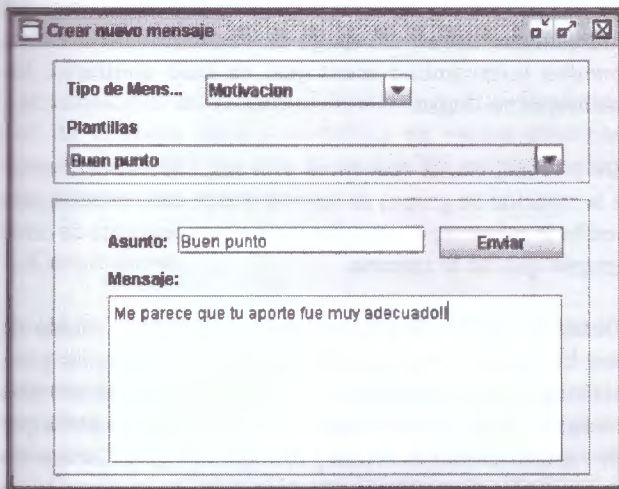


Figura 2. Creación de un mensaje del foro. APCUN Prototipo versión 0.5.4

La clasificación para los mensajes surgió de la necesidad planteada de hacer un seguimiento al desempeño de los estudiantes. De esta manera, un mensaje siempre está clasificado dentro de un tipo de aporte, que debería estar de acuerdo con el contenido e intención del mensaje. De esta manera, se puede llevar un conteo del tipo de mensajes más comunes, quienes proponen más discusiones, quienes critican más, entre otros factores importantes para valorar el trabajo en el grupo y de manera individual.

Cuando el estudiante crea el mensaje, muchas respuestas pueden generarse a partir de él. Estos mensajes pasan a organizarse a manera de árbol, donde cada mensaje contiene sus respuestas como si fueran ramas que dependen de él, razón por la cual se puede retraer toda la rama.

El mapa conceptual, que es la segunda herramienta que ofrece la plataforma para el trabajo al interior del salón, fue seleccionado por las posibilidades que brinda al grupo de generar un resumen ordenado y estructurado del tema investigado, generando a su vez discusión respecto de la mejor organización de los conceptos y los enlaces.

La interfaz de la herramienta para construir el mapa conceptual permite el libre movimiento de los nodos dentro

del espacio de cada cliente, no siendo así con los procesos de creación y modificación de los nodos y enlaces. Cabe anotar que los enlaces, al igual que los mensajes del foro, cuentan con una clasificación que pretende homogenizar los tipos de etiquetas. Vea la figura 3.

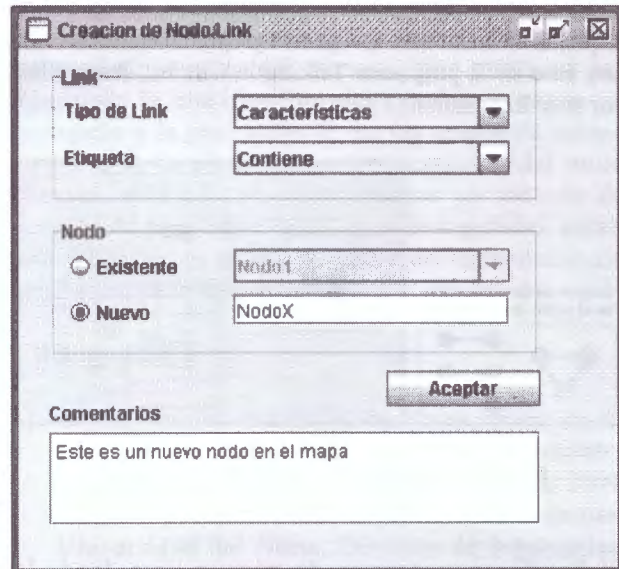


Figura 3. Creación de un nodo en el mapa conceptual. APCUN Prototipo versión 0.5.4

Dado que muchos usuarios podrían estar haciendo cambios al mismo tiempo dentro del mapa, se decidió crear una cola de solicitudes donde si un usuario desea hacer modificaciones en el mapa, sean estas añadir o modificar nodos y enlaces, es necesario que solicite un permiso para hacerlo.

Su solicitud ingresa a una cola de espera, en donde, cuando su turno haya llegado, el usuario recibirá el mensaje donde se le notifica que puede iniciar los cambios. En el rango de tiempo que le sea asignado, es libre de realizar los cambios que desee. Cuando haya terminado su tiempo, su permiso será revocado y tendrá que enviar una nueva solicitud antes de poder realizar más cambios. En el mapa no se pueden borrar ni los nodos ni los enlaces, pero si se puede cambiar su estado.

Los nodos y los enlaces pueden ser aceptados o rechazados por los usuarios, según su criterio. Todo elemento desde que es creado y hasta que no cuente con una votación unánime de todos los usuarios, estará a prueba. Si un elemento del mapa es aceptado de manera unánime, el elemento pasa a ser parte del mapa oficial. Si por el contrario es rechazado, no aparecerá en el mapa a no ser que el usuario así lo especifique en su propio espacio.

En el caso de las modificaciones, cuando un nodo o enlace se modifica, dado que lo único que puede cambiar en él es

la etiqueta, este pierde todas las evaluaciones de usuarios anteriores y aparece nuevamente como un nodo a prueba en el mapa.

APCUN cuenta también con un segundo espacio de comunicación: el Pasillo. En la figura 4, se aprecia el esquema de un modelo que genera grupos de comunicación, con base en la propuesta Talking in Circles, desarrollada por Roy Rodenstein [2].

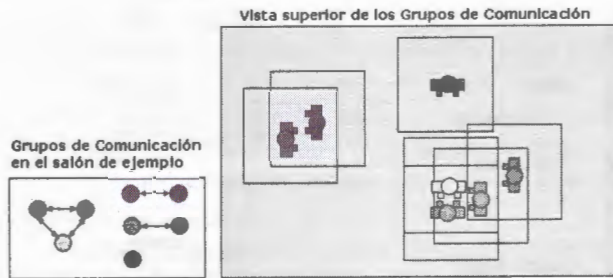


Figura 4. Ejemplo de modelo de comunicación basado en distancia [2]

El Pasillo es un espacio de tránsito libre donde los estudiantes de cualquier grupo se pueden encontrar e intercambiar mensajes de manera espontánea, sin ser monitoreados.

Este espacio se pensó como la oportunidad para que los usuarios compartieran sus experiencias al interior del grupo de trabajo, sus avances, sus discusiones más relevantes, sus dudas; en fin, toda clase de información que pueda ser útil para los demás grupos. Además de un espacio donde se puede hablar de cualquier tema con cualquier persona, se considera como un espacio de retroalimentación entre grupos tan valioso como el foro o el mapa conceptual.

Sin embargo, no es un salón de conversación convencional donde toda la población de usuarios que se encuentren allí intercambiará mensajes de manera permanente y desorganizada.

Cada figura representa un usuario que se mueve libremente sobre un plano. En el planteamiento de Rodenstein se describe la tendencia que presentan las personas hacia la creación de grupos pequeños en espacios concurridos, con base en la distancia que los separa, tal cual se da en las conversaciones del mundo real; en otras palabras, una persona sólo puede entablar una conversación con otra u otras que se encuentren cerca de él. Luego de cierta distancia, la voz y la información que esta contiene no generan la atención suficiente en el receptor, quien probablemente está participando en otra conversación.

Para simular esta conducta, cada usuario posee un rango de comunicación; es decir, el área mínima dentro de la cual se puede entablar una conversación con otro usuario. Cada vez que el usuario cambia su posición, se verifica qué usuarios están dentro de su rango de comunicación, se actualiza su lista de usuarios adyacentes y se les notifica a cada uno de ellos, logrando así que el intercambio de mensajes con el nuevo integrante.

De esta manera, sólo cuando dos usuarios están ubicados mutuamente dentro del rango de comunicación del otro, pueden intercambiar mensajes; en caso contrario, los mensajes no llegan.

De esta manera, el chat-room está enfocado directamente a la creación de grupos de interés, donde cada usuario sólo reciba la información que desea y no la procedente de otros grupos que no le interesa.

Desde el Pasillo, el usuario puede consultar el estado de los demás salones activos y si están abiertos para estudiantes que no estén en el grupo. Si este permiso está otorgado, todos los estudiantes podrían ingresar a participar de sus discusiones en el foro y el mapa conceptual, trayendo a éste todo el conocimiento adquirido en la experiencia vivida dentro de su grupo.

En la Figura 5 se presenta el esquema integrado de los dos espacios de trabajo y comunicación que ofrece la plataforma.

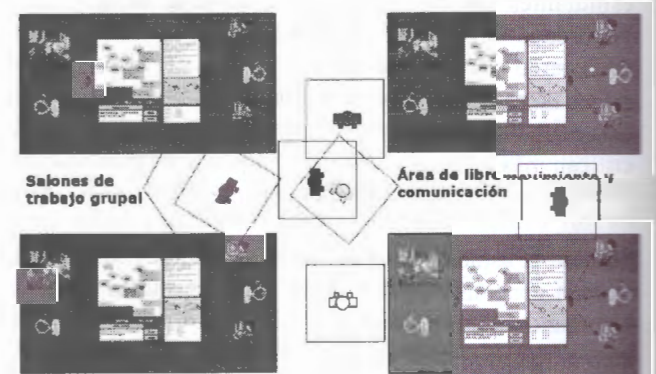


Figura 5. Modelo propuesto de comunicación por salones de trabajo grupal y área de libre movimiento y comunicación.

### 3. Infraestructura tecnológica

APCUN es un sistema cliente-servidor desarrollado en Java 1.5. La aplicación cliente es una aplicación que comprende la interfaz gráfica que maneja el usuario. De manera autónoma no puede generar ni obtener información, sino a través de su conexión con el servidor. Esta comunicación



se realiza usando el protocolo TCP/IP, con sockets TCP (orientados a conexión) individuales para cada usuario, pero trabajando sobre el mismo puerto.

La aplicación servidor administra las conexiones con cada usuario, almacena toda la información generada por los usuarios en sus grupos y se encarga de su distribución a cada integrante del salón. En una próxima versión, esta plataforma almacenará toda la información del curso en una base de datos MySQL donde se resguardarán los datos para revisiones posteriores por parte del tutor.

Las tecnologías usadas para el desarrollo de esta plataforma son de licencia libre y portables en varios sistemas operativos, lo que permite su instalación en plataformas computacionales variadas.

#### 4. Conclusiones

En un mundo que día a día se vuelca más hacia el uso de las tecnologías digitales para comunicarse, se hace imprescindible la necesidad de buscar formas más completas de interactuar con otros a través de los equipos computacionales. Se observa que ya no es suficiente parecer que se está en un lugar, sino que se requieren altos niveles de telepresencia para poder comunicar toda la gama de información no verbal con que cuenta el ser humano.

Por otro lado, las instituciones educativas cada vez más se ven obligadas a proyectarse al mercado global y de brindar un mejor servicio a sus clientes, especialmente en el caso de la educación donde la calidad en los procesos es imprescindible.

Este tipo de aplicaciones se convierten en el apoyo ideal para estos programas académicos virtuales, donde no es suficiente colocar material en una página Web y realizar

exámenes, sino que hay que brindar herramientas que permitan la discusión y desarrollen otras habilidades como las argumentativas y de trabajo en grupo en los estudiantes. El siguiente paso en el desarrollo de esta plataforma es la incorporación de elementos que realicen un monitoreo automático de las acciones que los estudiantes llevan a cabo. Estos datos no sólo serán útiles para la futura valoración por parte del docente, sino que a su vez permitirán la clasificación del estudiante según su desempeño y la generación de nuevos grupos de trabajo por parte de la plataforma, sin interacción del tutor. Además, está contemplado generar un método de encriptación para lograr cierto nivel de seguridad, aparte de la validación de sesión por medio del login inicial con verificación en la base de datos.

#### 5. Referencias

- [1] Galvis, Germán. WIGHTMAN, Pedro. Diseño de un prototipo de comunicación y conectividad en ambientes virtuales no inmersivos. Barranquilla, Junio de 2004. Optando por el título de Ingenieros de Sistemas. Universidad del Norte, División de Ingenierías, Programa de Ingeniería de Sistemas.
- [2] Rodenstein Kartoffel, Roy Alexis. Talking in Circles: Representing Place and Situation in an Online Social Environment. Massachusetts, Junio de 2000. Master of Science (Media Arts and Sciences). Massachusetts Institute of Technology, School of Architecture and Planning, Program in Media Arts and Sciences. (en línea) [http://smg.media.mit.edu/papers/Rodenstein/thesis/Talking\\_in\\_Circles.html](http://smg.media.mit.edu/papers/Rodenstein/thesis/Talking_in_Circles.html)
- [3] Soller, Amy L. Supporting Social Interaction in an Intelligent Collaborative Learning System. International Journal of Artificial Intelligence in Education (2001), 12. ISSN 1560-4306 (En línea) [http://aied.inf.ed.ac.uk/members01/archive/vol\\_12/soller/paper.pdf](http://aied.inf.ed.ac.uk/members01/archive/vol_12/soller/paper.pdf)

# El lenguaje Java en la enseñanza de la física

B. S. García Devia, Á. A. Rojas García, J. H. Fuentes Ramírez, J. P. Oviedo Roa  
Universidad Cooperativa de Colombia - Regional Ibagué

---

## Resumen

Generalmente la enseñanza o estudio de la física básica en las ingenierías ha generado históricamente, un sinnúmero de dificultades que se ven reflejadas en la poca conceptualización de los fenómenos y de las variables que los determinan. Esto es producto de una enseñanza memorística y repetitiva, que se limita a la parte teórica, dejando a los esquemas y a la imaginación, la ilustración de la validez y aplicación de estas leyes, la cual no le permite al estudiante adquirir un aprendizaje significativo.

En este trabajo nos proponemos brindar criterios que ayuden a consolidar la estrategia pedagógica CIT (Constructivismo Inductivo Tricerebrar), apoyada en simulaciones (Applets, desarrollados en lenguaje Java) facilitando en el estudiante la comprensión de las principales leyes y conceptos de física en los primeros niveles universitarios. Esto nos permite hacer una clase participativa fortaleciendo la discusión y generando una reflexión crítica.

Cada Applet se aborda desde un enfoque constructivista, el cual se fundamenta en un conjunto de preguntas, permitiendo así lanzar conjeturas sobre los fenómenos observados y obteniendo respuestas a los cuestionamientos surgidos durante el desarrollo. La utilización de los applets nos ha permitido identificar una serie de ventajas como son: Visualización de fenómenos de difícil implementación práctica que requieren equipos costosos o de manipulación peligrosa, manipulación y control exacto de variables, utilización de modelos parciales del mundo real o idealización de las condiciones de un experimento.

Podemos concluir: Que el ordenador dota al estudiante de una herramienta de autoaprendizaje, mediante simulaciones que representan artificialmente situaciones correspondientes a experiencias y procesos físicos que lo introducen en la metodología científica y le permite afianzar los conceptos involucrados en los tópicos bajo estudio. Con esto hemos podido mostrar que la programación simulada es una herramienta pedagógica que se espera sirva de puente entre los enfoques tradicionales y nuevos de la enseñanza de las ciencias básicas, enfatizando tres conceptos fundamentales como son SIGNIFICADO, INTERACCION y CONOCIMIENTO; implicados en el Aprendizaje Significativo.

**Palabras claves:** Aprendizaje significativo, java, simulación

## Abstract

Generally the teaching or studies of the basic physics in the engineering's have generated historically, a quantity of difficulties that are reflected in the little conceptualization of the phenomenon's and of the variables that determine them. This is product of a teaching based in the memory and repetitive that is limited to the theoretical part, leaving to the outlines and the imagination, the illustration of the validity and application of these laws, which doesn't allow the student to acquire a significant learning.

In this work we intend approaches that you/they help to consolidate the pedagogic strategy CIT to toast (Inductive Constructivismo Tricerebrar), supported in simulations (Applets, developed in language Java) facilitating in the student the understanding of the main laws and physics concepts in the first levels university students. This allows us to make a class interactive strengthening the discussion and generating a reflection criticizes.

Each Applet is approached from a focus constructivista, which is based in a group of questions, allowing this way to throw conjectures on the observed phenomenon's and obtaining answers to the questions arisen during the development. The use of the applets has allowed us to identify a series of advantages like they are: Visualization of phenomenon's of difficult implementation practices that they require expensive teams or of dangerous manipulation, manipulation and exact control of variables, use of partial models of the real world or idealization of the conditions of an experiment.

We can conclude: That the computer endows the student of an autonomous learning tool, by means of simulations that represent situations corresponding to experiences and physical processes that introduce it in the scientific methodology artificially and it allows him to secure the concepts involved in the topics low study. With this we have been able to show that the feigned programming is a pedagogic tool that one waits it serves as bridge among the traditional and new focuses of the teaching of the basic sciences, emphasizing three fundamental concepts as they are MEANT, INTERACTION and KNOWLEDGE; implied in the Significant Learning.

**Key words:** Significant learning, java, simulation

## 1. Introducción

En las Facultades de ingeniería, área de ciencias se investiga en la enseñanza de las Ciencias. Los resultados de estas investigaciones se socializan en congresos, simposios, y son publicados en revistas nacionales e internacionales. La mayoría de las investigaciones relacionadas con la enseñanza de la Física a nivel universitario, por múltiples razones no inciden de manera sustancial en el aula, a pesar del esfuerzo realizado en el diseño de modelos de instrucción. Las nuevas tendencias pedagógicas ponen el énfasis en la naturaleza, estructura y unidad de la ciencia, y en el proceso de "indagación" científica. El problema que se le presenta a los maestros, es el de transmitir una concepción particular o estructura de conocimiento científico a los estudiantes, de forma que se convierta en componente permanente de su propia estructura cognoscitiva.

La Física y las demás ciencias de la naturaleza encierran en sí mismas un elevado valor cultural. Para la comprensión del mundo moderno desarrollado tecnológicamente, es necesario tener conocimientos de Física. La demanda creciente de conocimiento científico por el público en general, es un indicador del gran impacto social de la revolución científico-tecnológica. Desafortunadamente, la mayoría de los estudiantes considera la Física como una asignatura abstracta, difícil y árida, que es necesario aprobar para pasar el primer curso de la carrera universitaria. El objetivo básico que se pretende que consigan los estudiantes al finalizar los cursos de física, es el aprendizaje significativo, es decir, la habilidad de interpretar y usar el conocimiento en situaciones no idénticas a aquellas en las que fue inicialmente adquirido. Para alcanzar este objetivo es necesario ayudar a los estudiantes a:

- Desarrollar y aplicar ideas importantes (principios y leyes) que expliquen un amplio campo de fenómenos en el dominio de la Física a nivel introductorio, Aprender técnicas, y adquirir hábitos o modos de pensar y razonar, y en cuanto a las actitudes, se intentará que los estudiantes: Sean responsables de su propio proceso de aprendizaje y que Tengan una actitud positiva hacia la ciencia y en particular, hacia la Física. Para alcanzar estos objetivos, se pueden emplear nuevos métodos de enseñanza como el CIT (constructivismo inductivo Tricerebrar) [1], fundamentado en programas interactivos en java.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Aprendizaje significativo

Las estrategias intelectuales de sobrevivencia en esta época de modernidad, deberían ser estimuladas por una educación

cuyo objetivo fuera un nuevo tipo de persona, con personalidad inquisitiva, flexible, creativa, innovadora, tolerante y liberal que pudiese enfrentar la incertidumbre y la ambigüedad sin perderse, y que construyese significados nuevos y viables para hacer frente a los amenazadores cambios ambientales. Todos esos conceptos constituirían la dinámica de un proceso de búsqueda, cuestionamiento y construcción de significados que podría llamarse "aprender a aprender". Pero aún se "transmite" el conocimiento, desestimulando el cuestionamiento. El discurso educativo puede ser otro, pero la práctica escolar sigue sin fomentar el "aprender a aprender" que permitirá a la persona lidiar con el cambio de forma fructífera [2].

Sabemos que el aprendizaje significativo se caracteriza por la interacción entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo. En ese proceso, que es no literal y no arbitrario, el nuevo conocimiento adquiere significados para el aprendiz y el conocimiento previo queda más rico, más diferenciado, más elaborado en relación con los significados ya presentes y, sobre todo, más estable [3]. Sabemos también que el conocimiento previo es, de forma aislada, la variable que más influye en el aprendizaje. En última instancia, sólo podemos aprender a partir de aquello que ya conocemos. Ya en 1963, David Ausubel resaltaba esto [4]. Hoy, todos reconocemos que nuestra mente es conservadora, aprendemos a partir de lo que ya tenemos en nuestra estructura cognitiva. En el aprendizaje significativo, el aprendiz no es un receptor pasivo; sabemos igualmente que el aprendizaje significativo es progresivo, es decir, los significados van siendo captados e procesados y en este proceso el lenguaje y la interacción personal son muy importantes. Además de saber lo que es el aprendizaje significativo, conocemos principios programáticos facilitadores como la diferenciación progresiva, la reconciliación integradora, la organización secuencial y la consolidación y algunas estrategias facilitadoras como los organizadores previos, los mapas conceptuales y los diagramas V [5][6][7]. Estos son procesos altamente facilitadores de un aprendizaje significativo. Otro aspecto fundamental del aprendizaje significativo, así como de nuestro conocimiento, es que el aprendiz debe presentar una predisposición para aprender. Es decir, para aprender significativamente, el alumno tiene que manifestar una disposición para relacionar a su estructura cognitiva, de forma no arbitraria y no literal, los significados que capta de los materiales educativos, potencialmente significativos del currículum. En realidad, nos falta mucho. Comenzando por la cuestión de la predisposición para aprender. ¿Cómo provocarla? Más que una cuestión de motivación, lo que está en juego es la relevancia del nuevo conocimiento para el alumno. ¿Cómo llevarlo a que perciba como relevante el conocimiento que queremos que construya?



Aquí quisiera resaltar algunos principios, ideas o estrategias facilitadoras del aprendizaje significativo enunciados por Moreira.

- Principio de la interacción social y del cuestionamiento
- Principio de la no centralización en el libro de texto
- Principio del aprendiz como perceptor/representador
- Principio del conocimiento como lenguaje
- Principio de la conciencia semántica
- Principio del desaprendizaje
- Principio de incertidumbre del conocimiento
- Principio de la no utilización de la pizarra

Es difícil imaginar una enseñanza más anti-aprendizaje significativo, y mucho menos crítico, que ésta: el profesor escribe en la pizarra, los alumnos copian, memorizan y reproducen. El uso de diferentes perspectivas y planteamientos didácticos que impliquen la participación activa del estudiante y, de hecho, promuevan una enseñanza centrada en el alumno es fundamental para facilitar un aprendizaje significativo crítico [2].

Actualmente las palabras más usadas son aprendizaje significativo, cambio conceptual y constructivismo. Una buena enseñanza debe ser constructivista, promover el cambio conceptual y facilitar el aprendizaje significativo. Desde el punto de vista instruccional, el concepto de aprendizaje significativo es más útil en la visión original de Ausubel [4] y, más tarde, de Novak y Gowin [5][6]. El aprendizaje significativo según Ausubel es el proceso a través del cual una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no-literal) con la estructura cognitiva de la persona que aprende. El concepto de aprendizaje significativo es compatible con otras teorías constructivistas pero el mayor potencial, en la perspectiva de la instrucción, está en la teoría original de Ausubel, complementada por Novak y Gowin.

### 3. El constructivismo como estrategia de enseñanza y como estrategia investigativa

Nuestro grupo maneja el concepto de Diario Pedagógico el cual es un registro detallado de experiencias que pueden ser objeto de construcciones teóricas, a partir de una práctica pedagógica. Frente a esta realidad nos hemos preguntado:

¿Dónde están las construcciones teóricas nacidas de nuestro Diario Pedagógico?, ¿En qué momento de la cotidianidad laboral se socializan los Diarios Pedagógicos?, ¿Se utiliza el Diario Pedagógico para sistematizar experiencias?, ¿Dónde se pueden leer los frutos de esas sistematizaciones?.

Al escribir las experiencias en un diario, reflexionamos sobre ellas y las socializamos, investigando sobre las prácticas y la producción de conceptos teóricos. Generalmente los problemas por investigar surgen de la comunidad académica y no del listado de problemas que se le ocurren a cualquiera de los investigadores, debido a que los problemas no son auto perceptivos, no son independientes de los supuestos filosóficos, ni de los supuestos teóricos del dominio de la comunidad. Los problemas no están ahí, en la Realidad, éstos proceden de una discusión entre los implicados en los procesos investigativos. Las herramientas para investigar se harán necesarias y se buscarán según los objetos de investigación. El maestro-investigador, así como los estudiantes que desarrollan la investigación, deben tener la capacidad de construir problemas posibles de resolver; capacidad para hacer equipos de trabajo que se dediquen a la resignificación de textos, leer y escribir sobre los problemas, hablar de la experiencia para contrastarla con la teoría. La teoría es como un reflector en la oscuridad; al tiempo que ilumina una parte, deja otra en la penumbra. Partimos comprendiendo que el Constructivismo concibe al hombre como un "Constructor de Conocimiento" mediante las interacciones sociales, la interacción con lo Real, desde diferentes niveles culturales o realidades. Lo real es algo cambiante, dinámico y complejo, pero entendible, basado en procesos.

Consideramos que todo aprendizaje es para la vida; el estudiante es un constructor de conocimiento. Los estudiantes y los maestros son seres diferentes en ignorancia, pero iguales en cuanto a "Constructores de Conocimiento". La relación de poder generada por la diferencia se fundamenta en el respeto que el maestro debe propiciar, pero no al maestro mismo, sino el respeto por el conocimiento. El maestro vive en permanente actitud de negociación de conceptos, no permite una ruptura entre la teoría y la vida, ni hace gala de un lenguaje academicista, sino que ajusta su forma de hablar a un lenguaje académico que no impida al estudiante construir sus propios modelos de la Realidad, que no se confunda con palabrerías raras y sin sentido. Crea comportamientos autónomos antes que heterónomos. Enseña en torno a problemas y no por contenidos.

El constructivismo como estrategia de enseñanza y como estrategia investigativa, permite concebir lo real como un gran proceso, un macro proceso, donde todo está relacionado con todo, en forma directa. No desintegrar el mundo es más válido que enseñar integradamente. Se pretende construir mundos, sin repetir una verborrea academicista que confunda y complique. En el paradigma constructivista, el estudiante sabe que lo que está aprendiendo es física y no una matemática rara. Las relaciones Maestro-Alumno mejoran radicalmente y desaparece aquel estudiante que estaba acostumbrado a ver la Física como algo tan complicado que sólo él tenía el



privilegio de saberlo todo, darse el lujo de explicarlo a los demás. Todos entienden los exámenes y quienes no los entienden tratan de explicar una teoría personal que sustenta su propia forma de pensar. Se acaban las costumbres de repetir textualmente, de seleccionar y aplicar por intuición o en forma maliciosa fórmulas ajenas, construidas sin su participación. No sobra destacar que gracias al Constructivismo los educadores podremos desarrollar nuevas actitudes pedagógicas y docentes, siempre y cuando lo tomemos como un estilo de vida, una posición frente al conocimiento y no como un discurso estéril e inaplicado. Gracias a él es posible que dejemos de confundir.

#### 4. El lenguaje Java

La programación orientada a objetos explota nuestra tendencia natural a clasificar y a la abstracción. De este modo, un programa es una colección de clases, cada clase es una abstracción que contiene la declaración de los datos, y la función miembro que los manipulan.

La **herencia** es la característica fundamental que distingue a un lenguaje orientado a objetos de otro convencional. El lenguaje Java permite heredar a las clases características y conductas de una o más clases denominadas base. Las clases que heredan de las clases base se denominan derivadas, estas a su vez pueden ser clases bases para otras clases derivadas. Se establece así, una clasificación jerárquica similar a la existente en Biología con los animales y las plantas.

El **polimorfismo** es una palabra que significa muchas formas. En el lenguaje habitual usamos una misma palabra cuyo significado difiere según sea el contexto. Esto también ocurre en otros ámbitos. El polimorfismo imprime un alto grado de abstracción al lenguaje, y es la técnica que nos permite pasar un objeto de una clase derivada a funciones que conocen el objeto por su clase base.

##### 4.1 Qué es un applet y un fislet

Un applet es un programa informático realizado en lenguaje JAVA (Java-Sun). Entre otras particularidades tiene la enorme ventaja de que es un programa que se puede ejecutar directamente desde la página Web en la que está incrustado. Permite, como veremos mas adelante, multitud de aplicaciones, desde la incorporación de elementos móviles en las páginas Web, como sistemas de control, introducción de datos, mecanismos interactivos etc. En nuestro trabajo nos centraremos en aquellas aplicaciones que sean de más utilidad para la enseñanza de la física. Entre los usuarios de la World Wide Web (WWW) se ha acuñado un nuevo término para identificar aquellos applet relacionados con la física: es el physlet (o fislet) que se obtiene de la contracción de Physics y applet. Las principales características de los fislets son:

- El fislet suele ser un programa relativamente pequeño.
- Los fislets están programados para poder ser incorporados en una página Web y utilizarlos directamente sobre la misma página.
- Los fislets son configurables. La mayoría de los fislets permiten que el profesor los adapte a sus necesidades específicas.
- Los fislets son interactivos. El usuario (el estudiante en nuestro caso) puede manipular determinados elementos, con lo cual el resultado que aparece en la pantalla, sea textual o gráfico, queda modificado.
- La mayoría de los fislets se distribuyen gratuitamente en la WWW.

El fislet es un programa sencillo, tanto en su aspecto como en su manejo por parte del usuario. Son programas ligeros desde el punto de vista informático (suelen tener menos de 100Kb, si bien podemos encontrar fislets mucho mayores), por lo cual necesitan poco tiempo para cargarse en el ordenador. Su manejo suele ser muy intuitivo. Este aspecto es importante, pues, así, el estudiante no ha de "perder" el tiempo para aprender el manejo de determinado applet [8].

Para programar en Java se utiliza el "Kit de Desarrollo de Java" (JDK 1.5-Java Development Kit Sun Microsystems Inc. 2005) el cual cuenta con un conjunto de clases que los programadores de Java pueden utilizar para escribir aplicaciones y applets. Adicional a esto se encuentran herramientas tales como el JCreator 3.5 (Xinox Software 2005) y el Java Help (SyncEdit Software 2005), las cuales poseen su versión del tipo Software libre (freeware), siendo gratuita su distribución.

#### 5. Las demostraciones de aula a través de fislets

En el laboratorio podemos conocer al estudiante en su integridad: sus conocimientos, actitudes y desenvolvimiento. Por tales razones hemos convertido el aula en un laboratorio gracias a los fislets y a los aparatos elaborados por los estudiantes. La realidad es que las prácticas y demostraciones en el aula a través de simulaciones tienen gran incidencia en el proceso de formación. Normalmente, las demostraciones carecen de toma de datos y de tratamiento de los mismos, ya que tratan de dar a conocer un fenómeno físico, o ilustrar un aspecto de la teoría.

Las demostraciones deben de ser dramatizadas y realizadas con suspenso. Los resultados inesperados deben resaltar. Las paradojas suelen ser importantes para mantener el interés. Las demostraciones no deben de sustituir en ningún caso las prácticas de laboratorio. Son muchas las ventajas pedagógicas que se derivan de las demostraciones de aula: Ayudan a la comprensión de los conceptos científicos, para que sean



adquiridos, siempre que sea posible, por vía de la experimentación, ilustran el método inductivo, ya que van desde el caso particular y concreto al mundo de las leyes generales, desarrollando la intuición del estudiante. Con ayuda de las demostraciones de aula los procesos inductivos y deductivos quedan integrados en un único proceso de enseñanza/aprendizaje, ayudan a establecer conexiones entre el formalismo de la Física y los fenómenos del mundo real, se insertan en el momento oportuno, en el que el nuevo concepto físico se introduce o se explica y tienen otras virtudes pedagógicas intrínsecas además del apoyo que suponen a la teoría, ya que motivan al estudiante, promoviendo la interacción alumno-profesor, enriqueciendo el ambiente participativo y de discusión entre el profesor y los alumnos y de estos entre sí, etc.[9]

## 6. Conclusiones

- Las actividades a través de fislets permiten a los estudiantes exponer sus ideas previas, elaborar y afianzar conocimientos, explorar alternativas, familiarizarse con la metodología científica, etc., superando la mera asimilación de conocimientos ya elaborados. Gracias a las simulaciones y a la estrategia CIT [1] se evita la tendencia espontánea a centrar el trabajo en el discurso ordenado del profesor y en la asimilación de éste por los alumnos. Lo esencial es primar la actividad de los estudiantes, sin la cual no se produce un aprendizaje significativo.
- El éxito de las clases depende en gran parte de la participación que se logre del estudiante. Sin embargo, el está sometido en los primeros cursos universitarios a una presión intensa, de modo que su objetivo final no es de aprender sino el de aprobar. Pero, para que los contenidos sean transmitidos con eficacia, se necesitan de un ambiente y situaciones educativas propicias, así como ser dirigidas a unos estudiantes emocionalmente equilibrados y que están convenientemente motivados.
- La separación de teoría, problemas y prácticas es didácticamente poco aconsejable y bajo ningún punto de vista viene impuesta por la estructura de la Física, que es un cuerpo de conocimiento compacto en el que se conjugan aspectos teóricos y prácticos. Lo ideal será la unificación de los tres tipos de clases en una sola.
- Una observación del fenómeno a través del fislet, contribuye a romper la monotonía, a motivar a los estudiantes, a hacerles conocer el origen y las repercusiones de las distintas teorías y descubrimientos.
- En las observaciones de las simulaciones conviene dejar bien claro cuales son los principios de los que se parte y las conclusiones a las que se llega, insistiendo en los aspectos físicos y su interpretación. Se debe resaltar los

pasos de la deducción, las aproximaciones y simplificaciones si las hubiera, de modo que el estudiante compruebe la estructura lógico-deductiva de la Física, de modo que, a partir de unos principios se obtienen unas consecuencias. Al finalizar el tema, conviene resumir los aspectos más importantes, insistiendo en los conceptos que aparecen y sus relaciones.

- Las definiciones de nuevos conceptos no se deben dar con un rigor absoluto por parte del maestro. Debe ser el resultado de una clase interactiva, llena de análisis, razonamiento, reflexión crítica etc. De acuerdo al fenómeno observado a través de la simulación, se describe en detalle la relación existente entre un concepto y el formalismo que se usa para representarlo.
- En el aula el estudiante es el elemento activo, mientras que el profesor reduce su papel de informador e incrementa su papel tutorial, como guía del estudiante para resolver las dudas, y las dificultades que le impiden seguir adelante. Para ayudar al estudiante a asimilar conceptos abstractos, no es suficiente con una exposición oral, es necesario utilizar fislets para facilitar la construcción y para ponerlos a trabajar en el uso de los conceptos en los más variados contextos. El aprendizaje de las ideas abstractas es un proceso lento que requiere tiempo, y que se agiliza con el uso de estas herramientas.

## 7. Referencias

- [1] Rojas, A. A. Una estrategia pedagógica que despierta espíritu científico. Revista Colombiana de Física, Vol 34, 2004, pp. 457-460.
- [2] Moreira M. A. Aprendizaje significativo subversivo. III Encuentro Internacional, Lisboa, 2000, pp. 33-45
- [3] Moreira, M. A. Aprendizaje significativo: teoría y práctica. VISOR, Madrid, 2000. 100 pp.
- [4] Ausubel, D. P. The psychology of meaningful verbal learning. Grune and Stratton, New York, 1963. 685 pp.
- [5] Novak, J. D. & Gowin, D. B. Aprendiendo a aprender. Martínez Roca, Barcelona, 1988.
- [6] Novak, J. D. Conocimiento y aprendizaje, los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas. Alianza Editorial, 1998.
- [7] Moreira, M. A. & Buchweitz, B. Novas estrategias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Ve epistemológico. Plátano Ediciones Técnicas, Lisboa, 1993, 114 p.
- [8] BOHIGAS, X., JAEN, X., Novell, M. Los applets en la enseñanza de la Física. Enseñanza de las ciencias, 21(3), 2003, pp. 463-472.
- [9] Márquez, R. Las experiencias de cátedra como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. Revista Española de Física, V-10, nº 1, 1996, pp. 36-40.

# Evaluación docente mediante BSC y DEA

Jorge E. Mejía Quiroga, Pablo Hernán Sánchez Torres, Delimiro A. Visbal Cadavid  
Fundación Universidad Central, Bogotá - Carrera de Ingeniería Industrial

---

## Resumen

Este trabajo utiliza Balanced Scorecard (BSC) y de Data Envelopment Analysis (DEA) para realizar una primera aproximación al modelo de seguimiento y control integral de la gestión en el Programa de Ingeniería Industrial de la Fundación Universidad Central, inicialmente desde la evaluación docente. En su estado actual, el modelo utiliza la información de diferentes aspectos de la función de calidad de los cursos, organizada según las perspectivas del BSC clásico y recopilada mediante encuestas aplicadas a los estudiantes de los diferentes cursos que se ofertan.

La información obtenida es procesada estadísticamente e incorporada en un modelo DEA, del cual resultan principalmente medidas de eficiencia de los procesos docentes, identificación de mejores prácticas, direcciones de mejoramiento para cada curso - docente, y valores de referencia para las variables estratégicas que integran el BSC y sus reportes.

**Palabras claves:** Data envelopment analysis, balanced score card, evaluación docente

## Abstract

This work uses Balanced Scorecard (BSC) and Data Envelopment Analysis (DEA) to make one first approach to the model of pursuit and integral control of the management in the Program of Industrial Engineering of the "Fundación Universidad Central", initially in educational evaluation. In its present state, the model uses the information of different aspects from the courses' quality function, organized according to the classic perspectives of the BSC and compiled by means of applied surveys to students of the different courses offered.

The obtained data is processed statistically and incorporated to the DEA model, which provides mainly: efficiency measures of the educational processes, better practices identification, directions of improvement for each course - teacher unit, and reference values for the strategic variables that integrates the BSC and their reports.

**Keywords:** Data envelopment analysis, balanced score card, educational evaluation

## 1. Introducción

La creciente preocupación de las universidades, agremiaciones y autoridades educativas colombianas por consolidar programas de pregrado y postgrado de excelencia, ha derivado entre otras, en una creciente preocupación por el desarrollo de sistemas de información gerencial que sean capaces de apoyar con información oportuna, pertinente y fiable, la gestión de las variables críticas propias de las actividades educativas, investigativas, de extensión a la comunidad y administrativas, que se desarrollan en cada programa, unidad académica y/o unidad de apoyo de las diferentes instituciones.

En tal sentido, el Programa de Ingeniería Industrial de la Fundación Universidad Central, está desarrollando un sistema de seguimiento y control de la gestión en las diferentes esferas del quehacer universitario mediante Balanced Scorecard y DEA, con el que busca identificar las fortalezas y deficiencias de su actuar respecto a la planeación, para establecer los cursos de acción apropiados

a tiempo. Este sistema pretende combinar la perspectiva holística y sistémica de la organización propias de la gerencia estratégica apoyada en BSC con el potencial de mejoramiento continuo que aporta DEA mediante el análisis de las medidas de eficiencia relativa de cada una de las unidades tomadoras de decisiones (DMU) y la generación de la frontera óptima de desempeño. Actualmente, el referido modelo se ha aplicado exitosamente en el proceso de evaluación docente del Programa y de forma progresiva se continúa avanzando en su implantación general.

## 2. Fundamentación teórica

### 2.1 *Balanced Score Card (BSC)*

Esta herramienta "transforma la misión y la estrategia en objetivos e indicadores organizados en cuatro perspectivas diferentes: finanzas, clientes, procesos internos y formación y crecimiento. El BSC proporciona un marco, una

estructura y un lenguaje para comunicar la misión y la estrategia; utiliza las mediciones para informar a los empleados sobre los causantes del éxito actual y futuro. Al articular los resultados que la organización desea, y los inductores de esos resultados, los altos ejecutivos esperan canalizar las energías, las capacidades y el conocimiento concreto de todo el personal de la organización hacia la consecución de los objetivos de largo plazo"[1]. En la mayoría de los casos las cuatro perspectivas referidas son suficientes para una visión integral de la organización, sin embargo cabe apuntar que la filosofía subyacente a este modelo de seguimiento y control de la gestión permite utilizar más o menos perspectivas según lo demanden las características y necesidades de cada caso de aplicación. Apegándose al modelo clásico de las cuatro perspectivas, en la Perspectiva Financiera se explicitan y estudian los objetivos financieros que articulan la meta a largo plazo de la organización: proporcionar rendimientos superiores basados en el capital invertido satisfaciendo las expectativas de los accionistas del negocio.

La Perspectiva del Cliente permite conseguir una idea clara acerca de la satisfacción de expectativas y la percepción de éstos sobre la contribución que la empresa les brinda como propuesta de valor a través de sus bienes o servicios.

En la Perspectiva de Procesos Internos, se hace énfasis en el desempeño de los procesos clave que dinamizan el negocio como componentes básicos de su cadena de valor. La excelencia que se pueda lograr a partir del monitoreo de esta última perspectiva permite satisfacer a los clientes (calidad) y a los accionistas (ingresos).

La última perspectiva, Formación y Crecimiento, propende por el desarrollo de organizaciones inteligentes, éticas, con compromiso social y sentido humano. Centra las bases del éxito actual y futuro del negocio en la gente, la tecnología y la información, habida cuenta que de ellas depende la factibilidad de la realización de las metas de las otras perspectivas.

BSC analiza desde estas cuatro perspectivas el problema del seguimiento y control de la planeación estratégica de las organizaciones, expresada en objetivos y metas con diferentes horizontes que están conectados entre sí por relaciones de causalidad, de tal suerte que el éxito o fracaso en el logro de un objetivo estratégico afecta positiva o negativamente a otros, y a su vez ese éxito o fracaso es la consecuencia directa o indirecta de la gestión de las variables críticas de otros objetivos relacionados que pueden ser anteriores en el tiempo, de nivel estratégico diferente o perteneciente a otra unidad operacional. Gracias a la franca expresión de esas relaciones, se hace mucho más evidente a los tomadores de decisiones de los diferentes

niveles y áreas de las organizaciones el impacto de la gestión que hacen sobre las variables estratégicas de los procesos bajo su responsabilidad, la interdependencia de su trabajo y las contribuciones reales que cada uno puede hacer de cara al logro de la misión y visión.

En el BSC, la gerencia de las variables críticas de los procesos y objetivos organizacionales es posible gracias al monitoreo permanente de indicadores relevantes y pertinentes, generalmente agregados o agregables, que en un número muy razonable y expresados gráficamente en semáforos (forma cualitativa) suministran rápidamente un panorama del actuar de cada elemento del sistema organizacional en los horizontes de tiempo propios de cada meta y proyecto. La definición de los valores que determinan las fronteras de cada uno de los tres posibles estados cualitativos de la gestión de las variables críticas (verde, amarillo y rojo para bueno, regular o malo respectivamente) es determinada por la organización conforme a las metas establecidas en la planeación estratégica.

## 2.2 Data Envelopment Analysis (DEA)

La metodología Data Envelopment Analysis es una técnica que utiliza herramientas de programación lineal para comparar unidades de producción que utilizan el mismo grupo de recursos y producen el mismo grupo de productos, generando la frontera eficiente e indicadores relativos de eficiencia dentro de la población de unidades de producción estudiadas.

Esta metodología fue propuesta inicialmente por Charnes, Cooper y Rhodes en 1978, cuando formularon el primer modelo DEA (modelo CCR), en base a los conceptos originalmente planteados por Farrell en 1957, y tiene como principales ventajas las siguientes:

- Es una técnica no paramétrica, por lo cual no es necesario establecer a priori una relación funcional entre Entradas y Salidas.
- No requiere información referente a las ponderaciones de Entradas y Salidas para generar el índice de eficiencia.
- No es necesaria la homogeneidad en las unidades de medida de los datos.
- Permite trabajar con múltiples Entradas y Salidas.
- La información con la que se construye la frontera eficiente resulta de optimizaciones individuales, lo que posibilita aceptar comportamientos de selección de tecnologías distintas para cada unidad evaluada.

Si el sistema educativo universitario es visto como una industria que transforma Entradas en Salidas, cada curso, tratado como DMU (Decision Making Unit), puede ser vista como una firma multi-producto[2].



Aplicación del modelo de BSC enriquecido con DEA en la evaluación docente del programa de Ingeniería Industrial.

### 2.3 Desarrollo del BSC

En el proceso de elaboración del BSC del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Central se siguen fundamentalmente cuatro fases:

- **Concepto estratégico:** en ella que se decanta la planeación estratégica del programa, previamente elaborada, para tener claridad y unidad de criterio en cuanto a Políticas, Visión, Misión, Objetivos, Variables Críticas de Éxito y Cadena de Valor de la Organización.
- **Determinación de objetivos, vectores y medidas estratégicas:** Decantada la planeación, se la representó de forma esquemática en un Mapa Estratégico que no es otra cosa que una matriz que contrasta las perspectivas del BSC contra los objetivos generales de cada una de las esferas de actividad del programa: Academia, Investigación, Proyección Social, y Desarrollo Organizacional. En esta matriz se ubican, según correspondan, cada uno de los objetivos estratégicos que resultan del desarrollo del plan estratégico y se trazan las diferentes relaciones de causalidad existentes entre ellos. El Mapa Estratégico permite visualizar la interdependencia de los diferentes componentes de la estrategia a la hora de buscar el desarrollo integral de la misión y la visión y facilita la identificación de las variables críticas propias y particulares de cada objetivo que van a facilitar su seguimiento y control sin entrar en conflicto o confusión con otros directamente relacionados. Trazado el mapa estratégico, es posible encontrar los vectores estratégicos, entendidos como las cadenas de objetivos que atraviesan las cuatro perspectivas, y que por sí solos tiene un sentido y coherencia. Es importante que esos vectores estén atados a los procesos de la cadena de valor de la organización, de manera que se puedan establecer "responsables por vector", o "sección" del BSC.
- **Establecimiento de vectores, metas e iniciativas:** Cuando están claramente identificados los vectores, se procede a establecer los valores metas de las variables críticas que mejor los describen y consistentes con ellas, los indicadores de seguimiento y control que se utilizarán en cada objetivo y por extensión en cada unidad o proyecto del programa. En este punto la estructura del BSC ya está completa.

- **Comunicación, implantación y automatización:** Concluido el modelamiento del BSC para el programa, se socializa y se toman las decisiones inherentes a su implantación y automatización para la operación. Se definió que este proceso fuera progresivo de tal suerte que los resultados de la implantación del BSC en un área o unidad estratégica del programa retroalimentara todo el modelo permitiendo su continuo mejoramiento. La comunicación de la utilidad de la herramienta para todos y cada uno de los miembros de la organización y el inherente proceso de aprestamiento en su manejo son decisivos para el éxito. Este modelo de BSC comenzó a aplicarse en la Evaluación Docente por ser este uno de los aspectos más complejos y sensibles del programa de cara al compromiso que encarna con los diferentes grupos de interés.

### 2.4 Aplicación de DEA en evaluación docente

En la realización de este trabajo se consideraron las encuestas correspondientes a 43 cursos impartidos dentro del ciclo formativo de los estudiantes del programa de pregrado en Ingeniería Industrial y en ellas los estudiantes evaluaron cada variable de 1 a 5, con Uno (1) como la peor calificación y Cinco (5) la mejor.

Se aplicó un modelo DEA CCR enfocado a salidas (CCR - O), de forma independiente para cada una de las perspectivas del BSC elaborado para el programa, pertinentes en este caso a la Actividad Docente: Un DEA para La Calidad en el Diseño del Curso, otro para El Aprendizaje y Crecimiento y otro para Desempeño del Alumno. Gracias a ello es posible obtener tres puntajes de eficiencia para cada curso. No se llevó a cabo una evaluación que involucre simultáneamente todos los aspectos ya que con 20 variables y 43 DMU (profesor -curso) el modelo no discrimina apropiadamente entre unidades eficientes y no eficientes.

El supuesto principal de la aplicación es que todos los docentes tienen las mismas capacidades y recursos para realizar su labor, por lo cual la variable de entrada en todos los casos es igual a Uno (1) para todas las DMU.

Los valores de las variables de salida que alimentan al modelo DEA son el promedio de la calificación otorgada por los estudiantes. Así por ejemplo y considerando la información de la Tabla 1, el modelo DEA para evaluar la Calidad en el Diseño del Curso consta de 11 variables de salida donde cada una corresponde al promedio por curso.

Tabla 1. Variables de Salidas para cada Aspecto del BSC

Perspectivas del Balanced Score Card Consideradas (Aspectos)	Variables de Salida	
Interna u Organizacional: Calidad en el Diseño del Curso	(Y <sub>1</sub> )	Practicidad – Aplicabilidad - Utilidad del curso
	(Y <sub>2</sub> )	Aporte al Individuo
	(Y <sub>3</sub> )	Fortalecimiento a la capacidad de pensar
	(Y <sub>4</sub> )	Exigencia del curso
	(Y <sub>5</sub> )	Integridad (Autocontenido)
	(Y <sub>6</sub> )	Aprendizaje de Conceptos
	(Y <sub>7</sub> )	Integración con otros cursos
	(Y <sub>8</sub> )	Fortalecimiento de la Capacidad de trabajar en equipo
	(Y <sub>9</sub> )	Pertinencia del curso
	(Y <sub>10</sub> )	Inclusión de otros espacios de aprendizaje
	(Y <sub>11</sub> )	Pedagogías y Didácticas empleadas
Formación y Crecimiento: Calidad del Profesor	(Y <sub>12</sub> )	Relación con los Alumnos
	(Y <sub>13</sub> )	Comprensión de Individualidades
	(Y <sub>14</sub> )	Dinamismo
	(Y <sub>15</sub> )	Idoneidad, Conocimiento, Preparación
	(Y <sub>16</sub> )	Aporte al crecimiento del Grupo
El Cliente: Desempeño del Alumno	(Y <sub>17</sub> )	Dedicación
	(Y <sub>18</sub> )	Aprendizaje en grupo
	(Y <sub>19</sub> )	Fortalecimiento de la Capacidad de Pensar
	(Y <sub>20</sub> )	Fortalecimiento de la capacidad de lectura y expresión oral

Fuente. Modelo BSC - DEA Programa de Ingeniería Industrial Universidad Central. 2006

Los resultados del modelo DEA son los puntajes de eficiencia relativa y las deficiencias que se están presentando en cada grupo, y muestran una dirección de como deben mejorarse las variables que conforman los aspectos considerados para acrecentar integralmente la eficiencia en el desempeño.

Los puntajes de eficiencia relativa, debido a que el enfoque del modelo es a salidas, se deben interpretar de la siguiente forma:

- Si la eficiencia es igual a 100% indica que la DMU considerada es eficiente, es decir que la unidad profesor-curso en cuestión obtiene mejores resultados con sus estudiantes en su proceso docente (función de producción) que el resto del conjunto de DMU analizadas, en determinado aspecto, cuando todas cuentan con los mismos recursos de entrada (supuesto del modelo). Nótese que el concepto de eficiencia aquí manejado no implica en ningún momento un concepto absoluto de buen o mal trabajo, sino de posición de desempeño respecto a las mejores prácticas existentes en el conjunto de DMU.
- Si la eficiencia es mayor que 100% indica que la DMU es ineficiente, es decir, existe al menos otra unidad profesor-curso, real o hipotética creada a partir de la combinación lineal de varias reales que, con los mismos recursos de entrada obtiene mejores resultados en el salón de clase con su grupo.

Este modelo se corre con el software EMS (Efficiency Measurement System) versión 1.3, desarrollado por Scheel (2000)[3].

### 3. Resultados

La aplicación durante el primer semestre de 2006 de este modelo mostró los siguientes resultados:

- Al evaluar la eficiencia relativa de la Calidad en el Diseño del Curso, encontramos que sólo el 20,93% de los cursos considerados son eficientes, los demás cursos presentan ineficiencia. La mayor ineficiencia es de 120,55%; lo cual indica que para que dicho curso sea eficiente radialmente debe aumentar el promedio de las calificaciones de las once variables de este aspecto en un 20,55% con relación a sus calificaciones actuales.
- Por su parte, la eficiencia relativa en la Calidad de Profesor, muestra que únicamente el 6,97% de los cursos son eficientes. La mayor ineficiencia es de 133,99%, debiendo aumentar la calificación promedio de las cinco variables correspondientes en un 33,99 % para alcanzar la eficiencia radial.
- Al llevar a cabo la evaluación de eficiencia relativa en cuanto al Desempeño del Alumno, concluimos que 9,30% de los cursos son eficientes. La mayor ineficiencia es de 123,15%, debiendo aumentar la calificación promedio



de las cuatro variables correspondientes en un 23,15 % para alcanzar la eficiencia radial.

Estos resultados se pueden interpretar como que la cantidad de docentes-curso que se encuentran en la cresta del Benchmarking es pequeña, pero la "distancia" entre éstos y el resto de DMU no sobrepasa el 34% en su caso más crítico.

#### 4. Conclusiones y recomendaciones

De la experiencia de implantar este modelo en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Central de Bogotá, el grupo investigador concluye:

- La definición de las DMU como unidades profesor-curso obedece a que la dinámica de cada salón de clase es diferente a pesar que la temática y profesor de dos o más grupos sean los mismos. Intervienen en la construcción de esa dinámica las sinergias que se presentan entre los mismos estudiantes, y entre los estudiantes y el profesor, el espacio físico en que se imparte el curso, y los gustos y preferencias de los estudiantes que conforman el grupo, entre otros.
- El componente DEA del modelo no busca escalafonar a los profesores de acuerdo con su desempeño. Pretende proveerlos de un instrumento científico que les permita compararse constructivamente con sus compañeros de trabajo en aras de establecer procesos de gestión de conocimiento que hagan posible que las mejores prácticas docentes se difundan por toda la comunidad, con lo cual no sólo mejoran los desempeños individuales sino el de la organización en general.
- La interacción BSC - DEA permite establecer valores meta para las diferentes variables e indicadores con criterios consecuentes a las características de la organización y sus diferentes componentes, su dinámica y los mejores desempeños observados.
- Las causas de los movimientos en el desempeño de cada DMU pueden ser estudiadas desde dos perspectivas: Las relaciones de causalidad expresadas en el mapa estratégico sobre el que se edifica el BSC y la comparación constructiva con el conjunto de referencia de cada una que suministra DEA.

- El hecho que dos DMU ineficientes obtengan un mismo valor en su puntaje de eficiencia, no implica necesariamente que tengan que mejorar en la misma magnitud y atributos, habida cuenta que este puntaje representa la proporción en que debe crecer la calificación promedio actual otorgada por los estudiantes del grupo, en el conjunto de variables que compone el aspecto evaluado.
- DEA suministra los puntajes de eficiencia relativa. Para los cursos que resultan ineficientes DEA provee la magnitud de las ineficiencias en cada una de las variables consideradas en la evaluación gracias a lo cual es posible determinar aquellas variables, propias de cada aspecto, en las cuales la entidad profesor-curso debe mejorar. Adicionalmente, indica el conjunto de referencia, constituido por los cursos que, siendo eficientes, sirven como Benchmarking para la evaluación. De esta manera el modelo permite determinar mejores prácticas de desempeño al analizar las DMU eficientes que se utilizan en mayor grado en la evaluación de los ineficientes.

#### 5. Referencias

- [1] Kaplan, Robert y Norton, David. El Cuadro de Mando Integral. Gestión 2000. Editorial Planeta Colombiana. S.A. 2da. Edición. 2004.
- [2] Ray, Subhash C. Resource Use Efficiency in Public Schools: A Study Of Connecticut Data. Management Science. Vol 37 No. 12 1991. pp. 1620 - 1628
- [3] Dormount University. Department of Operations Research. EMS: Efficiency Measurement System A Data Envelopment Analysis (DEA) Software. Consultado en Julio 14 de 2006 en <http://www.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/ems/#feat>

#### 6. Bibliografía complementaria

Kaplan, Robert y Norton, David. Cómo implantar el cuadro de Mando Integral. Gestión 2000. Editorial Planeta Colombiana. S.A. 2004.

Cooper, William W; Seiford, Lawrence M; y Tone Kauro. Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. Kluwer Academic Publisher, Second Printing. 2000

# Las tecnologías de la información y la comunicación como una alternativa complementaria a la presencialidad, para favorecer el aprendizaje significativo y el trabajo independiente

Ing. María Ximena García Ballesteros  
Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga  
Escuela Ingeniería y Administración - Facultad de Ingeniería Ambiental

---

## Resumen

El objetivo de la investigación fue elaborar una propuesta pedagógica con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), para favorecer el aprendizaje significativo en la asignatura Evaluación de Proyectos, dentro de las actividades presenciales y como apoyo al trabajo independiente (Entiéndase como el trabajo que realiza el estudiante fuera del aula de clase) de los estudiantes de octavo semestre de Ingeniería Ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga.

La investigación se realizó bajo un diseño cuasi - experimental pre prueba y post prueba y grupo control; se evaluó como variable independiente la estrategia pedagógica apoyada en el uso de las TIC y la Resolución de Problemas, para ver sus efectos en las variables dependientes que fueron: El aprendizaje significativo de los conceptos que se trabajan en la asignatura Evaluación de Proyectos, y el trabajo independiente que realiza el estudiante durante el desarrollo de la asignatura, adicionalmente se efectuaron observaciones en el uso que hacen los estudiantes de las TIC y su motivación, tanto al inicio, como luego de la intervención.

Dentro de los resultados vale la pena anotar, se encontraron diferencias significativas en el grupo experimental, en los conocimientos evaluados al iniciar y al finalizar la investigación, se rechazó la hipótesis de la igualdad de conocimiento entre el grupo control y el experimental luego de la intervención, para los análisis se empleó la prueba estadística t. El trabajo fuera del aula de clase lo realizaron los estudiantes, en su mayoría, en contacto con sus compañeros de aula o con su grupo específico de trabajo, en ocasiones buscando el acompañamiento y/o orientación del docente. Se puede concluir que la estrategia implementada durante la intervención, favoreció la interacción entre todos los actores del proceso educativo en un 65% en el experimental, sobre un 20% en el control. También se encontraron mayores niveles de motivación en el grupo experimental que en el control, al terminar la intervención, lo que favorece el ambiente para el aprendizaje significativo.

**Palabras claves:** Aprendizaje significativo, trabajo independiente, ingeniería

## Abstract

The objective of the research was to elaborate a pedagogic proposal with the use of the information and communication Technologies (ICT), to Benefit the significant learning in the subject Evaluation of Projects, as part of the activities in the classroom and as a support to the independent work of students in eighth semester of Environmental Engineering at UPB - Section Bucaramanga.

The research was done based on an almost experimental pre-test and post-test and control group; a pedagogic strategy was evaluated as an independent variable, which was supported by the use of ICT and problem solving, in order to find out its effects in the dependent variables which were: the significant learning of the concepts developed in the subject Evaluation of Projects, and the independent work done by the student during the development of the subject. Additionally, there were observations of the use of ICT done by the students and their motivation, both at the beginning and during the intervention.

Among the results worthy to mention, are found the significant differences in the experimental group in the knowledge evaluated at the moment of beginning and finishing the research. Besides, they hypothesis of knowledge equality between the control group and the experimental group was refused; having used the t statistical test. The work outside the classroom was done by the students, most of them in contact with their classmates or with their specific workgroup, sometimes looking by the professor's support and / or guidance. It may be concluded that the strategy implemented during the intervention, favored the interaction among all the people involved in the educational process up to 65% in the experimental work in comparison with 20% in the control work. There were also found greater levels of motivation in the experimental group with respect to the control group at the end of the intervention, which favored the atmosphere for significant learning.

**Keywords:** Significant learning, independent work, engineering



## 1. Introducción

Son múltiples los desafíos a los que se ve enfrentada hoy en día la educación superior, sobretodo al tener que abrir sus puertas a la globalización y en especial a la sociedad de la información. Actualmente se producen de forma continua reflexiones alrededor de la mejora en la calidad de la educación superior, muchas de ellas de la mano de la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) llegando a la conclusión que éstas deben siempre ir apoyadas de un diseño o análisis pedagógico propio para la innovación, de lo contrario se iría distanciando del objeto inicial, la calidad, además de presentar otras consecuencias como generar tedio ante el uso de dichas herramientas o complicar los procesos de aprendizaje. Trabajos en distintas partes del mundo, han mostrado que son múltiples las bondades que pueden ofrecer las TIC como herramienta puesta al servicio de la educación superior. En este sentido este proyecto centra su atención en la construcción entre los estudiantes y el docente de un aprendizaje significativo desde la presencialidad, apoyando el trabajo independiente entendido como el que se realiza fuera del aula de clase, asimismo busca aumentar los niveles de motivación y participación pretendiendo vincular las TIC que nos ofrece la sociedad y las cuales están al alcance de los muchachos en la Universidad, dentro del desarrollo de la asignatura Evaluación de Proyectos, la cual se ofrece para estudiantes de octavo semestre de ingeniería Ambiental de la UPB durante el segundo semestre de 2005.

## 2. Objetivos

### Objetivo General

Elaborar una propuesta sobre el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación para favorecer el aprendizaje significativo en la asignatura Evaluación de Proyectos dentro de las actividades presenciales y como apoyo al trabajo independiente de los estudiantes de octavo semestre de Ingeniería Ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga.

### Objetivos Específicos

- Identificar las concepciones previas, motivaciones, actitudes e intereses de los estudiantes, en lo referente a los conceptos sobre análisis de ingeniería e inversión.
- Diseñar un modelo didáctico que considere el uso de las TIC para favorecer el aprendizaje significativo en la asignatura Evaluación de Proyectos y como apoyo al trabajo independiente del estudiante.
- Evaluar la eficiencia del modelo didáctico utilizado, en cuanto a aprendizaje de los estudiantes, facilidades del proceso de enseñanza, disponibilidad de recursos, motivación de los estudiantes, trabajo del docente.

## 3. Metodología

### 3.1 Sujetos

La población objeto de estudio estuvo formada por cincuenta y seis estudiantes de octavo semestre de ingeniería Ambiental que en el segundo semestre de 2005, matricularon la asignatura Evaluación de Proyectos en la UPB-Bucaramanga. Distribuidos en dos grupos, uno de 26 estudiantes y el otro de 30, de acuerdo a su proceso de inscripción de cursos.

### 3.2 Procedimiento

Mediante una investigación en el aula, se desarrolló el siguiente procedimiento de trabajo: Fundamentación teórica, Diseño de los instrumentos de medición para conocimientos previos, uso del Internet, motivación y trabajo independiente; Acercamiento al uso de las herramientas, Diseño de la estrategia pedagógica para el desarrollo del aprendizaje significativo, Aplicación del modelo didáctico, Seguimiento en el proceso de aplicación de las TIC a medida que se avanza (diario de campo), Aplicación de post - prueba, Análisis de resultados y finalmente se realizaron los ajustes al modelo Didáctico.

### 3.3 Diseño

La investigación de carácter educativo[1], se desarrolló en la línea de Informática educativa, se realizó bajo un diseño cuasi - experimental pre prueba y post prueba y grupo control; se evaluó una variable independiente, que fue aplicación de la estrategia pedagógica apoyada en el uso de las TIC, para ver sus efectos en las variables dependientes que fueron: El aprendizaje significativo de los conceptos básicos en la asignatura Evaluación de Proyectos, y el trabajo independiente que realizó el estudiante durante el desarrollo de la asignatura.

### 3.4 Hipótesis central del trabajo

Hi: La aplicación de la estrategia pedagógica apoyada en el uso de las TIC, influye significativamente en el aprendizaje de los conceptos básicos que se trabajan en la asignatura Evaluación de Proyectos y en el trabajo independiente que realiza el estudiante durante el desarrollo de la asignatura.

## 4. Análisis de resultados

### 4.1 Conocimientos

Para efecto del análisis e interpretación de los resultados téngase en cuenta la siguiente convención: Grupo control prueba inicial (Ci), grupo control prueba final (Cf), grupo



experimental prueba inicial (Ei) y finalmente grupo experimental final (Ef).

Para evaluar los conocimientos se diseñó una prueba sobre conceptos básicos para la comprensión del tema de Evaluación de Proyectos que han sido estudiados en cursos previos y que permitiera categorizar las respuestas desde la más simple hasta la más compleja en respuesta vacía, palabras sueltas, incorrecta o incoherente, ligera idea, incompleta o satisfactoria. A cada categoría se le asignó un valor para poder comparar. Las pruebas fueron evaluadas por tres docentes que trabajan esta misma asignatura para garantizar la objetividad. Con el objeto de observar si existieron diferencias significativas entre las diferentes pruebas de conocimiento en condiciones tanto iniciales como finales y entre los grupos, por lo que se empleó para el análisis la prueba estadística t.[2]. La tabla No1 muestra el resumen de valoración obtenida por cada grupo antes y después de la intervención.

Tabla No 1. Resumen de las medias obtenidas en la prueba de conocimientos

	Ci	Cf	Ei	Ef
media	2.04	1.90	2.09	3.04
$\delta_s$	0.29028	0.54322	0.44471	0.27951

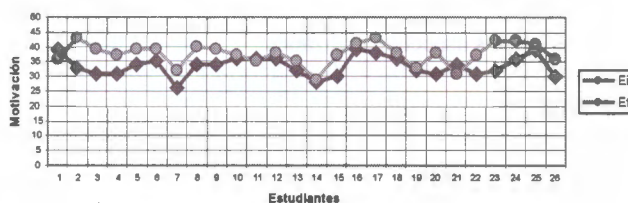
En primer término, se planteó el análisis entre los resultados de las pruebas iniciales entre el grupo experimental y el control, y el análisis estadístico confirma que existía igualdad en el nivel de conocimientos entre los dos grupos (experimental y control) al momento de iniciar este trabajo. En el segundo análisis se observa se presentaron diferencias significativas en el nivel de conocimiento reflejado en las pruebas aplicadas antes y después de la intervención en el grupo experimental. Seguidamente en el análisis de variaciones, la prueba t permite ver que se rechaza la hipótesis de la igualdad de resultados entre las dos pruebas de conocimientos, o sea que existe una diferencia entre los dos grupos, el grupo experimental presenta al finalizar la intervención una mayor nivel de conocimiento. Finalmente se analizó la variación del grupo control entre los resultados obtenidos entre la prueba inicial y final, el análisis aplicado acepta la hipótesis de la igualdad entre los resultados de las pruebas inicial y final del grupo control, por lo que se concluye no existen variaciones significativas entre las pruebas.

#### 4.2 Motivación

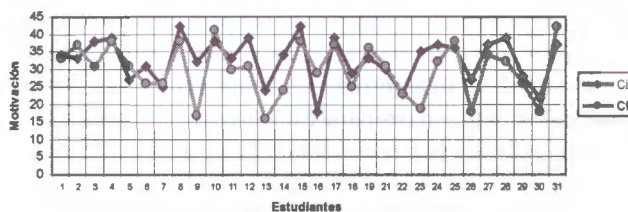
Para esta investigación es importante conocer los posibles cambios en la motivación de los estudiantes, considerando la incidencia de esta en los procesos de aprendizaje[3]. Para evaluarla se tomó como referente algunas de "las variables que definen el contexto de la actividad del

alumno"[4] las cuales según Alonso, unas veces le motivan y otras no. Se elaboró un cuestionario usando una escala Likert y un diferencial semántico que fue aplicado a los dos grupos (control y experimental) tanto al iniciar como al terminar la experiencia. Las gráficas 1 y 2 muestran los resultados de la valoración de la motivación dado por los estudiantes del grupo experimental y control respectivamente.

Gráfica No 1. Motivación Grupo Experimental



Gráfica No 2. Motivación Grupo Control



En la gráfica No 1 se observa que los valores de motivación en la prueba inicial para el grupo experimental estuvo entre 26 y 39 y en la prueba final estuvieron entre 29 como mínimo y aumentando a 43 el puntaje máximo. Lo que muestra un aumento en los niveles de motivación durante el curso. También se observa que de los veintinueve estudiantes encuestados, el 10.34% mostró una disminución en su motivación al terminar el curso. Al realizar el análisis de la media, se tiene que en la prueba inicial el grupo obtuvo 30 puntos y en la final fue de 34 puntos. Viéndose claramente la tendencia ascendente en su nivel de motivación.

En la gráfica 2 se puede observar que para el grupo control los valores de motivación en la prueba inicial oscilaron entre 18 (puntaje mínimo) y 42 (puntaje máximo) y en la prueba final estuvieron entre 16 como mínimo manteniéndose el de 42 como máximo. Esto muestra muy poco cambio en el nivel de motivación de los estudiantes durante el curso. También se observa que de los treinta estudiantes encuestados, veinte de ellos que corresponden al 66.67% mostraron un decremento en su motivación de acuerdo con los aspectos evaluados. Al analizar la media obtenida con la valoración dada, se tiene que para la prueba inicial fue de 33 puntos y para la final de 30 puntos con lo que se observa la tendencia de desmotivación del grupo, con un decremento de 3 puntos.

Al confrontar los dos grupos, se puede observar que a pesar que el grupo control tiene una media superior al grupo experimental (33 - 30) al iniciar la experiencia, se observa que tiene una dispersión mucho mayor, y que al terminar continua con dicha dispersión y que su media queda por debajo del experimental (30 - 34), por eso es recomendable analizar cada uno de los aspectos evaluados, para observar donde se encuentran las diferencias significativas, y que aspectos fueron los de mayor influencia en esta variación y dispersión. Para lo que se realizaron gráficas con los resultados obtenidos en cada uno de los aspectos analizados.

#### 4.3 Trabajo independiente

Como objeto central de esta investigación se tiene el desarrollo de una propuesta pedagógica mediada por las TIC para favorecer el aprendizaje significativo de conceptos concernientes a la asignatura Evaluación de Proyectos, y como apoyo al trabajo independiente para quienes la están cursando. Motivo por el cual se hace relevante la observación del trabajo independiente, en los dos cursos analizados, entiéndase para esta investigación como el trabajo realizado por el estudiante fuera del aula de clase.

Para la consecución de dicha información se elaboró un cuestionario que indagaba acerca de las tres posibilidades: contacto con el docente, con los compañeros del curso o con los del grupo de trabajo y el tipo de actividades que realizaban fuera del aula de clase. La combinación de esos tres formas de interacción, definen ocho tipos diferentes de tipos de trabajo independiente que se han denominado para el efecto del presente trabajo como perfiles del estudiante, que va desde el perfil tipo T1 quien mantiene interacción tanto con el docente, como con los compañeros de salón de clase, y con los miembros del grupo de trabajo, hasta el perfil tipo T8 quien no mantiene contacto con ninguno de ellos. La tabla No 2 permite conocer los perfiles que se desprenden de la combinación de esas tres formas de interactuar el estudiante.

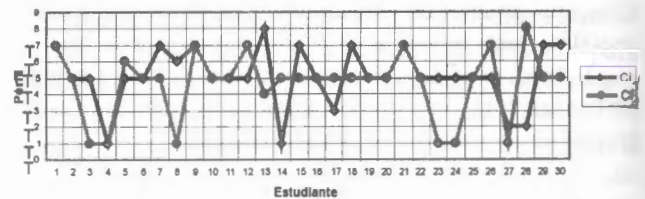
Tabla No 2. Perfiles Trabajo Independiente

Característica	Tipo de perfil del estudiante							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Mantiene contacto con el docente	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No
Mantiene contacto con sus compañeros del curso	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No
Mantiene contacto con sus compañero de grupo de trabajo	Si	No	No	Si	Si	No	Si	No

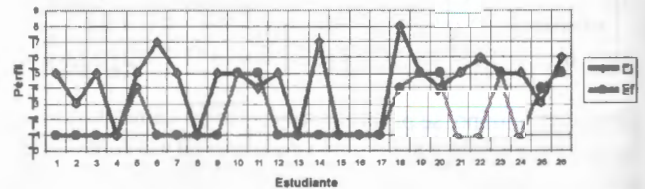
Como se observa en la tabla No 2 de las posibles combinaciones se desprenden ocho perfiles diferentes de los estudiantes, de acuerdo a la interacción con los diferentes actores fuera del aula de clase. La posibilidad de utilizar las herramientas de Comunicación e interacción empleadas, genera en el estudiante la posibilidad de acceder

libremente al docente, a sus compañeros de grupo y/o clase, para poder medir cómo se utilizaron estas posibilidades tanto en el grupo control como en el experimental. El trabajo fuera del aula de clase lo realizan los estudiantes en su mayoría en contacto con sus otros compañeros o con su grupo específico de trabajo, en ocasiones buscando el acompañamiento y/o orientación del docente. Sin embargo con el ánimo de tener claridad en el tipo de actividades que realizan fuera del aula de clase es interesante conocer las variaciones de perfil que ocurrieron durante el desarrollo del curso, para eso se plantean las gráficas No 3 y 4.

Gráfica No 3. Variación del perfil de Trabajo Independiente grupo Control



Gráfica No 4. Variación del perfil de Trabajo Independiente grupo Experimental



Al analizar la gráfica No 3, se observa que en el grupo control hay una gran dispersión de perfiles. Al confrontar la prueba inicial con la final, se ve que 12 estudiantes mantienen su perfil. En la prueba inicial hay dos sujetos que tienen el perfil T1 (interacción entre todos), pero de esos sólo uno lo mantiene, la gran mayoría se ubican entre el perfil T5, T6 y T7, todos ellos son sujetos que no mantienen contacto con el profesor. En la prueba final aumenta ligeramente el perfil T1, 6 sujetos se encuentran en ese perfil.

La gráfica No 4, muestra el caso del grupo experimental, en el cual 5 sujetos tienen un perfil T1 y los demás muestran variaciones principalmente entre T3 y T7, lo que quiere decir que en algunos casos mantienen contacto con el docente y en otros no. La gran variación de este grupo experimental es que en la prueba final más del 50% de los estudiantes se ubican en el perfil T1 (interacción entre docente, compañeros del curso y del grupo de trabajo), aunque se mantiene un poco en T4 y T5 quienes tienen contacto con su grupo de trabajo, pero algunos no lo hacen ni con su curso, ni con su docente.



## 5. Conclusiones

- Es posible hacer uso de las TIC para favorecer el aprendizaje significativo de los conceptos básicos que se desarrollan en la asignatura Evaluación de Proyectos, mediante el diseño de un modelo didáctico que incluye la resolución de problemas y el trabajo cooperativo, llevando no sólo a un desarrollo de competencias cognitivas, sino también actitudinales, procedimentales y comunicativas.
- El uso de las TIC, mediante el diseño de actividades propicias, la dedicación del docente y la motivación e interés del estudiante, hacen posible el apoyo al trabajo independiente de este último. Permiten al docente estar continuamente informado de los avances de las actividades que se realizan fuera del aula de clase e ir orientándolas para la optimización de tiempo y esfuerzo. Dentro del trabajo independiente se consideraron tres categorías, primero el que realizaron los estudiantes fuera del aula de clase pero en contacto con su profesor, el segundo la interacción con los compañeros del curso, finalmente se analizó la interacción con los compañeros del grupo de trabajo.
- El modelo didáctico diseñado con el apoyo de las TIC promueve una nueva interacción entre los diferentes actores del proceso educativo, estudiantes, docente e información ya que vence las limitaciones espaciotemporales, haciendo más ágil la resolución de inquietudes y el intercambio de información; al mismo tiempo que facilita la consecución de grandes volúmenes de información actualizada.
- El fundamentar el modelo didáctico en la estrategia de resolución de problemas y aprendizaje colaborativo,

permitió a los estudiantes conocer y desarrollar sus capacidades de investigación, análisis de información, manejo de tiempo, cuestionamiento, autocrítica, planeación y organización de actividades y trabajo en equipo para poder construir una propuesta que reflejará sus competencias profesionales. Los estudiantes aprenden haciendo, el docente los acompaña y guía en el proceso, pero son ellos mismos quienes construyen su conocimiento incluso a su propio ritmo.

- El aula de clase sufrió un giro de 180°, abriéndose un espacio continuo de reflexión, debate e intercambio de información, estrategias de evaluación continua que sirvieron de motivación para quienes aún no se habían decidido por trabajar, imprimiendo un gran dinamismo en el desarrollo de las mismas. Dando lugar al desarrollo de competencias comunicativas, actitudinales, procedimentales y por supuesto cognitivas.

## 6. Referencias

- [1] Flórez, R. y Tobón, A. Investigación Educativa y Pedagógica. Bogotá : Mc Graw Hill. 2001, pp. 129-148.
- [2] Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. Metodología de la Investigación. México: McGraw Hill, 1998. pp. 384.
- [3] Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H. Psicología Educativa. Un Punto de vista Cognoscitivo. - 2ª edición - México: Trillas, 1983. pp. 351.
- [4] Alonso T., J. Motivación y Aprendizaje en el Aula. Cómo Enseñar a Pensar. Aula XXI Santillana. Madrid. 2000. pp. 11 - 15.

# Formación por competencias en programas de ingeniería de sistemas

Nancy Duarte Pabón, Ernesto Amaru Galvis Lista, Sergio Arturo Medina  
Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Bucaramanga

## Resumen

La educación superior en Colombia ha asumido el enfoque de formación basada en competencias como fundamento para sus planteamientos curriculares con el propósito de dinamizar los procesos de mejora continua y de aseguramiento de calidad en los programas ofrecidos en el país. En este sentido, la Universidad Cooperativa de Colombia, y en particular el programa de Ingeniería de Sistemas de la seccional Bucaramanga, ha emprendido un proceso de renovación curricular, alineado a las tendencias nacionales e internacionales, en el que se ha reflexionado respecto del campo y el objeto de estudio de la Ingeniería de Sistemas en Colombia, así como de las estrategias pedagógicas pertinentes y viables para los procesos formativos en programas de Ingeniería de Sistemas.

Este artículo muestra el resultado del proceso de re diseño curricular vivido en el programa, en el que se han obtenido planteamientos sobre la competencia del programa "Formar Ingenieros de Sistemas desarrolladores de Tecnología de Información que transformen contextos organizacionales con responsabilidad social", las unidades de competencia asociadas a los componentes de formación, y las competencias específicas asociadas a los cursos ofrecidos. Tales planteamientos han intentado dar cuenta de las tendencias de los contextos nacional e internacional, la incorporación de los créditos académicos como métrica curricular, la integración de las dimensiones universitarias de Academia, Investigación, Extensión y Administración, y la aplicación de una estrategia pedagógica, construida en la Universidad, denominada MICEA, Metodología Interdisciplinaria Centrada en Equipos de Aprendizaje, que se puede sintetizar como una metodología de construcción interdisciplinaria del conocimiento en equipo, y a través de la práctica.

**Palabras Claves:** Competencias, ingeniería, computación

## Abstract

Higher education in Colombia has assumed the competence-based education approach as the foundation for its curricular statements in order to activate continuous improvement and quality assurance processes in the programs offered in the country. In this sense, the Cooperative University of Colombia, and in particular the Systems Engineering program at Bucaramanga's campus, has undertaken a process of curricular renovation, that is aligned to national and international tendencies, in which a reflection about Systems Engineering's object of study has been done, as well as, about pedagogical strategies with viability and pertinence for Systems Engineering education processes.

This paper shows results from curricular re-design processes lived inside the program, in which, statements about program's competence "To educate Systems engineers, developers of information technology, that transform organizational context with social responsibility", units of competence associated to formation components, and specific competences associated to offered courses. Such statements have tried to give account of national and international tendencies, the incorporation of academic credits as a curricular metrics, the integration of university's dimensions: Academy, Investigation, Extension and Administration, and the application of one pedagogical strategy, which was constructed by the university, denominated ILTCM, Interdisciplinary and Learning-Teams-Centered Methodology, which can be synthesized as a methodology of interdisciplinary, team-centered and practice-centered knowledge construction.

**Keywords:** Competences, engineering, computing

## 1. Introducción

La educación superior en Colombia está comprometida con procesos de aseguramiento de calidad y mejoramiento continuo, promovidos por el gobierno nacional [1, 2], de cara a escenarios de integración de mercados propios del fenómeno de la globalización, y de la visión de país "Visión Colombia Segundo Centenario 2019" establecida para el año 2019 [3]. Esto ha generado procesos de transformación

en los diferentes programas de formación profesional ofrecidos en el país.

En este sentido, uno de los elementos centrales en los procesos de calidad en la educación superior, y en particular en el proceso que se viene construyendo en la Universidad Cooperativa de Colombia, es el currículo. No sólo porque hace parte de la normatividad que cobija a los programas de formación en educación superior, sino porque explicita

y hace realidad los valores, principios y el quehacer de la universidad en sus dimensiones de docencia, investigación y extensión.

Sin embargo, para desarrollar procesos de cambio significativo se debe tener en cuenta que el currículo se comporta como un sistema que desarrolla propósitos formativos, en dimensiones del ser, el saber y el hacer; y que está conformado por componentes inmateriales como flujos de información, programas académicos, principios de organización, estrategias metodológicas, valores y estrategias de evaluación que exigen diseños que evidencien un afán holista, acorde con prácticas y condiciones institucionales sólidas, que permitan explicar y justificar las propuestas que se hacen en materia curricular.

El diseño de los nuevos currículos ha sido impulsado por la alta dirección de la Universidad Cooperativa de Colombia en el marco de los procesos de aseguramiento de la calidad. Para esto, se trazaron lineamientos en el Plan Estratégico Nacional "Movilización por la Excelencia", en donde se estableció la estrategia denominada "Renovación Curricular" y el Programa "Actualización y Renovación Curricular" cuyo objetivo es construir currículos abiertos, flexibles y pertinentes para la formación integral humana. En el planteamiento institucional sobre este proceso de transformación se definieron los siguientes objetivos específicos:

- Facilitar una sólida formación disciplinar, profesional, humana y ética encaminando al ejercicio profesional en beneficio de la sociedad.
- Desarrollar la capacidad analítica y crítica para la interpretación de la problemática social.
- Reforzar la identidad institucional con valores como la solidaridad, reflejada en la Economía Solidaria, el cooperativismo y la formación con criterios políticos
- Propender por el desarrollo de la competencia para la gestión empresarial en la profesión en relación con las conductas sociales.
- Construir currículos por las comunidades académicas de cada disciplina o profesión, flexibles, pertinentes, abiertos.
- Definir requerimientos para la puesta en marcha de nuevos currículos

En este orden de ideas, el presente trabajo da cuenta de la experiencia de transformación vivida en el programa de formación en Ingeniería de Sistemas de la seccional de Bucaramanga, el cuál ha venido madurando fruto del trabajo constante de todos los estamentos que lo conforman. Esto es principalmente importante pues permite establecer un hito en el devenir de las actividades del programa. No obstante, el resultado presentado aquí sigue siendo objeto de continua reflexión a partir de elementos extraídos de la práctica formativa ejecutada en el día a día.

## 2. Marco referencial para la formación en ingeniería de sistemas

La Ingeniería de Sistemas en Colombia, se ha entendido como una disciplina del campo de la Computación. Evidencia de ello, es la denominación planteada en [4], donde se establece como designaciones homologables "Ingeniería de Sistemas" e "Ingeniería Informática". Sin embargo, esta equivalencia no es reconocida en el contexto internacional. En este orden de ideas, la intención por establecer un marco de referencia para la formación en Ingeniería de Sistemas que aquí se presenta acata la directriz consignada en [4], no obstante, se enriquece a través del estudio de los referentes internacionales, permitiendo aclarar los alcances que tiene la denominación "Ingeniería de Sistemas" para la Universidad Cooperativa de Colombia Seccional Bucaramanga.

En el contexto internacional, existe una clara diferencia entre la Ingeniería de Sistemas y la Computación<sup>1</sup>. La primera de ellas, ha sido formalizada en [5] por el International Council on Systems Engineering (INCOSE), no como una carrera profesional en sí misma, sino como un enfoque interdisciplinario que los ingenieros de todas las ramas deben estudiar y aplicar para la realización exitosa de proyectos de sistemas<sup>2</sup>. La Computación por otro lado, ha sido definida por el proyecto Computing Curricula (CC)<sup>3</sup> como el conjunto interrelacionado de disciplinas que posee en las computadoras su objeto de interés teórico y práctico. De acuerdo a la versión más reciente de CC, a saber CC2005 [6], actualmente, existen cinco grandes disciplinas (Figura 1), cada una con su propio conjunto de directrices curriculares.

<sup>1</sup> Internacionalmente, se define como sinónimos los términos "Computación" e "Informática". Por tanto, para efectos de ajuste con los lineamientos internacionales asumidos en este documento, en adelante se hará referencia exclusivamente a "Computación".

<sup>2</sup> Pese a la tendencia nacional, el término sistema no debe relacionarse exclusivamente con dispositivos computacionales. INCOSE, define ampliamente un sistema como un conjunto integrado de elementos que cumplen un objetivo definido. Bajo esta denominación, pueden comprenderse entonces sistemas de gran escala (v. gr. sistema de transmisión de energía eléctrica, sistema de control de tráfico aéreo internacional, sistema de transporte urbano masivo) como sistemas de pequeña escala (v. gr. sistema portátil de fotografía digital, sistema software empresarial, sistema automotor).

<sup>3</sup> Desde la década de los 60s, el proyecto CC ha vinculado a las asociaciones mundiales más importantes en el campo de la Computación. En la actualidad, las organizaciones aunadas al proyecto son The Association for Computing Machinery (ACM), The Association for Information Systems (AIS), The IEEE Computer Society (IEEE-CS) y The Association of Information Technology Professionals (AITP).

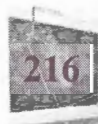




Figura 1. Estructura vigente de la Serie Computing Curricula (CC).

La Tabla 1 realiza una explicación básica de cada una de las disciplinas de la computación, permitiendo formar una idea del vasto conocimiento que implica el campo.

Tabla 1. Las disciplinas que conforman la Computación (Adaptada de [12])

COMPUTACIÓN	
Disciplina	1. Ciencia de las Computadoras (CC)
Currículo	CC2001 [7]
Descripción	Los profesionales en CC se orientan principalmente al desarrollo de maneras efectivas para la solución de problemas computacionales soportadas en un marco teórico (matemática) y un enfoque algorítmico (lógica) que provea el mejor desempeño. Ejemplos: Almacenamiento eficiente en bases de datos, la transmisión de datos por red, y el procesamiento y visualización de imágenes.
Disciplina	2. Sistemas de Información (SI)
Currículo	IS2002 [8]
Descripción	Los profesionales en SI están principalmente preocupados por la información que puede ayudar a las organizaciones en la definición y logro de sus propósitos, y en los procesos que éstas pueden implementar soportados en dicho recurso. Para estos profesionales, el entendimiento de los principios, factores y prácticas organizacionales es crucial.
Disciplina	3. Ingeniería del Software (IS)
Currículo	SE2004 [9]
Descripción	Los profesionales en IS se orientan hacia el desarrollo y mantenimiento de software que se comporte confiable y eficientemente, diferenciándose en carácter de otras ingenierías por la esencia intangible del software y la naturaleza discontinua de su operación. Busca integrar la ciencia de la CC con los principios ingenieriles desarrollados para fenómenos físicos. Por consiguiente, en los programas de CC e IS existen cursos en común. No obstante, los profesionales en IS tienen una visión más rigurosa y pragmática del software.
Disciplina	4. Ingeniería de las Computadoras (IC)
Currículo	CE2004 [10]
Descripción	En un sentido amplio, la IC se relaciona con el diseño y construcción de computadoras y sistemas basados en computadoras. Comprende el estudio del hardware, el software, las comunicaciones, y la interacción entre ellos. Igualmente, comprende el desarrollo de "sistemas embebidos", es decir, la construcción de dispositivos que tengan componentes software embebidos en el hardware (firmware).
Disciplina	5. Tecnología de Información (TI)
Currículo	IT2005 [11]
Descripción	Los profesionales de TI están preparados para atender las necesidades tecnológicas en organizaciones, es decir, deben seleccionar, instalar, mejorar, mantener y reemplazar la infraestructura tecnológica, y dar soporte a quienes trabajan con ella como herramienta en su labor organizacional. Así como SI pone el acento en la información, TI enfatiza en la tecnología en sí misma, estableciéndose un estrecho vínculo entre ambas especializaciones.

De lo anterior, se concluye que en el contexto internacional la Computación y la Ingeniería de Sistemas no son equivalentes sino potencialmente complementarias, siendo la primera una familia de disciplinas y la segunda un enfoque para la Ingeniería. Resulta igualmente evidente la existencia de diversos perfiles para los programas de formación en Computación, por lo cual resulta necesario, con el ánimo de generar procesos de madurez en la definición de la disciplina de la Ingeniería de Sistemas en Colombia, que las universidades decidan cuál de los perfiles resulta apropiado para su crecimiento institucional de acuerdo con las necesidades particulares identificadas en sus contextos.

Los principales referentes del ámbito nacional para la formación profesional en "Ingeniería de Sistemas", son los documentos "Contenidos Programáticos Básicos para Ingeniería" ([13]) y "Marco de Fundamentación Conceptual Especificaciones de Prueba ECAES Ingeniería De Sistemas Versión 6.0" ([14]). Su elaboración, ha sido fruto del esfuerzo del Instituto Colombiano para el Fomento a la Educación Superior (ICFES) y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI).

Sin embargo, contrastando el modelo nacional, principalmente lo correspondiente al área de formación en ingeniería aplicada, contra los referentes curriculares internacionales (comprendidos en [6], [7], [8], [9], [10] y [11]), se puede apreciar una orientación de tales contenidos hacia el campo de la Computación, intentado abarcar aspectos de las cinco disciplinas descritas antes. Igualmente, no es significativa la vinculación de contenidos relativos a la Ingeniería de Sistemas planteada por el INCOSE en el contexto internacional.

Lo anterior, refuerza la idea de que en Colombia y en muchos países latinoamericanos, la noción de Computación, derivada de [6], carece aún de la total aplicación pese al reconocimiento que le otorga [14] como referente internacional por excelencia para programas de pregrado. En su lugar, resulta común la denominación "Ingeniería de Sistemas" para el área de orientación profesional hacia la Computación. Más aún, según [4] las designaciones "Ingeniería Informática" e "Ingeniería de Sistemas" resultan homologables, mostrando así una brecha ante los lineamientos internacionales y una contradicción con la intención estatal de globalización y movilidad educativa.

En este orden de ideas, el programa de Ingeniería de Sistemas de la UCCBGA, en procura de contribuir a la disminución de la brecha existente en el país respecto de los lineamientos internacionales y aunada a la intención del gobierno nacional de generar programas para un contexto globalizado donde las situaciones de movilidad, homologación y acreditación internacional son cada vez más relevantes; se ha propuesto hacer explícita la orientación de su programa hacia la disciplina Tecnología de Información (TI) del CC2005, integrándola con competencias formativas en la Ingeniería de Sistemas de INCOSE, dado que dicho enfoque interdisciplinario aplica especialmente para los ingenieros en Computación.

### 3. Establecimiento de los ejes de la propuesta curricular del PIS-UCCBGA

Una vez establecido el marco referencial base, se procedió a determinar, estudiar y asumir un enfoque para el diseño curricular, que en este caso está constituido por el movimiento intelectual de la "formación basada en competencias". En este sentido, en el programa de Ingeniería de Sistemas se ha construido una concepción de las competencias, entendiéndolas como habilidades o capacidades que se ponen en juego para realizar idóneamente las actividades profesionales.

De forma coherente con los principios institucionales y educativos contemplados en el Proyecto Educativo Institucional de la Universidad Cooperativa de Colombia [15], y tomando en cuenta el enfoque de diseño curricular

de formación basada en competencias, el programa de Ingeniería de Sistemas de la seccional de Bucaramanga estableció los siguientes principios de formación que constituyen los ejes de la propuesta curricular del programa:

- La formación en Ingeniería de Sistemas será coherente con los respectivos lineamientos curriculares internacionales y nacionales vigentes, estando abierta a las modificaciones continuas que implica la Computación como su campo de conocimiento.
- La formación en Ingeniería de Sistemas tendrá como compromiso social el contribuir con graduados competentes a la definición y satisfacción de las necesidades de desarrollo de Tecnología de Información a escala local, regional y nacional.
- La formación en Ingeniería de Sistemas será flexible y adaptable al cambio constante de metodologías, métodos, procesos y herramientas que implica la educación en Tecnología de Información.
- La formación en Ingeniería de Sistemas deberá contribuir al desarrollo de la profesión tanto en el contexto académico como práctico, con graduados competentes en trabajo interdisciplinario en especial con colegas de modalidades de formación técnica y tecnológica.

Basándose en la reflexión institucional realizada tomando como base [11], [12] y [13], la competencia general y habilidades de egreso del programa que se espera desarrollen los estudiantes en el proceso de formación en Ingeniería de Sistemas se presenta en las tabla 2.

Tabla 2. Competencia del Programa y Habilidades del Egresado

Competencia general del programa de formación
Formar Ingenieros de Sistemas desarrolladores de Tecnología de Información que transformen contextos organizacionales con responsabilidad social.
Habilidades de egreso del programa
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar y aplicar conceptos y prácticas técnicas vigentes relacionadas con las tecnologías de información núcleo, a saber, hardware, software, bases de datos, redes e Internet.</li> <li>• Apoyar el análisis, identificación y definición de los requerimientos tecnológicos que se deben satisfacer para atender los problemas u oportunidades que enfrentan las organizaciones e individuos.</li> <li>• Participar en la implementación de útiles y efectivas soluciones basadas en TI y en su integración en ambiente del usuario.</li> <li>• Participar en la creación de planes de proyectos informáticos efectivos.</li> <li>• Identificar y evaluar tecnologías de información, actuales y emergentes y valorar su aplicabilidad para atender las necesidades de los usuarios.</li> <li>• Analizar el impacto de la TI en los individuos y organizaciones, especialmente en los aspectos de apoyo a la productividad laboral.</li> <li>• Demostrar entendimiento y aplicación de buenas prácticas y estándares relativos a las tecnologías de información núcleo.</li> <li>• Demostrar pensamiento crítico independiente y habilidades para la solución de problemas, principalmente aquellos propios del uso de la TI en las organizaciones.</li> <li>• Colaborar en equipos para el logro de metas comunes mediante la integración del trabajo individual y la cooperación grupal.</li> <li>• Comunicarse efectiva y eficientemente con clientes, usuarios y colegas tanto verbal como de forma escrita, usando terminología apropiada.</li> <li>• Reconocer la necesidad de aprendizaje continuo a través de su carrera.</li> </ul>





En el desarrollo de lo anterior, se plantean componentes de formación como las unidades de competencia como se observa en la tabla 3.

**Tabla 3. Unidades de Competencia del Programa**

Unidades de competencia	Descripción
Física	Describir el comportamiento de variables que intervienen en fenómenos o situaciones reales e interpretar los modelos matemáticos que se aplican de acuerdo con leyes o propiedades de la física.
Matemática	Utilizar la matemática para describir el comportamiento de variables que intervienen en fenómenos o situaciones reales mediante modelos matemáticos.
Sistemas y Organizaciones	Aplicar el pensamiento de sistemas como el enfoque profesional para el desarrollo de tecnología de información en contextos organizacionales.
Matemática para la Computación	Aplicar los fundamentos matemáticos en situaciones que involucren problemas computacionales.
Programación, Algoritmia e Ingeniería del Software	Desarrollar Tecnología Software que soporte los procesos de información de contextos organizacionales.
Tecnología de Plataforma	Desarrollar Tecnologías de Plataforma que soporten los procesos de información de contextos organizacionales.
Complementaria	Desarrollar conciencia social y humana que garantice la integralidad en las acciones del ingeniero.

#### 4. Enfoque Metodológico para la Ejecución de las Actividades Académicas: MICEA

Una vez definidos los principios de formación para el programa, se hizo evidente y necesario un enfoque metodológico para la ejecución de las actividades académicas diferente al enfoque transmisionista, tan arraigado en la educación superior colombiana. El programa decidió entonces, adoptar una propuesta generada en la misma universidad, que daba luces a este particular.

La propuesta metodológica planteada en la universidad tiene tres componentes fundamentales, apoyados en la visión triádica del cerebro [16] y que le dan su especificidad: la

primera, con relación al cerebro lógico plantea la potencialidad, función y meta de la construcción del conocimiento; la segunda apoyada en el cerebro creativo-emocional ve la necesidad e importancia de la relación con otros en la búsqueda de alternativas y, por último, la presión del cerebro operativo para que el conocimiento haga bucle hacia la acción periférica.

Al método propuesto se le ha dado el nombre de MICEA [16], que se puede sintetizar como una metodología de construcción interdisciplinaria del conocimiento en equipo, y a través de la práctica, y que puede complementarse con las nuevas tecnologías de información y comunicación. En la Tabla 4. se describe cada uno de los tres componentes fundamentales.

**Tabla 4. Componentes fundamentales de MICEA**

Componente	Descripción
Construcción del conocimiento	La metodología se plantea constructivista. En el proceso formativo, busca ir más allá de la sola transmisión actualizada del conocimiento. Al estudiante se le facilitan las condiciones para el análisis crítico de la información, la búsqueda creativa de alternativas y el desarrollo de experiencias autónomas.
En equipo	"Dos cabezas piensan más que una" dice el refranero popular. En efecto, cuando se intenta reflexionar, el cerebro tiende a utilizar conceptos, ideologías y paradigmas conocidos que tienden a transformarse en barreras para nuestra búsqueda de la verdad. La obtención de informaciones divergentes, la confrontación de ideas, la atención de alternativas, generan la posibilidad de insospechadas informaciones, de integración de puntos de vista y de diversidad de experiencias de verificación.
A través de la práctica	En la praxis transformadora es en donde se verifica el conocimiento. Por ello proponemos al estudiante que el conocimiento transmitido en el aula, o ubicado en los libros, sea confrontado en la práctica y debatido en el equipo.

La Metodología Interdisciplinaria Centrada en Equipos de Aprendizaje MICEA plantea cinco momentos para el proceso de enseñanza - aprendizaje conocidos como: momento presencial, trabajo en equipo, autoaprendizaje, acompañamiento y socialización - valoración.

En la tabla 5 se describen los momentos de MICEA, y que son la base para la planificación de recursos, la asignación de tiempo de trabajo presencial e independiente, y por ende, el establecimiento de los créditos como métrica curricular.

Tabla 5. Descripción de los momentos de formación definidos en MICEA

Momento	Descripción
Presencial	Consiste en el encuentro presencial entre docentes y estudiantes para el desarrollo de una propuesta temática o el planteamiento de una situación-problema a investigar. En este momento, Los estudiantes participan activamente en el desarrollo teórico de la temática o problema apoyados en los materiales entregados previamente.
Aprendizaje Autónomo	El aprendizaje autónomo consiste en el estudio de documentos vinculados con el tema para su comprensión, crítica, relativización y aplicación. Aquí, el estudiante desarrolla los compromisos adquiridos durante el momento presencial: busca, lee, investiga, experimenta, practica.
Trabajo en Equipo	El trabajo en equipo permite socializar lo personal y personalizar lo social. Cada participante comparte las experiencias desarrolladas y las revisa en equipo. En trabajo cooperativo diseñan conjuntamente nuevas aplicaciones de la teoría vista y organizan los documentos de sistematización de las experiencias para presentarlas al docente en el siguiente momento.
Acompañamiento	El proceso educativo exige cada vez más un cuidadoso proceso de Acompañamiento y Asesoría de los Estudiantes por el Equipo Interdisciplinario de Docentes. De cada uno de los Docentes en los contenidos y compromisos relacionados con sus temas, en la auto evaluación y en la producción y actualización de los contenidos correspondientes. La Asesoría se puede dar a los Coordinadores de Equipo, a un Equipo en particular o a un Estudiante en especial.

## 5. Organización de las actividades académicas: Propuesta de plan de estudios y diseño curricular de asignaturas

Al integrar los elementos descritos en los numerales anteriores en el proceso de definición de los cursos que componen el plan de estudios, se obtuvo un plan organizado

en 7 componentes de formación en un diseño curricular con una métrica de 160 créditos académicos. La tabla 6 presenta la distribución de cursos del plan de estudios.

Tabla 6. Estructura de cursos por componentes del plan de estudios

Componente	Cursos	
Matemática	Matemáticas I, II, III y IV Matemáticas Especiales	Álgebra Lineal
Física	Física Mecánica Física Electromagnética	Física de Ondas
Matemática para la Computación	Matemáticas Abstractas Estadística	Teoría de Grafos Métodos Numéricos
Sistemas y Organizaciones	Introducción a la Ingeniería Teoría General de Sistemas Investigación de Operaciones Análisis y Diseño de Sistemas Modelación I y II	Auditoría de Sistemas Gerencia de Sistemas Proyecto I y II Ética
Tecnologías de Plataforma	Electrónica Básica Electrónica Digital Arquitectura de Computadores	Sistemas Operativos I y II Telecomunicaciones I y II
Programación, Algoritmia e Ingeniería de software	Lógica de Programación Programación Estructuras de Datos Compiladores Inteligencia Artificial	Ingeniería del Conocimiento Fundamentos de Bases de Datos Administración de Bases de Datos Procesos de Ingeniería del Software Calidad en Ingeniería de Software
Complementaria	7 Electivas Complementarias que son cursos de otros programas académicos	
Electivas Profesionales	6 Asignaturas Institucionales para el desarrollo de la misión de la universidad. 4 Electivas profesionales de profundización en los componentes de formación	

El diseño curricular de cada uno de los cursos ha sido un proceso continuo de mejora, mediado por un escenario de formación docente ofrecido por la universidad, a través de la especialización en docencia universitaria y de un diplomado en formación basada en competencias en donde los docentes adscritos al programa han vivido un proceso de re diseño de los programas existentes con el ánimo de estructurar las diferentes actividades curriculares y determinar el volumen de trabajo de una manera proporcional al tiempo académico del estudiante, teniendo en cuenta las actividades de trabajo presencial y las actividades independientes, todo esto soportado en la metodología MICEA. El producto del diplomado ha sido la estructura de tres tipos de documentos que integran el diseño curricular de cada asignatura: (1) El Resumen curricular o Syllabus, (2) La descripción de las unidades formativas, y (3) Los documentos de cada unidad de aprendizaje derivadas de cada unidad formativa.

## 6. Conclusiones

- El dinamismo en los procesos de mejoramiento continuo y de aseguramiento de la calidad en los programas de educación superior requiere una renovación curricular que se ajuste a las tendencias nacionales e internacionales, apoyado en estrategias pedagógicas pertinentes y viables.
- Formar por competencias nos permite que nuestra propuesta curricular sea flexible y adaptable al cambio constante de metodologías, procesos y herramientas que implica la disciplina Tecnología de Información (TI) del CC2005.
- La experiencia presentada no habría sido posible sin la participación de todos los estamentos de conformación y apoyan el programa, el resultado presentado es y seguirá siendo objeto de revisión en la medida que la práctica formativa diaria así nos lo indique.



## 7. Referencias

- [1] MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Ley 30 de 1993.
- [2] MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Decreto 2566 de 2003
- [3] DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Visión Colombia Segundo Centenario 2019. Publicaciones del Departamento Nacional de planeación. (Consultado el 10 de Junio de 2006) [http://www.dnp.gov.co/paginas\\_detalle.aspx?idp=806](http://www.dnp.gov.co/paginas_detalle.aspx?idp=806).
- [4] Resolución 2773 de 2003 del Ministerio de Educación
- [5] INCOSE. Systems Engineering Handbook. INCOSE-TP-2003-016-02, Versión 2a. International Council on Systems Engineering. Junio 1 de 2004.
- [6] ACM, AIS, IEEE-CS. Computing Curricula 2005. Overview Report. Draft. <http://www.acm.org/education/curricula.html> (descargado el 16 de Mayo de 2005)
- [7] ACM, IEEE-CS. Computing Curricula 2001 - Computer Science. <http://www.acm.org/education/curricula.html> (descargado 18 de enero de 2005).
- [8] ACM, AIS y AITP. Information Systems 2002 - Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems. <http://www.acm.org/education/curricula.html> (descargado el 18 de enero de 2005).
- [9] ACM, IEEE-CS. Software Engineering 2004 - Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering. <http://www.acm.org/education/curricula.html> (descargado 18 de enero de 2005).
- [10] ACM, IEEE-CS. Computer Engineering 2005 - Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering. <http://www.acm.org/education/curricula.html> (descargado 18 de enero de 2005).
- [11] ACM, IEEE-CS. Information Technology 2005 - Draft Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Technology. <http://www.acm.org/education/curricula.html> (descargado el 16 de Mayo de 2005)
- [12] Gómez Florez, Luis Carlos y Olave Cáceres, Yesid Alexander. Sistemas de Información: El currículo en computación 2005. Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería. En proceso de publicación
- [13] ACOFI. Contenidos Programáticos Básicos para Ingeniería. Primera Versión. Opciones Gráficas Editores Ltda. Bogotá, Colombia. Marzo de 2004.
- [14] ACOFI. Marco de Fundamentación Conceptual Especificaciones de Prueba ECAES Ingeniería De Sistemas Versión 6.0. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. Julio de 2005.
- [15] UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA. Proyecto Educativo Institucional. Bogotá. 2003.
- [16] Velandia Mora. Crisanto. Modelo Pedagógico con Fundamento en Cibernética Social. Memorias de la Especialización en Docencia Universitaria. Bogotá. 2005.

# Estrategias de confiabilidad humana para la formación del ingeniero en la sociedad del conocimiento

Ing. MSc. Oliverio García Palencia

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Ingeniería Electromecánica. Duitama, Boyacá

## Resumen

La Ingeniería de la Confiabilidad se destaca como el marco teórico en el cual conviven las metodologías necesarias para optimizar la Gestión de Activos (AM), tanto físicos como humanos de las organizaciones. La Confiabilidad Humana como parte vital de la nueva cultura empresarial, debe ser una política integral enfocada esencialmente en el desarrollo del Talento Humano. La tendencia moderna lleva a las empresas a utilizar un buen número de tecnologías de gerencia de activos, donde se destaca la "Confiabilidad del Talento Humano" como requisito indispensable para gestionar eficientemente el conocimiento y tomar las decisiones más acertadas.

La presente conferencia, sustentada en la teoría de la Confiabilidad Operacional, plantea las principales estrategias para generar Confiabilidad Humana, presenta los elementos y las políticas necesarias para establecer proyectos de Trabajo en Equipo que permitan una eficaz Gestión del Conocimiento, Formación por Competencias y Gerencia del Desempeño, para crear nuevos comportamientos, minimizar los errores humanos, optimizar los procesos productivos, tomar las mejores decisiones y mejorar la productividad y competitividad de la organización. Se analizan también algunos aspectos relacionados con el uso eficaz de la información y los factores claves para gestionar "Organizaciones que Aprenden" en la Sociedad del Conocimiento.

**Palabras Claves:** Confiabilidad, gestión del conocimiento, talento humano, cultura, paradigmas

## Abstract

The Reliability Engineering stands out as the theoretical frame in which the necessary methodologies cohabit for the administration and optimization of the Assets Management (AM), physicals and Humans. The "Human Reliability" as vital part of the new enterprise culture, must be politic of anybody, and should be focused above all in developing the "Human Talent". The modern tendency leads the organizations to use a wide number of technologies integrated to the area of Reliability, where stands out the "Human Reliability" as a necessary requirement to manage the knowledge efficiently and to take the best decisions.

The present paper based on the theory of the Operational Reliability, studies the basic strategies to generate reliability in the Human Talent, it presents the politics to generate a new culture and to make effective use of the information that: allows team work, define the best strategies, optimize plans and programs, minimize the total costs, and finally increase the productivity and organization competitiveness. Also it analyzes aspects that have to do with the efficacious use of the information and the necessary criteria to manage "Knowledge Organizations".

**Keywords:** Operational reliability, knowledge management, human talent, culture, paradigms

## 1. Introducción

En las últimas décadas el área empresarial ha experimentado una serie de transformaciones profundas a nivel tecnológico, organizacional, económico, social y humano. Estos cambios son consecuencia de la actual situación de competitividad dentro de la globalización de los mercados. Ante este panorama, la "Gestión de Activos basada en Ingeniería de la Confiabilidad", representa la única vía efectiva que permite a las empresas, enfrentar de forma eficiente los retos constantes a los cuales están sometidas las organizaciones de hoy.

La Confiabilidad Operacional es una estrategia moderna que genera grandes beneficios a quienes la han aplicado.

Se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, en búsqueda de optimizar la gestión, planeación y control, de la producción industrial. La Confiabilidad Operacional lleva implícita la capacidad industrial (procesos, tecnología y gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico [1].

Es importante, puntualizar que en un sistema de Confiabilidad Operacional es necesario el análisis de sus cuatro frentes operativos: Confiabilidad Humana, Confiabilidad de los Procesos, Confiabilidad de los Equipos y Confiabilidad de

Diseño; sobre los cuales se debe actuar si se quiere un mejoramiento continuo y de largo plazo. Cualquier hecho aislado de mejora puede traer beneficios, pero al no tener en cuenta los demás factores, sus ventajas son limitadas o diluidas en la organización y pasan a ser solo el resultado de un proyecto y no de un cambio organizacional [1].

Las organizaciones de hoy comprenden que la gestión eficaz de sus recursos es compleja y especializada, que puede ser una fuente de ventajas competitivas, pero también un área en la cual los resultados de una aplicación equivocada pueden ser demasiado serios. Con la finalidad de explotar las ventajas disponibles en la gestión de activos y de garantizar su gerencia responsable, se necesita trabajar sobre tres principios básicos:

- Utilizar "Talento Humano" idóneo
- Gestionar el conocimiento pertinente
- Tomar las decisiones acertadas en forma correcta.

## 2. Confiabilidad del Talento Humano

La Confiabilidad del Talento Humano se define como la probabilidad de desempeño eficiente y eficaz de todas las personas, en todos los procesos, sin cometer errores o fallas derivados del conocimiento y actuar humano, durante su competencia laboral, dentro de un entorno organizacional específico. El sistema de Confiabilidad Humana incluye varios elementos de proyección personal (Ver Figura 1), que permiten optimizar los conocimientos, habilidades y destrezas de los miembros de una organización con la finalidad de generar "Capital Humano".

El Capital Humano se traduce en el incremento en la capacidad de producción alcanzado mediante el desarrollo de las competencias de los trabajadores de la empresa. Está formado por el conocimiento y el ingenio que hacen parte de las personas, su salud mental y la calidad de sus hábitos de trabajo. También es común señalar al Capital Humano como indispensable para la competitividad de las economías modernas ya que su productividad se basa en la generación, difusión y utilización del conocimiento.

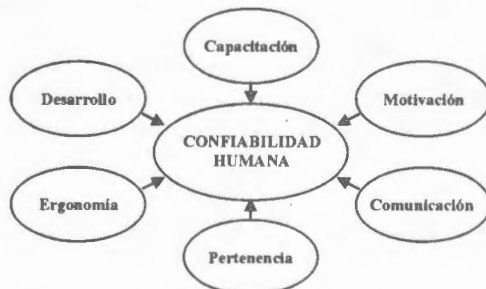


Figura 1. Elementos de la Confiabilidad Humana

El mejoramiento de la Confiabilidad Humana se puede lograr mediante la integración de estrategias que incluyan una adecuada gestión del conocimiento, la consolidación de los equipos naturales de trabajo, la aplicación de modelos de competencias y la creación de comunidades del conocimiento para desarrollo de la organización, gestionando su desempeño, con el fin de asegurar la competitividad y poder preservar el conocimiento explícito de la empresa [2].

Potenciar las estrategias anteriores sería imposible si no se cuenta con el necesario Talento Humano, que sirva de soporte organizacional. Dentro de esta perspectiva se tienen estrategias referidas a la gente, su conocimiento, las competencias industriales, los factores críticos de éxito, que impulsan la competitividad y la hacen permanente. Estas estrategias integran elementos vitales para gerenciar el activo principal de la corporación llamado "Capital Intelectual".

Para que el aprendizaje individual sea provechoso debe ir acompañado del aprendizaje corporativo, que representa el Capital Intelectual Estructurado de la organización. El primero es propiedad de la gente y reside en la memoria de cada uno; el segundo siempre es propiedad de la empresa y reside en un sistema o en la memoria corporativa, donde el uso creativo de la tecnología informática y sus diversas posibilidades de comunicación (Internet, Intranet, Extranet, Videoconferencias), integran el factor fundamental para gerenciar el conocimiento. Esto implica establecer mecanismos que permitan el auto-aprendizaje y el auto-desarrollo de competencias [2].

La Confiabilidad Humana implica grandes cambios en la organización, exige una cultura del desafío y el cuestionamiento de muchos procesos administrativos, junto con la gestión efectiva de las comunicaciones y la responsabilidad para el registro sistemático de la información.

Los procesos de la Confiabilidad Humana necesitan satisfacer ciertos criterios [3]:

- Se debe trabajar con enfoque sistémico simple, no burocrático, que sea comprendido por todos.
- Debe haber un "Líder de Confiabilidad" del más alto nivel, con dedicación total al desempeño de sus funciones.
- Los roles individuales conocidos por todos, deben ser alcanzables y con metas claras que pueden ser medidas fácilmente.
- Cuando no se logran las metas, la gerencia debe decidir los ajustes y las acciones correctivas.
- El Kaizen, Kairyo, Innovación y Reingeniería deben ser herramientas de uso continuado.
- Cada falla humana debe ser vista como una oportunidad de aprendizaje, o de mejoramiento.

Es **ineludible** por tanto, una gestión eficaz del Talento mediante la dirección por valores, el empleo de modelos de competencias, el entrenamiento (Coaching), el empoderamiento (Empowerment), el trabajo en grupo (Groupware y Workflow) y la inteligencia emocional. Se requiere que cada una de las personas se comprometa e involucre en la misión de la empresa. Capturar y aprovechar las nuevas potencialidades en beneficio de la organización, permite convertir capital intelectual en capital financiero, lo cual constituye un nuevo paradigma organizacional.

### 3. Sociedad del Conocimiento

La "Sociedad del Conocimiento" es la evolución moderna de la actual Sociedad de la Información, que la UIT define como [3]: "Estadio de desarrollo social caracterizado por la capacidad de todos sus miembros (ciudadanos, organización, empresas, gobierno), para obtener y compartir información instantáneamente, desde cualquier lugar y en la forma que se prefiera".

La Sociedad de la Información garantiza el libre y masivo acceso a las fuentes, gracias al avance de las tecnologías, en un entorno donde la disponibilidad de múltiples medios de comunicación es uno de los factores claves de la economía. Esta sociedad, viene generando grandes cambios económicos, sociales, culturales y humanos, determinantes de un nuevo tipo de sociedad, u organización económico - social, que busca la justicia, la equidad y el respeto como valores fundamentales.

Es muy probable que la sociedad perciba el concepto de "información" como un término asociado con las nuevas tecnologías, la función de Internet, el progreso de la telefonía celular y la Educación Virtual. No se puede relacionar la información a la simple transferencia de mejores "datos", se debe más bien, asociar la Sociedad de la Información con la posibilidad de transferir conocimientos; si la información produce saberes, es más acertado pensar en la Sociedad del Conocimiento.

La "Sociedad del Conocimiento" está en pleno proceso de formación. Hoy se habla de la Economía del Conocimiento, Revolución Digital, Brecha Digital, Tecnologías de Infomedios, etc. El conocimiento se debe transformar en la principal estrategia de desarrollo, en la generación de capital social, en la difusión de nuevos saberes, y en su utilización óptima por parte de todos los integrantes de la estructura social. Esta realidad exige de los gobiernos un esfuerzo enorme para identificar las estrategias hacia la construcción de esta nueva sociedad. Cada día se habla más, de una sociedad en la que el conocimiento se convierte en su activo más valioso, se propone por tanto, que la era de la información actual se transforme en la Sociedad o Economía del Conocimiento.

El surgir de la "Sociedad del Conocimiento" está asociado con el florecimiento de la innovación, es decir con la capacidad de gestionar nuevos conocimientos, generar nuevos productos, procesos, o servicios para el desarrollo social. Sin Capital intelectual, es decir sin Talento Humano o sin estructura para gestionar el conocimiento, una organización carece de ventajas competitivas. Hacia la "Sociedad del Conocimiento" se llega por medio de las oportunidades que representan los medios y la humanización de las sociedades actuales. En la Sociedad del Conocimiento los factores críticos de éxito son el saber y a la experiencia del Talento Humano dentro de la organización.

### 4. Estrategias de confiabilidad humana

La "Gestión de Activos", es hoy la estrategia de muchas compañías a nivel mundial para maximizar su productividad y su rentabilidad lo cual les permite seguir siendo competitivas. A su vez, los procesos de apoyo soportados en la Confiabilidad Operacional, son la base de todas las estrategias que se generan para alcanzar la excelencia en las actividades industriales. Como se dijo anteriormente las estrategias vitales en la orientación y mejoramiento de la Confiabilidad Humana, son las cuatro que se muestran en la Figura 2.

#### 4.1 Gerencia del conocimiento

La Gestión Eficaz del Conocimiento es el proceso sistémico que provee el talento humano capacitado para ejercer las labores industriales y preservar el "Capital Intelectual" de la organización. Desde el punto de vista industrial, se puede definir el conocimiento como la información que posee valor para ella, es decir la información que permite generar acciones encaminadas a satisfacer las demandas del mercado, y apoyar las oportunidades a través de la explotación de las competencias centrales de la organización. Así pues, es evidente la importancia de obtener información de utilidad, de manera sistemática, y determinar cuáles son los instrumentos de hoy, para la localización y obtención de esa información. Esa es la labor de la Gestión del Conocimiento.

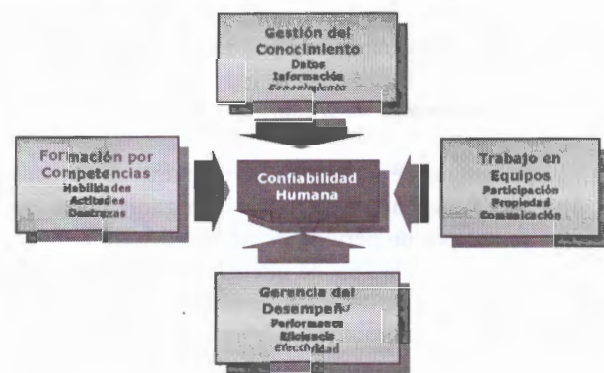


Figura 2. Estrategias de la Confiabilidad Humana

La fuerza de trabajo como capital intelectual, es quien resuelve los problemas y provee las actividades que aseguran el éxito. Pero se requiere el compromiso de la alta gerencia para liderar procesos de capacitación, motivación e incentivación de los trabajadores, para generar nuevas actitudes, aptitudes, reconocimiento y confianza, en el mediano y largo plazo. Bajo estos preceptos, gestionar estrategias para generar nuevo conocimiento, es de vital importancia para las empresas, y sin la asociación efectiva de la información que le sirva de soporte, no se logra una buena administración y generación de valor.

#### 4.2 Gestión por competencias

Es la herramienta estratégica indispensable para enfrentar los desafíos del mundo de hoy. El Modelo de Competencias es una de las estrategias principales en el desarrollo del Talento Humano, busca impulsar al más alto nivel de calidad las competencias individuales, acordes con las necesidades operativas, y afianza el desarrollo y administración del potencial intelectual de todos los miembros de la organización.

El desarrollo tecnológico, la globalización de los mercados y el aumento de la productividad ponen de manifiesto, que la ventaja competitiva de las organizaciones depende de su Capital Humano. La Gestión de Competencias es el nuevo modelo para gestionar el talento, que promueve a su vez la identificación, adquisición, potenciación y desarrollo de competencias que añaden valor a la organización.

El Modelo de Competencias tiene como objetivo impulsar la innovación y el liderazgo, donde los actores conocen su perfil de competencias y lo requerido para el cargo, identificando las acciones necesarias para conseguirlo. Se incentiva así la innovación y el auto-aprendizaje [2]. En la era actual, donde la tecnología y la información están al alcance de todos, la principal ventaja competitiva es la capacidad personal de adaptarse al cambio. Esto se logra con el impulso que genera la formación para toda la vida del Talento Humano, donde se mide y valora la formación y experiencias, de acuerdo con patrón de competencias.

#### 4.3 Equipos naturales de trabajo

Un equipo natural de trabajo es un conjunto de personas de diversas funciones dentro de la organización que trabajan juntas por un período de tiempo determinado, en un clima de potenciación de energía, para analizar los problemas comunes de distintos departamentos, apuntando al logro del objetivo común [4]. Los miembros de un Equipo Natural de Trabajo, no deben ser más de diez personas y deben formarse como se observa en la Figura 3, con uno o dos representantes por las funciones disímiles.



Figura 3. Equipo Natural de Trabajo

Los roles se describen de la siguiente manera [4]:

- **Operador:** Proporciona la experiencia en cuanto al manejo y operabilidad de sistemas y equipos.
- **Planificador / Programador:** Proporciona la visión holística del proceso, y ofrece la visión sistémica de la actividad.
- **Mantenedor:** Experiencias de aprendizaje en la reparación-mantenimiento de sistemas y equipos.
- **Especialistas:** Expertos en áreas específicas.
- **Diseñador / Ingeniero de Procesos:** Proveer los elementos del diseño y operación de los activos.
- **Facilitador:** Asesor técnico o metodológico.

Una de las características principales en la industria moderna es la conciencia sobre la visión que guía las acciones de los Equipos Naturales de Trabajo, con el objeto de reforzar la ejecución de las estrategias de confiabilidad, la sincronización de actividades, el establecimiento de planes de acción y la optimización integral de los costos totales de la organización.

#### 4.4 Gerencia del desempeño

Es el proceso que permite monitorear y evaluar la idoneidad del Talento Humano durante la implantación y desarrollo de las estrategias propuestas, con el fin de garantizar la generación de valor y establecer las acciones correctivas de manera proactiva. La clave para alcanzar la excelencia organizacional se centra en las personas y su gestión. Las empresas se están dando cuenta de que más allá de las tecnologías y los procesos, son el saber y el conocimiento de sus trabajadores, cada vez más preparados, los que aportan el Capital Intelectual a la organización. Por tanto, la responsabilidad principal no consiste en crear expertos, sino en lograr el aprendizaje de habilidades sociales y la mejora de las relaciones interpersonales.

Para gestionar eficazmente el desempeño es necesario, además, vencer "la resistencia al cambio", que es una

conducta natural del ser humano ante cada situación novedosa, cada propuesta diferente, o todo lo que transforma el esquema de pensamiento y acción vigente. Gestionar el cambio es una tarea primordial de la alta dirección. Para superar con éxito las explosiones tecnológicas, el gerente general debe afrontar el proceso de cambio, desplegando un clima organizacional donde los gerentes, facilitadores y líderes, asuman riesgos y orienten nuevas iniciativas, mirando el equilibrio entre lo informal y una clara búsqueda de los objetivos comunes.

### 5. La gestión del conocimiento

La Gestión del Conocimiento Organizacional usada como estrategia competitiva en los mercados de hoy, regidos por el cambio permanente y la incertidumbre, se ha convertido hoy en factor crítico de éxito. La Gestión del Conocimiento se puede definir como un conjunto de procesos (tecnológicos, institucionales, estructurales y sociales) orientados a la adquisición, administración, organización, transferencia, gestión, generación y distribución del saber, en un entorno colaborativo cualquiera sea su propósito o misión [5].

La Gestión del Conocimiento es mucho más que tecnología y bases de datos. Es conectar la gente con los expertos y con la información, es gestionar la información para aprovecharla como ventaja competitiva, para interpretarla y aplicarla de modo que soporte la toma de decisiones. Los elementos que integran la Gestión del Conocimiento se muestran en la Figura 4. (adaptada de Cáceres, 2004) [2].



Figura 4. Elementos de la Gestión del Conocimiento

La Gestión del Conocimiento tiene sentido en el marco de compañías dinámicas, que no se asustan ante el cambio. Es posible en organizaciones que integran la estrategia, la estructura, los procesos, la cultura, la gestión de la información y la innovación. Sin embargo, para que el conocimiento se convierta en fuente de ventaja competitiva no basta con que exista; es necesario que se pueda usar,

capturar, distribuir, crear, almacenar y compartir por todos de manera continua y en el momento justo.

La Gestión del Conocimiento es la gran oportunidad de hoy para transformar las organizaciones, pero no se puede olvidar que las personas tienen emociones y sentimientos, además de conocimientos. Se deben convertir las empresas en entornos agradables de trabajo, con salas de reuniones, zonas sociales y áreas de descanso que conlleven satisfacción y mejora de las relaciones interpersonales. En conclusión se debe "humanizar la organización" como requisito número uno para alcanzar el éxito.

### 6. Organizaciones del conocimiento

El devenir industrial ha hecho que las organizaciones traten de seguir el ritmo de las Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (NTICs) en un entorno de cambio e incertidumbre, en el cual el estudio para generar o aprovechar los conocimientos ha dejado de ser una actividad elitista o un patrimonio de las compañías de Clase Mundial, para tornarse en una estrategia de sobrevivencia y de competitividad en los mercados globales.

Cuando las empresas son concientes del alcance de una gestión eficaz del conocimiento, y aplican para ello nuevas tecnologías, se puede hablar de lo que hoy se denomina "Organizaciones que Aprenden", que luego evolucionan a las "Organizaciones del Conocimiento", las cuales se definen como empresas que basan su estrategia competitiva en el aumento permanente de la productividad, por medio de la gestión óptima de sus activos y de su Talento Humano, mediante el uso de una muy buena base de conocimientos en continua retroalimentación.

Las organizaciones donde el conocimiento es el activo más importante son empresas muy especiales; no todas están preparadas para usar efectivamente este activo; el aprovechamiento del conocimiento es el fin que persigue la Gestión del Conocimiento, entendiendo como fin, alinear los conocimientos individuales y colectivos con los objetivos de la organización. Una organización que aprende la constituyen en principio las personas y sus relaciones. Las organizaciones basadas en una efectiva Gestión del Conocimiento son aquellas que poseen como características comunes [5]:

- Dirigidas hacia el Cliente, buscan su satisfacción total.
- Dirigidas hacia la Excelencia, donde el Capital Intelectual es su mayor activo.
- Alta flexibilidad y adaptación mediante el uso continuo de las NTICs.
- Alto nivel de competencia y gestión eficaz del conocimiento.





- Elevado nivel de aprendizaje en equipo, basado en innovación permanente.
- Auto-dirección y auto-gestión, para determinar sus competencias esenciales.
- Proactivas y Futuristas, para lo cual basan su crecimiento en planes de Visión Compartida.

Las Organizaciones que Aprenden deben asegurar la retención del conocimiento, que permita su consulta permanente por parte de los integrantes de la empresa. Se debe crear una cultura de uso compartido del conocimiento. Se debe estimular al personal que ofrece sus conocimientos para que sean aplicados por otros. La clave radica en el empeño de todos los integrantes de la organización, que supone un mayor sentido de pertenencia e involucramiento con la misión de la compañía. Para lograrlo y transformar el conocimiento tácito en explícito, y en productos y resultados viables, se necesitan directivos que creen visión. Esta visión se apoya en la idea de que la empresa es un organismo vivo, que evoluciona, que tiene identidad y objetivos claros, y por tanto está abierta a la innovación y al cambio. Como organismo vivo, la generación de nuevos conocimientos es una tarea que compete al Talento Humano con ideas e ideales.

## 7. Conclusiones

- La Gestión del Talento Humano implica la formación por competencias, la toma de conciencia, el entrenamiento, selección, motivación, desarrollo, evaluación y otros, así como un proceso efectivo para garantizar la retención del conocimiento como el activo más valioso de la organización.
- Las diversas estrategias para alcanzar la Confiabilidad Humana buscan esencialmente recuperar el valor de las personas en la organización. En una sociedad cada vez más tecnificada y automatizada, como punto de partida para obtener el éxito se requiere que también sea más humana.
- Es de capital importancia persuadir a las universidades y demás organizaciones, para la aplicación en forma masiva de las estrategias planteadas, como mecanismos para facilitar y asegurar el éxito, en la actual Sociedad del Conocimiento; incorporando el Talento Humano como el principal aportante del proceso, y buscando consolidar el Capital Intelectual como el recurso esencial de las organizaciones de hoy.

## 8. Referencias

- [1] Durán, José Bernardo. (2000). Qué es Confiabilidad Operacional? Revista Club Mantenimiento. Año 1. N° 2. Septiembre 2000. club\_mantener@sinectis.com.ar.

- [2] Cáceres, Beatriz. (2004). "Como Incrementar la Competitividad Mediante Estrategias para Gestionar el Mantenimiento". VI Congreso Internacional de Mantenimiento. ACIEM. Bogotá. Colombia.
- [3] Guttmann, H., Swain, A. (1983). "Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications". NUREG / CR-1278. SAND 80 - 0200, Albuquerque, NM: Sandia National Laboratories.
- [4] Huerta, Rosendo. (2004). "Curso Confiabilidad Operacional: Uso de Técnicas y Herramientas de Aplicación". Seminario Customer Care, Datastream. Bogotá. Colombia. Febrero de 2004.
- [5] Joyanes A. Luis. (2001). "La Gestión del Conocimiento: Retos, desafíos, oportunidades de la ingeniería de software del siglo XXI". Simposio Iberoamericano de Sistemas de Información en la Sociedad del Conocimiento. Bogotá Colombia.

## El Autor

Oliverio García Palencia es Ingeniero Mecánico de la UIS (Universidad Industrial de Santander). Especialista en Mantenimiento Industrial del Incolda. Especialista en Administración de Sistemas de Información de la UNAL (Universidad Nacional de Colombia, Bogotá). Especialista en Ingeniería de Software de la UIS. Magíster (MSc) en Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes, con línea de investigación en Mantenimiento Industrial y Vibraciones Mecánicas.

Actualmente y desde hace más de 25 años, es docente investigador del programa de Ingeniería Electromecánica y de postgrados de la UPTC (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia), en la Sede de Duitama (Boyacá), donde se ha desempeñado en las áreas administrativa, docente, de investigación, de extensión, de asesoría industrial, y ha sido director, asesor y jurado de más de 150 trabajos de grado.

Desde hace 3 años es el representante de las universidades oficiales colombianas, en el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesionales Afines.

Su amplia experiencia profesional, industrial y docente le ha permitido participar como conferencista internacional en una gran cantidad de cursos, seminarios y congresos, realizar diversas investigaciones y publicaciones docentes, y escribir múltiples artículos relacionados con la Gestión de Mantenimiento y la Educación Superior. Sus áreas de interés especial son la Gestión de Activos, la Ingeniería de Confiabilidad y la Gestión del Conocimiento.



# La importancia de las ciencias básicas en la formación del ingeniero 2020

Edgar Alfonso López Rodríguez  
Universidad Católica de Colombia, Bogotá

## Resumen

En este escrito se propone conceptualizar sobre la necesidad de plantear algunos fundamentos en ciencias básicas para los futuros ingenieros. También revisar el papel que desempeñan las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en el propósito de facilitarles, a los estudiantes, una sólida formación en ciencias. Además, tener en cuenta que en la actualidad encontramos algunas dificultades en la construcción de este conocimiento. Se trata de un análisis en el cual se describen, explican e identifican factores condicionantes de la enseñanza, aprendizaje y autoaprendizaje de las ciencias básicas en el contexto global y de las nuevas tecnologías.

La propuesta consiste en mostrar la dialéctica existente entre los aspectos teóricos, prácticos, pedagógicos y tecnológicos en el curso de los próximos años, además de las dimensiones básicas de la enseñanza, aprendizaje y autoaprendizaje de las matemáticas, la física, la biología y la química como son la dimensión social, cultural, simbólica, afectiva y ética; en la dirección de los fundamentos de la practicabilidad, los cuales tienen que ver con los aspectos epistemológicos, antropológicos, pedagógicos, didácticos, cognitivo e instruccional.

La solución de las dificultades nos conduce a visualizar el acompañamiento, la asesoría o el refuerzo conceptual existente del docente como individuo que dinamiza los contenidos entre el estudiante y las tecnologías de la información y las comunicaciones. Además, el docente como instrumento que reflexiona y se recrea con el conocimiento de su área en la búsqueda de la consolidación y profundización conceptual desde las nociones básicas de las teorías en estudio.

## Abstract

This document proposes to conceptualize about the need to present some basic sciences fundamentals for the future engineers. Also to check the role of new information and communications technologies in order to give a solid sciences education to students. Besides, consider at present we find some difficulties in the creation of this knowledge. It is a question of an analysis in which it described, explain and identify determining factors of education, learning and autolearning of basic sciences in the global context and of the new technologies.

This work consists of showing the existing dialectic between theoretical, practical, pedagogic and technological aspects in the course of next years; besides the basic dimensions of education, learning and autolearning of mathematics, physics, biology and chemistry as social, cultural, symbolic, affective and ethical dimensions; from educational fundamentals.

## 1. Las tecnologías de la información y las comunicaciones

Desde finales de los años ochenta del siglo pasado, las tecnologías de la información y las comunicaciones TICs, juegan un importante rol en el ámbito cultural, productivo tecnológico y educativo. Se considera la comunicación como un proceso de elaboración y comprensión dentro del complejo proceso de signos informáticos que hoy se maneja entre los docentes, estudiantes, técnicos, académicos e investigadores como herramienta estratégica en el intercambio de saberes y en la permanente construcción de la sociedad del conocimiento.

La puesta en práctica de dinámicas educativas orientadas a la enseñanza, el aprendizaje y autoaprendizaje es

garantizado o se puede garantizar por el fortalecimiento de las TICs; además del trabajo pedagógico en las diferentes áreas del currículo y con el apoyo y la consolidación que las instituciones brinden a cada una de estas áreas con las TICs, especialmente a las ciencias básicas en el proceso de elaboración, construcción y desarrollo de una fundamentación conceptual con el propósito de lograr individuos cada vez más críticos, creativos, autónomos, capaces de resolver problemas, de asombrarse sobre la relevancia de la información, de producir ideas y comunicarlas como también buscar y procesar información para generar conocimiento dentro de los distintos saberes.

En la actualidad se habla de una estructura digitalizada que se caracteriza por transformar el proceso del conocimiento hacia un sistema abierto de flujos, representaciones e

intercambios permanentes, dentro de la estructura de red a escala global en tiempos reales y virtuales; con sus respectivos desarrollos tecnológicos, además de la digitalización de contenidos de toda naturaleza y su transmisión con la velocidad y la ubicuidad que permiten los sistemas satelitales y la virtualidad, los cuales, sin duda, contribuyen a flexibilizar la labor educativa.

El escenario dentro de una o dos décadas radicará en la fundamentación conceptual para el caso de los estudiantes de ingeniería para interpretar, analizar, estudiar y comprender asignaturas como la química, física, biología, matemáticas, en general, las ciencias básicas y sus "procesos generales que tienen que ver con el aprendizaje, tales como el razonamiento; la resolución y el planteamiento de problemas; la comunicación, la modelación y la elaboración, comparación y ejercitación de procedimientos"(1) que pueden ser mediados, ayudados y consolidados por medio de las TICs, desde luego, con la mediación docente.

## 2. La intermediación conceptual

Dado el análisis conceptual, se debe hacer esfuerzos para interrelacionar ideas, conceptos y criterios de trabajo dentro de los propósitos de articular las diversas facetas que se ponen en juego en los procesos de enseñanza, aprendizaje y autoaprendizaje de las ciencias básicas. La epistemología que interpreta la naturaleza del contenido de las distintas asignaturas que forman parte del currículo en función de buscar la mejor interpretación y entendimiento de cada uno de los temas a los cuales se enfrenta el estudiante. Lo cognitivo que aplica a los procesos de comprensión de los estudiantes, sus dificultades y obstáculos en relación con las diversas formas de aprehender los fenómenos científicos, técnicos y tecnológicos.

Finalmente lo instruccional, que se interesa por los procesos de enseñanza, aprendizaje y autoaprendizaje en contextos escolares, currículo y procesos de estudio. Contextos escolares que para el año 2020 tendrán un ingrediente más fuerte respecto de las TICs, por tanto se harán personas más individualistas y su relación será más directa con la máquina, lo que conlleva a alejarse del contexto social, sin embargo no podemos abandonar al estudiante con la virtualidad y sus dificultades.

También, la epistemología que interviene en ese fenómeno en el nivel pedagógico, y en particular el de la enseñanza de cada ciencia individual, asumimos que en el fenómeno educativo no es simplemente la transmisión de conocimientos matemáticos, físicos, químicos o biológicos; este se asocia directa y globalmente a una cultura y esencialmente al proceso

de enseñanza, aprendizaje y autoaprendizaje. Además, autoaprendizaje lo determinan las condiciones de adelanto de las nuevas tecnologías y los elementos que forman parte de las TICs, como herramienta del presente y del futuro. Asimismo, de los contrastes que, asociados a cada una de estas disciplinas, exige la colaboración de otras ciencias como la psicología, sociología, lingüística, antropología dentro de cada contexto cultural y social.

En relación con los campos conceptuales que abarca cada temática en las condiciones que debe enfrentar al estudiante ante diferentes situaciones problemáticas consideramos que, si bien las TICs acercan al estudiante al campo de la construcción de sus conocimientos básicos, es también un medio para facilitar el aprendizaje, como también la mejor alternativa hasta el presente para ayudarlo a superar obstáculos, en función del autoaprendizaje y provocar más y mejores visiones en el desarrollo de una conceptualización plena. Desde este punto de vista, el criterio de lo que significa entender y comprender el concepto y cómo este concepto puede ser construido y desarrollado por el que aprende, con la ayuda de las tecnologías de la información y la comunicación.

Por tanto, en el desarrollo y construcción del conocimiento se demuestra que para el saber objetivo juega un papel importante la comprensión de aquellos aspectos del objeto, que son invariantes no solo en lo relacionado con las perspectivas cambiantes del sujeto, sino también en lo relativo a las diferentes condiciones externas y sus conexiones con el ambiente tal como los percibe cada ser humano dentro de su interacción sujeto-objeto y la generación de un proceso cognitivo en un principio metodológico, para la permanente construcción en la formación del saber científico, sin perder de vista algunos factores que intervienen en la educación y formación de los estudiantes; entre otros citamos los siguientes: "los profesores y su forma de enseñar, la estructura de los conocimientos que forman el currículo, la forma como se concibe y construye el conocimiento"(2), es decir su historia; el contexto social y la aplicación de las políticas educativas por parte del Gobierno de turno, y por último, los estudiantes y la manera de aprender o concebir los conceptos.

En términos generales, las tecnologías de la información y comunicación determinan una nueva cultura, como también un replanteamiento de los factores que intervienen en la educación para integrar estudiantes, profesores y la red donde se comparten los conceptos y los significados en la búsqueda de apoyo mutuo. Dadas las condiciones de los docentes y estudiantes en la educación básica primaria, las dificultades para la fundamentación en ciencias y matemáticas, hecho que se percibe en los primeros grados del bachillerato, cuando el docente es un especialista en cada asignatura; los



laboratorios, materiales, bibliotecas son de uso limitado, la falta de la sala de sistemas. En idénticas circunstancias se vive en la educación media con jornadas estudiantiles insuficientes, el hacinamiento en las aulas y la normatividad poco facilita disminuir las tensiones entre lo pedagógico, lo tecnológico y la confianza y el aprendizaje.

Así, la experiencia nos ha colocado en condiciones de privilegio frente a algunas circunstancias como la que se observa a continuación, después de generar un trabajo para los estudiantes de cálculo multivariado, se presentan cinco ejercicios del texto guía del tema derivada direccional y vector gradiente, donde solamente se resuelve el ejercicio el cual nos interesa presentar la solución.

### 3. Análisis de un caso particular

- Determine la ecuación del plano tangente al hiperboloide  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$  en  $(x_0, y_0, z_0)$  y

expresarla en la forma:  $\frac{xx_0}{a^2} + \frac{yy_0}{b^2} - \frac{zz_0}{c^2} = 1$

- Muestre que la ecuación del plano tangente al paraboloides elíptico  $\frac{z}{c} = \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2}$  En el punto  $(x_0, y_0, z_0)$  puede escribirse como:

$$\frac{2xx_0}{a^2} + \frac{2yy_0}{b^2} = \frac{z+z_0}{c}$$

- Encuentre los puntos sobre el elipsoide  $x^2 + 2y^2 + 3z^2 = 1$  donde el plano tangente es paralelo al plano  $3x - y + 3z = 1$

**Solución:**

Representa un vector normal a la superficie en este caso al elipsoide. Vector normal al plano; los vectores  $f$  y  $\vec{v}$  son paralelos. Reemplazando

$$\nabla f = (2x, 4y, 6z) = 2(x, 2y, 3z)$$

$$\vec{v} = (3, -1, 3)$$

$$x^2 + 2y^2 + 3z^2 = 1$$

$$(3k)^2 + 2\left(\frac{-k}{2}\right)^2 + 3k^2 = 1$$

$$9k^2 + \frac{k^2}{2} + 3k^2 = 1$$

$$18k^2 + k^2 + 6k^2 = 2$$

$$25k^2 = 2$$

$$k = \pm \frac{\sqrt{2}}{5}$$

$$\left( \pm 3 \frac{\sqrt{2}}{5}, \mp \frac{\sqrt{2}}{10}, \pm \frac{\sqrt{2}}{5} \right)$$

Del Álgebra Lineal tenemos:

$$k\vec{v} = \nabla f(x, 2y, 3z)$$

$$(x, 2y, 3z) = k(3, -1, 3)$$

$$3k = x \Rightarrow k = \frac{x}{3}$$

$$2y = -k \Rightarrow y = \frac{-k}{2}$$

$$3z = 3k \Rightarrow z = k$$

- Determine los puntos sobre el hiperboloide  $x^2 - y^2 + 2z^2 = 1$ . Donde la recta normal es paralela a la recta que une los puntos:  $(3, -1, 0)$  y  $(5, 3, 6)$
- Muestre que el elipsoide  $3x^2 - 2y^2 + z^2 = 9$  y la esfera  $x^2 + y^2 + z^2 - 8x - 6y - 8z + 24 = 0$  son tangentes entre si en el punto  $(1, 1, 2)$

El resultado obtenido es, que son relativamente, pocos los estudiantes que logran el propósito esperado como es el de resolver el ejercicio intermedio o el número tres, es decir,

donde se presenta la solución, dado que para ello requieren de conocimientos básicos, los cuales tienen que ver con "procesos específicos"(1) de la matemática, estos apuntan a conceptos claros del álgebra lineal, cálculo diferencial, cálculo vectorial, geometría euclidiana, geometría analítica del plano y del espacio. Por mucho tiempo se ha encontrado poco interés en resolver este ejercicio, de ahí la constancia de tenerlo en permanente observación. En términos generales la mayoría decide no entregar este trabajo. Por tanto, se ha decidido enviar a los estudiantes a la red (Google, Altavista, Yahoo) donde se encuentra resuelto un ejercicio modelo, del cual se pueden extraer los elementos conceptuales y procedimentales necesarios y suficientes para entender y comprender la solución requerida; sin embargo, cuando se le solicita una sustentación del ejercicio en cuestión tienen demasiadas dificultades para presentar argumentos de manera adecuada y satisfactoria en la solución del ejercicio. Para el caso de este semestre, 2006-I, se ha encontrado que la solución ha sido tomada del solucionario que ha facilitado la editorial, además de la ayuda de algunos profesores que ofrecen las tutorías del Departamento de Ciencias Básicas de La Universidad Católica de Colombia.

En consecuencia, la utilización de las TICs como herramientas de trabajo en el campo docente es importante y puede ayudar como refuerzo. Además de la intermediación conceptual realizada por el docente que conoce la asignatura respectiva. Por tanto, en quince años se llegará a circunstancias un tanto mejores en términos de acceso a los medios de información y comunicación; las condiciones tecnológicas mejorarán en el mundo tal como se ha anunciado, pero tendrán vigencia las dificultades de interacción docente-estudiante, estudiante-medio tecnológico, como también en el campo económico, político, social y educativo; para el caso de Colombia, este será uno de los grandes retos en la formación básica de los ingenieros.

Las condiciones económicas, políticas y sociales de la Colombia actual tendrán pocas variaciones en relación con el tiempo señalado porque los próximos cuatro años son poco alentadores en el campo educativo y los diez años siguientes serán de incertidumbre o recomposición del mismo. El ingreso per cápita ha disminuido, la pobreza sigue en aumento vertiginoso, el Tratado de Libre Comercio podría permitir el ingreso y la incorporación de nuevas tecnologías. Sin embargo, serían muy pocos los que logren este beneficio y el propósito es el de consolidar la expansión del conocimiento a la mayoría de los colombianos.

#### 4. Conclusiones

El enfrentar este trabajo del cómo se identifica la solución de un problema o ejercicio, su contexto conceptual, el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias naturales, la utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y su relación con el aprendizaje y el autoaprendizaje de estas Ciencias, propicia un ambiente que genera ideas, visiones entre las conexiones conceptuales y la contextualización del aprendizaje matemático y científico de los estudiantes en la construcción del lenguaje, la notación de los conceptos, contenidos y temas como también, la interpretación en la solución de problemas de los textos de estudio.

En el estudio de las matemáticas y las ciencias naturales es necesario que el estudiante represente en las diferentes formas del lenguaje matemático y científico: verbal, tabular, gráfica y simbólica dentro de la interpretación de los conceptos en función de entender, comprender, desarrollar y resolver cada componente propuesto en la solución del problema. Las tecnologías de la Información y las Comunicaciones, TICs juegan un papel importante en el camino de apuntalar un cambio en el ámbito cultural, productivo y tecnológico en nuestro sistema educativo. Así mismo y de acuerdo con los planteamientos de Carlos Eduardo Vasco U. en los siete retos de la educación colombiana (4), esta propuesta asume categóricamente los planteamientos del autor en mención. Lo que significa la importancia y la necesidad de generar altos niveles de educación en las matemáticas, las ciencias naturales y las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC's), como elementos esenciales en la formación del ingeniero.

En consecuencia, la conjugación de las Ciencias Fáticas, las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Filosofía del Ser, ontológicamente responsable, es un signo de esperanza y de seguridad dentro de una praxis tecnológica; sin embargo esto exige un soporte conceptual en el desarrollo de habilidades para relacionar ideas, representaciones y conceptos.

Finalmente, y sin perder de vista lo propuesto reiteramos que, la existencia de las diversas teorías que conforman la estructura de las ciencias básicas para ingenierías, por ser a su vez un hecho histórico, modifica las condiciones del objeto del conocimiento, que puede interpretarse un estudiante, si no se entrega una conceptualización clara y sólida, por tanto, conservar esta estructura requiere la intermediación o asesoría del docente, por lo tanto,



podemos convertir al estudiante en un dependiente exclusivo de la máquina, de tal modo que el estudiante logre comprender, conocer y consolidar la esencia de las ciencias básicas para determinar la importancia en las asignaturas como las que encontramos en las ciencias de la ingeniería.

### 5. Referencias

- [1] Ministerio de Educación Nacional; Matemáticas Lineamientos Curriculares, 1998. 35 pp.
- [2] Novac, Joseph; GOVIN, Bob; Aprendiendo a Aprender; Ediciones Martínez roca S. A. 1998.14-15pp
- [3] Stewart, James; Cálculo Multivariado; Internatinal Thompson Editores S.A; 1999. pp 938.
- [4] Universidad EAFIT; Carlos E. Vasco U. (2006 Marzo); Siete retos de la educación colombiana para el periodo de 2006 a 2019. 4pp
- [5] Santos Trigos, Luz Manuel; Principios y métodos de la resolución de problemas en el aprendizaje de las matemáticas; Grupo Editorial Iberoamérica; Segunda Edición 1997.
- [6] Majmutov, M.I; La Enseñanza Problemática; Editorial Pueblo y Educación, 1983.  
Jonas, Hans; El Principio de Responsabilidad; Editorial Herder; Segunda Edición 2004.
- [7] Alcaldía Mayor de Bogotá; Hacia una Política de aprovechamiento pedagógico de las tecnologías de la Información y Comunicaciones TICs en la educación Distrital. 2005.

# Assessment: referente de mejora al proceso enseñanza aprendizaje

Ing. Carmen Regina Berdugo Correa. M Sc., Ing. Lina Margarita Prada Angarita  
Universidad del Norte, Barranquilla - Departamento de Ingeniería Industrial

---

## Resumen

Día a día, en el proceso de enseñanza aprendizaje, se hace necesario investigar y desarrollar diversas herramientas de apoyo al mismo. El concepto de assessment, concebido como mecanismo de corroboración de logros y objetivos, se constituye en elemento fundamental e invaluable para mejorar dicho proceso.

La definición de las competencias de un ingeniero industrial así como los objetivos a alcanzar en los mismos, se traducen posteriormente en objetivos específicos por asignatura, como elementos básicos que medirán el cumplimiento de dichos objetivos y competencias generales a través del seguimiento paso a paso de su evolución y logro.

A través de la declaración y presentación específica de outcomes como componentes finales del modelo assessment, se logran diseñar elementos evaluativos de diversas características que llevarán a retroalimentar el proceso para asegurar, al final del mismo, el mayor cumplimiento porcentual no solamente de los outcomes, objetivos y competencias del ingeniero industrial sino que también se convertirán en herramienta de aplicación del ciclo PHVA (planear, hacer, verificar, actuar) de futuros procesos educativos efectivos.

Para la validación de la metodología diseñada a partir de la esencia del assessment, se seleccionó la asignatura Investigación de Operaciones I del plan de estudios de Ingeniería Industrial de la Universidad del Norte. Esta metodología innovadora de corroboración de logros en el proceso de enseñanza aprendizaje ha presentado varias evoluciones en sus matrices originales, como evidencia del proceso de mejoramiento continuo. También ha permitido disminuir el número de outcomes básicos medibles de la asignatura en cuestión llegando a una aplicación más efectiva.

El modelo también ha sido utilizado como herramienta para tomar decisiones semestre a semestre como producto del análisis de los resultados parciales que no solamente apoyan y mejoran el proceso en curso sino que muestra las bondades hacia procesos posteriores. La aplicación de esta herramienta se ha convertido en mecanismo innovador e imprescindible de mejora individual y grupal que impacta positivamente en el desarrollo de instrumentos evaluativos.

**Palabras claves:** Assessment, outcomes y modelo de mejora

## Abstract

Day by day, in teaching-learning process, it becomes necessary to investigate and develop diverse support tools to the same one. The assessment concept, conceived as mechanism of corroboration of achievements and objectives, is constituted in fundamental element and invaluable to improve this process.

The definition of industrial engineer's skills as well as the objectives to reach, are translated later in specific objectives by subject, as basic elements that will measure the fulfillment of this objectives and general skills through the pursuit step to step of their evolution and achievement.

Through the declaration and specific presentation of outcomes like final components of the assessment model, it is possible to design evaluate elements of diverse characteristic that took to feedback the process to assure, at the end of the same one, the biggest percentage of achievement not only of the outcomes, objectives and the industrial engineer's skills but rather they will also become tool of application of the PHVA cycle (Plan, make, verify, act) of future effective educational processes.

For the validation of the methodology designed beginning from the essence of the assessment, the subject Operation Research I, that belongs to the plan of studies of Industrial Engineering of the North University was selected. This innovative methodology of corroboration of achievements in teaching-learning process has presented several evolutions in its original matrix, like evidence of the process of continuous improvement. It has also allowed to low the number of basic outcomes of the subject arriving to a more effective application.

The model has also been used as tool to make decisions semester to semester like product of the analysis of the partial results that not only support and improve the process in course but rather it shows the kindness toward later processes. The application of this

tool has become in an innovative and indispensable mechanism of singular and grouped improvement that impact positively in the development of evaluations instruments.

**Keywords:** Assessment, outcomes and improvement model

## 1. Introducción

El desarrollo de un aprendizaje significativo requiere de una evaluación adecuada, con orientación pedagógica a través de la utilización de herramientas efectivas.

El proceso de evaluación tradicional generalmente se limita a la asignación de un número (calificación) a un instrumento individual o grupal que pretende medir conceptos específicos. Pero esta etapa del proceso enseñanza - aprendizaje debe llevar a un análisis más profundo acerca del verdadero cumplimiento de los objetivos de los programas académicos.

Este proceso requiere de retroalimentación y continuo seguimiento, en busca de su mejoramiento y dinamismo constante que permita llegar a la reflexión del mismo y por lo tanto, se puedan tomar decisiones acertadas con respecto a los resultados.

Teniendo en cuenta las necesidades del Proceso Enseñanza Aprendizaje, se diseñó un modelo basado en Assessment que permite evaluar el nivel de logro de las competencias del ingeniero industrial, sus objetivos y metas específicas.

## 2. Generalidades del Modelo Assessment

El modelo Assessment parte de la definición y revisión de las competencias del Ingeniero Industrial. Estas competencias se desarrollaran a través del cumplimiento de los objetivos establecidos para el programa específico, que a su vez, resultan del logro de los objetivos formulados en cada una de las asignaturas que conforman el plan de estudios. Los Outcomes, son diseñados a partir de los objetivos específicos de dichas asignaturas, por lo que se definen como sus resultados de aprendizaje.

La aplicación del Modelo Assessment requiere de un proceso de planeación de la asignatura desde su inicio. Es necesario definir la frecuencia con que un Outcome será evaluado, para calcular la importancia, o lo que es igual, la contribución de cada evaluación en el cumplimiento del Outcome.

El diseño de los outcomes a medir por tópico interno de cada asignatura, son conocidos por los estudiantes al inicio de cada semestre a través de su consignación en las parcelaciones o guías temáticas de las asignaturas; así

mismo, cada herramienta evaluativa utilizada contempla como primer punto, la declaración de outcomes que se medirán.

Con la aplicación de este modelo innovador se busca el mejoramiento del proceso enseñanza aprendizaje ya que al obtener resultados parciales, es posible identificar las metas u objetivos que presentan debilidades, brindando la posibilidad de tomar decisiones de manera oportuna con respecto al aseguramiento en el cumplimiento de los outcomes. Además, el modelo permite medir el porcentaje de cumplimiento de objetivos de la materia no solo de manera individual sino también grupal facilitando el seguimiento y la toma de decisiones respecto a los tipos de evaluación que se deben realizar. Por ejemplo, un alto cumplimiento del Outcome evaluado con una herramienta grupal frente al mismo outcome evaluado con una herramienta individual, evidencia la necesidad de utilizar en el siguiente momento evaluativo, un instrumento individual que muestre el verdadero cumplimiento por estudiante y hacer un correcto seguimiento.

Durante la validación del modelo, se encontró una nueva forma de tomar decisiones con respecto a los temas a evaluar en la asignatura, su frecuencia y pertinencia durante el semestre. A través del análisis de los resultados parciales de las mediciones realizadas a los Outcomes, se pueden identificar cuales de estos necesitan ser reforzados y por lo tanto se hace énfasis en ellos. Un nuevo momento de evaluación debe mostrar un mayor nivel de cumplimiento del Outcome. Adicionalmente, los análisis por estudiante, grupo y semestre permiten aplicar el ciclo PHVA para rediseñar un proceso de enseñanza mejorado durante el siguiente semestre. Esta es la mayor bondad del modelo en cuanto al impacto en el proceso educativo.

## 3. Modelo Assessment

En el modelo Assessment se diseñaron varios niveles que representan el alcance o impacto que tienen los Outcomes en las competencias del Ingeniero Industrial.

El primer nivel está conformado por los Outcomes, el segundo por los objetivos particulares de cada asignatura que conforma un plan de estudio, el tercero por los objetivos del programa de Ingeniería específico (u otro) y el cuarto por las competencias.







Figura 1. Modelo Assessment.  
Fuente: Elaboración propia

#### A. Pasos del Modelo:

- 1) Definición de las competencias del Ingeniero Industrial.
- 2) Definición de los objetivos del Programa de Ingeniería Industrial.
- 3) Definición de los objetivos de la asignatura.
- 4) Definición de Outcomes.
- 5) Asignación de importancia porcentual de cada una de los objetivos del Programa en las Competencias.
- 6) Asignación de importancia porcentual de cada una de los objetivos de la asignatura en los objetivos del Programa.
- 7) Asignación de importancia porcentual de cada uno de los Outcomes en los objetivos de la asignatura.
- 8) Asignación de importancia porcentual de cada una de las evaluaciones en el Outcome.
- 9) Planeación semestral de los momentos de evaluación de Outcomes y frecuencia de evaluación.
- 10) Ajustes posteriores al análisis de los resultados.

#### B. Operativa del modelo

Para obtener los datos que alimentan el modelo, se utilizan los resultados normales obtenidos por los estudiantes en las evaluaciones. Cada una de las preguntas de la evaluación debe diseñarse de forma tal, que se relacione con un outcome específico, a fin de poder calcular cuanto aporta la pregunta al cumplimiento del mismo. Si el Outcome tiene varias preguntas asociadas, se asigna un porcentaje de aporte de cada pregunta a su cubrimiento.

Luego de tener el Porcentaje del cumplimiento del Outcome, se calcula el cumplimiento del objetivo de la asignatura, teniendo en cuenta la importancia relativa definida inicialmente.

Es necesario asignar fechas o puntos de corte, que corresponden a un porcentaje de la evaluación del Outcome. Si en este corte, un porcentaje X de los estudiantes alcanzó el Outcome en un Y%, y este último valor se considera satisfactorio, se dedica el tiempo restante al afianzamiento de los Outcomes con bajo cumplimiento. Si no se observan las condiciones anteriores, se diseñan momentos educativos para reforzar los conceptos. Posteriormente se programa la aplicación de herramientas evaluativas adicionales que permitan medir en que grado los estudiantes lograron los objetivos trazados.

#### 4. Aplicación del Modelo Assessment

Para la validación del modelo diseñado, se hizo su aplicación en la asignatura Investigación de Operaciones I del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Norte. Este modelo innovador ha presentado varias evoluciones, como evidencia del proceso de mejoramiento continuo.

El modelo que se utiliza actualmente en esta asignatura, emplea los resultados originales de los instrumentos evaluativos aplicados. Por ejemplo, Un Quiz de Programación lineal, valora sus outcomes de la siguiente forma:

- Definir las variables del problema (30%)
- Definir la función objetivo (30%)
- Definir las restricciones (30%)
- Definir la no negatividad (10%)

Teniendo la tabla de resultados, se puede calcular el aporte particular que hace la pregunta del Quiz en el Outcome de la Asignatura.

Cuando se tienen los aportes de cada pregunta en las diferentes herramientas de evaluación al Outcome, se asigna la importancia relativa de cada una de ellas y se totaliza, obteniendo así el cumplimiento del Outcome.

A partir del cumplimiento del Outcome, la importancia de analizar en detalle estos resultados, son de vital importancia al proceso de enseñanza aprendizaje. Algunas de las decisiones tomadas a partir dichos resultados son:

- 1) Al tener en cuenta momentos de corte para la revisión y ajustes al proceso de enseñanza - aprendizaje, por ejemplo, en caso de tener el 70% del Outcome evaluado, se pueden tomar decisiones acerca de la pertinencia de completar la evaluación en su 100%. Si en el momento definido, el 80% de los estudiantes ha alcanzado el Outcome en un 60%, se podrían tomar decisiones como dedicar el tiempo restante a reforzar aquellos Outcomes

que no cumplan lo anterior (los porcentajes de cumplimiento de un outcome son definidos de acuerdo con criterios establecidos por las autoridades del proceso).

- 2) Al tener detectados los Outcomes con un cumplimiento no aceptado, se pueden canalizar los esfuerzos y recursos en aquellos temas que necesitan revisión.
- 3) Las posibles decisiones a tomar, permiten brindar una mayor diversidad en los temas, medir la complejidad, comprensión e integración de los conceptos individuales. En este punto, es clave la participación activa de estudiantes de apoyo (monitores), ya que a través de estos se pueden programar talleres que permitan el alcance de objetivos para aquellos estudiantes que tengan falencias.
- 4) Se pueden establecer categorías que cualitativamente representen la satisfacción que se tiene con los resultados, esto es definir rangos que traducen los resultados cuantitativos en cualitativos.
- 5) El análisis de los resultados individuales permite conocer el nivel de competencia que el estudiante alcanzó con respecto a los objetivos de la asignatura.
- 6) Se pueden identificar puntos débiles o claves para la posterior mejora del proceso enseñanza - aprendizaje.
- 7) Se detectan nuevas necesidades de los estudiantes con respecto a los temas evaluados.
- 8) Permite que los estudiantes visualicen el grado de cambio que presentan a medida que avanzan en la asignatura, creándoles un sentimiento de motivación por superación de sus propios resultados. Cabe destacar que los resultados se manejan de manera confidencial al utilizar códigos para cada estudiante.
- 9) Es posible tomar decisiones semestre a semestre en cuanto a la frecuencia de evaluación y rediseño de Outcomes.
- 10) Evaluar los momentos de corte de manera individual, es decir, simplemente comparar resultados finales e iniciales. Esto es válido en la medida que el Outcome haya sido evaluado de manera individual, ya que lo realmente importante es el cumplimiento del mismo al final del semestre.
- 11) Evaluar los momentos de corte conjuntamente, es decir, revisar el valor final obtenido a partir de la acumulación del cumplimiento. Esta forma es muy valiosa cuando el Outcome es evaluado en grupo a través herramientas pertinentes.

Actualmente se está trabajando en un programa que integre todos los niveles del modelo. Su aplicación total requiere de una combinación tecnológica y conceptual que es posible a través de un software. El trabajo realizado en la asignatura de Investigación de Operaciones I ha estado circunscrito en

el nivel 2, pero su alcance a corto plazo está en la aplicación a un nivel superior.

## 5. Conclusiones

El seguimiento al proceso de enseñanza aprendizaje a través de la utilización del concepto de assesment puede ser visto como una estrategia que permite el compromiso personal de avance por parte de los estudiantes y al mismo tiempo se consolida como prueba a la constante preocupación por aplicar herramientas innovadores que mejoren dicho proceso.

El modelo también ha sido utilizado como herramienta para tomar decisiones con respecto al número de outcomes, número de evaluaciones, tipo y pertinencia de las mismas, semestre a semestre, a través del análisis de los resultados del grado de cumplimiento de Outcomes bajo las condiciones de disciplinas utilizadas en el semestre inmediatamente anterior o por historia.

También, es posible ajustar las herramientas y metodologías a grupos diferentes de una misma asignatura, cuando los resultados difieran entre sí (una bondad más del modelo, al adaptar el proceso a las características del grupo y sus individuos).

El proceso de enseñanza aprendizaje es dinámico y versátil, necesitando de herramientas que permitan tenerlo vigilado y bajo control. El modelo Assessment propuesto busca su mejoramiento continuo a través de un seguimiento constante y toma de decisiones oportunas.

## 6. Referencias

- Brent, Rebecca, Felder, Richard. Designing and Teaching Courses to satisfy the Abet Engineering Criteria.
- Abet. Criteria for Accrediting Engineering Programs - Effective for evaluations During the 2002-2003 Accreditation Cycle.
- Besterfield-Sacre, Mary. Triangulating Assessment Proceedings, 2000 ASEE Annual Meeting. American Society for Engineering Education.
- Trevisan, M.S. Designing sound scoring criteria for assessing student performance. Journal of Engineering Education. 1998.
- Besterfield-Sacre, Mary. Shuman, Larry. Defining the Outcomes: A FRAMEWORK FOR EC-2000
- Green, Edward J. El proceso del aprendizaje y la instrucción programada. Buenos Aires: Troquel. 189 P.



# La enseñanza basada en problemas como forma de innovación pedagógica

Juan Antonio González Ocampo

Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales - Facultad de Ingeniería y Arquitectura

---

## Resumen

En la actualidad, se pueden identificar múltiples alternativas de innovación pedagógica propuestas y desarrolladas en diversos países y diseñadas desde y para una variada gama de contextos académicos y profesionales.

Esta ponencia describe y fundamenta el proceso investigativo-experimental en tres cursos del programa curricular de Ingeniería Eléctrica de la Sede Manizales de la Universidad Nacional de Colombia.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP-PBL) se constituye en una nueva y eficaz manera de enfrentar los vertiginosos retos que plantean las formas actuales de abordar, aplicar, gestionar y generar conocimiento, y de establecer relaciones bidireccionales de aprendizaje.

El IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje Basado en Problemas, realizado en el mes de Julio de 2006, en Lima (Perú), corrobora una notable tendencia a reconocer el Aprendizaje Basado en Problemas ABP-PBL como una "propuesta pedagógica" que responde a los retos enunciados.

**Palabras claves:** Innovación pedagógica, ABP, PBL, aprendizaje basado en problemas

## Abstract

Actually, it is possible to identify multiples alternatives around pedagogical innovations proposed and developed from different countries and designed from and for a varied scale of academic contexts and professions.

This document describes and fundamentals a research-experimental process along three courses belonging to the curricular program in Electrical Engineering at Manizales Campus of the Universidad Nacional de Colombia.

Problems Based Learning (PBL-ABP) constitutes a new and efficient way for encourage the vertiginous challenges that must be attended by the actual forms of boarding, management and generation of knowledge, and to establish bi-directional relations of learning.

The IV International Conference about Problems Based Learning, realized past July in Lima (Perú), shows sufficiently that exists a notable tendency to recognize PBL as a "pedagogical proposal" that answers to the enunciated challenges.

**Keywords:** Pedagogical innovation, PBL, problems based learning

## 1. Introducción

Los avances técnicos y tecnológicos operan como un magnífico indicador, socialmente institucionalizado y en términos de los resultados alcanzados, del éxito profesional y empresarial de los actores sociales animados o encargados de analizar, entender y atender la problemática del sostenimiento y mejoramiento de las condiciones de vida de la sociedad. Este es uno de los argumentos para afirmar que: el ABP-PBL se constituye en instrumento legítimamente válido y apto para su utilización, sin requerimientos adicionales de verificación inmediata.

El ABP puede ser aplicado a todos los niveles de aprendizaje a través de las diferentes asignaturas y profesiones, constituye

una especie de antídoto para la información y el conocimiento cada vez creciente y promueve la conexión de ideas, información y conocimientos, ayuda a los estudiantes a aprender como aprender y los conduce a un aprendizaje permanente.

## 2. Referenciación

Una innovación pedagógica encuentra su justificación en los retos que plantean las nuevas formas de abordar, aplicar, gestionar y construir el conocimiento. El avance y progreso tecnológico y técnico que hoy en día se percibe se entiende por la inmediatez con que los conocimientos de uniformidades empíricas penetran en las fuerzas productivas técnicas y se convierten en la base de una civilización científica, la

efectividad de las soluciones propuestas por la comunidad científica y tecnológica a los problemas y situaciones planteados en y por la sociedad y su entorno confirman la validez de los enunciados teóricos que les sirven de base. En este sentido, los desarrollos tecnológico y técnico operan como un control socialmente institucionalizado del éxito (resultados) del saber y lo hacen metodológicamente apto para su utilización sin requerimientos adicionales de verificación inmediata.

Al clasificar las diversas alternativas de innovación pedagógica propuestas y desarrolladas en diversos países y diseñadas desde y para una variada gama de contextos académicos y profesionales, se percibe una notable tendencia a reconocer el Aprendizaje Basado en Problemas -ABP- como una "propuesta pedagógica" que responde a los retos enunciados atrás.

Según documento tomado de la red Internet<sup>1</sup>: "La Enseñanza Basada en Problemas (EBP) es un método de aprendizaje mediante el cual los estudiantes encuentran un problema, seguido de un proceso de averiguaciones centrado en los alumnos (Neufeld and Barrows, 1974; Schmidt, 1993; Boud and Feletti, 1997; Barrows, 2000). Tanto el contenido, como el proceso de aprendizaje son enfatizados en la EBP. Durante los últimos 30 años, muchas variantes de EBP han evolucionado, pero aún se mantienen elementos esenciales relativamente constantes. El axioma del ABP es que el problema aparece primero, sin una lectura o preparación avanzada, sirviendo como un estímulo a la necesidad de saber. problema (s) y explorar el conocimiento pre-existente relacionado con el asunto. Los estudiantes determinan y exploran lo que ya ellos han estudiado y qué necesitan aprender a fin de avanzar en su comprensión del problema. Los elementos claves del ABP son la formulación de preguntas que pueden ser exploradas y sus respuestas a través de una búsqueda sistemática, preguntas autodirigidas y la revisión y prueba de las hipótesis, mediante la aplicación de un conocimiento nuevamente adquirido. La discusión activa y el análisis de los problemas, las hipótesis, mecanismos y aspectos de aprendizaje entre los estudiantes, son esenciales a este proceso, habilitando al estudiante para la adquisición y aplicación del contenido de aprendizaje; y de aprender y practicar, tanto de forma individual como en grupo, habilidades de comunicación críticas para la enseñanza y el aprendizaje".

El Aprendizaje Basado en Problemas es una propuesta pedagógica orientada a procurar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades y valores, consistente en enfrentar al alumno a situaciones problemáticas en escenarios reales y complejos, o

simuladores de la realidad, para que mediante un proceso de motivación y acompañamiento desarrolle nuevos conocimientos, habilidades y valores.

La cantidad de conocimientos (en cualquier campo) crece a un ritmo tan acelerado que es imposible al alumno aprenderlo. El objetivo principal del ABP-PBL es hacer a los alumnos independientes e interdependientes, motivados por la resolución de una situación problemática proveniente de su entorno.

Esta forma de dirigir el aprendizaje tiene un marco constructivista por cuanto se apoya en las siguientes premisas: [1].

1. El entendimiento se encuentra en nuestras interacciones con el ambiente.
2. El conflicto cognitivo es el estímulo que determina la naturaleza de lo que se aprende.
3. El conocimiento evoluciona a través de las negociaciones sociales y a través de la evaluación de los entendimientos de cada individuo.

Díaz y Hernández [2] (p.110-111) presentan un listado de lineamientos generales para el empleo de estrategias de enseñanza, en su gran mayoría aplicables a esta forma de aprendizaje.

El ABP es un componente fundamental para la transformación de la educación en cuanto a la forma de producción del conocimiento ya que permite pasar del impartimiento de un conocimiento disciplinar o de Modo 1 [3], caracterizado por el academicismo, la homogeneidad en habilidades y la jerarquización [4] (p. 47), a la construcción de un conocimiento de Modo 2 o conocimiento transdisciplinar, caracterizado por la flexibilidad, la aplicabilidad, la heterogeneidad, la horizontalización de las jerarquías y las posibilidades que ofrece de ser sometido permanentemente al escrutinio público y social.

Para Edgar Morin [5], las nuevas propuestas curriculares deberán poseer las siguientes características (2002, 270) educativas:

- Cambios en el papel del profesor, de proveedor de conocimiento a guía de quien aprende.
- Cambios en los sistemas de evaluación.

El ABP tiene entre sus premisas metodológicas la redefinición del papel del docente, quien pasa a desempeñar funciones de

<sup>1</sup> Versión al español de la Profesora. M. García Jardón, Profesora Asociada, Departamento de Patología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Transkei, Umtata, Suráfrica. e-mail: mirta@worldonline.co.za



teoría y motivación. Igualmente impele a la búsqueda de técnicas y sistemas de evaluación acordes con su naturaleza.

### 3. Descripción de la experiencia

La presente experiencia ha venido siendo desarrollada por el autor, a partir del año 2004 y en los cursos de: Instalaciones eléctricas y de telecomunicaciones I y II y Medidas e Instrumentación, del programa curricular de Ingeniería Eléctrica de la Sede Manizales de la Universidad Nacional de Colombia.

Si bien, el autor, siempre ha tenido entre sus motivaciones profesionales y docentes el deseo y el interés por el mejoramiento continuo del proceso enseñanza-aprendizaje, es con los modernos y acelerados desarrollos de los sistemas de información y el avance tecnológico de los sistemas de telecomunicación y automatización cuando surge la necesidad de implementar una nueva propuesta pedagógica para los cursos mencionados.

Semestre a semestre se han ido introduciendo los componentes fundamentales del ABP, en un proceso gradual y cuidadoso para permitir, tanto la adaptación de los alumnos como la evaluación de los resultados obtenidos y la realización de los ajustes necesarios.

### 4. Diseño metodológico de aplicaciones ABP

El desarrollo de la experiencia descrita y los resultados obtenidos permiten proponer componentes metodológicos generales para aplicaciones básicas de ABP, integrados en la siguiente forma:

- Identificación de escenarios
- Organización del trabajo y acompañamiento.
- Control del proceso.
- Proceso de evaluación.

La naturaleza de los programas curriculares puede determinar especificidades metodológicas fundamentadas en:

- El perfil profesional del programa académico impartido.
- La naturaleza de los conocimientos asociados a las temáticas de los cursos.
- El tamaño de los cursos.
- La valoración del curso en el sistema de créditos académicos.

#### 4.1 Identificación de escenarios

Considerando el escenario como el conjunto - real, hipotético o virtual - de elementos, circunstancias, datos e información que conforman y describen una situación problemática de cuyo abordaje y análisis se puede lograr el aprendizaje y la construcción de conocimientos.

La identificación y elaboración de escenarios toma en consideración que los mismos:

- Se basan en los contenidos temáticos del curso.
- Se toman, en lo posible, del contexto local, regional o nacional.
- Implican el cambio actitudinal metodológico y un esfuerzo adicional del docente.

#### 4.2 Organización del trabajo

A partir de la lista de integrantes del grupo se procede a la organización del mismo con los siguientes criterios:

- El grupo se divide en subgrupos de cuatro o cinco estudiantes.
- Cada subgrupo organiza autónomamente su estructura con base en roles que faciliten su operatividad: Moderador, Relator, Escéptico u Oponente y Vocales.
- Los roles se rotan periódicamente para que cada integrante del grupo desarrolle diversas destrezas.
- Las sesiones de trabajo son de dos tipos: Presenciales con acompañamiento del Tutor (Profesor) e Independientes (sin acompañamiento).
- El acompañamiento del docente es indispensable y obligatorio.

Las sesiones presenciales toman diversas expresiones según la etapa del proceso que se esté desarrollando y el sitio de labor:

- Mesas de discusión y análisis en el aula de clase.
- Grupos de trabajo en laboratorio.
- Grupos de labor en el trabajo decampo.

#### 4.3 Control del proceso enseñanza - aprendizaje

El desarrollo del proceso Enseñanza-Aprendizaje y el cumplimiento de los objetivos curriculares propuestos se realiza mediante la elaboración de una relatoría cronológica y temática por parte de cada subgrupo de estudiantes. Dicha relatoría puede tomar la forma de:

- Un libro de Actas de Labor Académica.
- Un Diario de Campo.
- Un libro de Control del proceso.
- Un portafolio

#### 4.4 Proceso de evaluación

La evaluación de los logros y competencias académicas alcanzadas por el alumno consta de dos componentes básicos:

Evaluación del proceso como tal, que se realiza:

- En las sesiones presenciales a través del diálogo con cada subgrupo y con cada uno de sus integrantes.



- La valoración de resultados o productos presentados por cada subgrupo.
- El examen crítico y valorativo de las relatorías en cualesquiera de sus formas.

#### Evaluación de aprendizaje:

- Puede realizarse con cualesquiera de los métodos reconocidos: Examen, exposición, ensayo, proyecto.

### 5. Resultados percibidos

Las experiencias vividas en los semestres anteriores permiten percibir diversos aspectos que se pueden definir como positivos en cuanto alientan el proceso, sirven de base para su continuidad y justifican su reforzamiento, o que se pueden considerar como cuestionantes o preocupantes en cuanto representan dificultades o inconvenientes que se deben reexaminar y analizar con miras a identificar y valorar su influencia real en el proceso:

#### 5.1 Aspectos positivos

- Una fácil adaptación de cada estudiante y del grupo general a la metodología propuesta.
- Un enorme interés en el análisis de las situaciones planteadas y un deseo manifiesto en encarar su solución.
- Un desarrollo paulatino y gradual de habilidades para trabajo en grupo.
- El desarrollo de habilidades comunicativas.
- La ampliación del espectro de fuentes de consulta: libros, Internet, catálogos, proveedores de productos y servicios, actores sociales.
- Una mejor organización del trabajo académico.
- Se abre el camino al trabajo interdisciplinario
- Una reducción notable del estrés asociado a la evaluación.

#### 5.2 Aspectos cuestionantes

- El proceso Enseñanza-Aprendizaje se hace lento.
- En algunos casos el "número" de temáticas desarrolladas puede ser bajo.
- Se exige un mayor esfuerzo del docente y del alumno.
- Se requiere un cambio de aptitud metodológica por parte del docente.
- Es bien difícil equilibrar y valorar dicho equilibrio en el trabajo de cada alumno.

### 6. Conclusiones

- El desarrollo del proyecto permite, a la fecha, expresar las siguientes conclusiones:
- El ABP es una alternativa pedagógica para atender y enfrentar las nuevas formas de abordar y aplicar el

conocimiento y la información existentes e intentar la construcción de nuevo conocimiento a partir de un proceso de Enseñanza-Aprendizaje basado en la identificación, análisis y resolución de problemas.

- El ABP posibilita el trabajo académico interdisciplinario.
- Además de aquellas competencias propias de los contenidos curriculares del programa académico, el ABP permite desarrollar diversas competencias y destrezas: trabajo en grupo, consulta de información, desempeño laboral, habilidades comunicativas, capacidad de dirección.
- La implementación del ABP en un curso exige cambios actitudinales en docentes y estudiantes.
- La adopción de la propuesta pedagógica implica un proceso gradual de prueba y ajuste por parte del docente, puesto que las metodologías no son rígidas y la adaptación a ellas no se logra en forma inmediata.
- La metodología y el mecanismo de control del desarrollo del proceso presentan una interesante alternativa para la operativización de los Créditos Académicos.
- El ABP por si solo no garantiza la transformación curricular ni el desarrollo de competencias; que se presentan como retos para la Educación Superior en el nuevo modelo de construcción del conocimiento.

### 7. Referencias

- [1] González, María del Pilar. La metodología del ABP en el aula y el rediseño de los cursos de Ingeniería. IV Congreso Internacional ABP-2006-PBL. Lima (Perú), 2006. pp.2.
- [2] Díaz, Frida y Hernández Gerardo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Mc. Graw-Hill, 2001.
- [3] Gibbons, Michael et al. La nueva producción del conocimiento. Pomares-Corredor, Barcelona, 1998. 221 pp.
- [4] Díaz, Mario. Flexibilización y Educación Superior en Colombia. Bogotá, ICFES, 2002.
- [5] Morin, Edgar. La reforma del pensamiento y la educación en el siglo XXI. En: Claves para el siglo XXI. Madrid, Crítica, 2002.

#### Concernientes al documento de Internet citado:

- Barrows HS (2000). Problem-Based Learning Applied to Medical Education. Revised edition. Southern Illinois University School of Medicine, Springfield, Illinois.
- Neufeld VR, Barrows HS, (1974). "The McMaster philosophy": An approach to medical education. *Journal of Medical Education* 49(11):1040-1050.
- Schmidt HG (1993) Foundations of problem-based learning: some explanatory notes. *Medical Education* 27: 422-432



# Investigación en la relación universidad - empresa

Jorge Alberto Rodríguez O.

Departamento de Ingeniería Civil - Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

## Resumen

Colombia es un país con un incipiente y aún débil sistema de investigación. Este sistema afronta retos y oportunidades en su relación con las empresas y la integración de estas actividades con la docencia. El impacto y relevancia de la investigación hacia la comunidad profesional y hacia la académica depende en mucho de que la estrategia que se utilice para manejar la relación universidad-empresa sea adecuada. En el trabajo se hace una recopilación de experiencias de países desarrollados sobre este tema, en donde se muestran diferentes esquemas de trabajo y diferentes aspectos de esta relación y el impacto que ha tenido su aplicación. Esta información es importante para la planeación estratégica de estas actividades en el sistema educativo Colombiano, y en particular en el ámbito de la ingeniería.

**Palabras claves:** Investigación, relación universidad-empresa

## Abstract

The system supporting research activities in Colombia is at an incipient stage. This system is facing challenges and opportunities in its relationship with industry and the integration of these activities with teaching. The impact and relevance of research at our universities towards the industry and academy will depend on the strategy used to develop the research - university - industry relationship. The paper is based on a review of literature on this subject mainly from studies in the US, looking for the different approaches, key issues and the results that have been obtained by its use. This information is useful for the strategic planning of research and university industry-relationships in the Colombian Universities, particularly in engineering.

**Keywords:** Research, university, industry relationships

## 1. Introducción

El principal aspecto que le da relevancia a la investigación en las universidades con respecto a la empresa, y por lo tanto la base fundamental de esta relación es la innovación tecnológica que se pueda derivar de dicha investigación. Desde esta perspectiva es importante estudiar los factores que determinan la innovación tecnológica y en particular el papel de la investigación en la universidad en la relación universidad - empresa.

Dentro de las consideraciones para la formulación de sistemas de medición de los procesos de innovación tecnológica, Jaramillo et al[1], parten de una premisa básica: que la conducta tecnológica de las firmas tiene importantes consecuencias en sus competencias individuales y, a la vez, fuertes implicaciones en la elección tácita del sendero de desarrollo adoptado por el país. Esta premisa se basa en que el dinamismo innovador de las empresas es muy importante para la economía ya que este supone no sólo una mayor competitividad de la economía en su conjunto, sino también la irradiación de avances tecnológicos hacia los restantes agentes económicos, con su consecuente incidencia en el sendero de desarrollo de un país. La innovación tecnológica está llamada a ser la

fuerza principal de adquisición de mejoras competitivas genuinas, sustentables y acumulativas. Por ventajas genuinas se refieren al logro de ventajas competitivas a partir de la acumulación de conocimientos, el desarrollo de habilidades y el aprovechamiento de capacidades (naturales o adquiridas) que permiten a las firmas destacarse sobre la competencia. Por sustentables se refieren a aquellas ventajas que no implican la degradación de los recursos naturales ni el deterioro del medio ambiente. El término acumulativas alude al papel condicionante de la trayectoria futura que encierra la conducta tecnológica de las firmas y a la generación de externalidades vinculadas a los procesos de aprendizaje y mejoramiento tecnológico (Ocampo, J. A.[2]). La innovación tecnológica es también el recurso adecuado para eludir la competencia por precio, característica de mercados en los cuales las posiciones de las firmas son más vulnerables. Por lo tanto, desde el punto de vista de la empresa, es muy importante tener acceso a los recursos que le permitan una efectiva innovación tecnológica.

En este artículo se discute el papel de la investigación en la universidad en el proceso de innovación tecnológica para las empresas con base en información de estudios detallados que se han realizado al respecto en los Estados Unidos especialmente con el fin de aportar insumos para el proceso

de planeación de estas actividades y relaciones que se comienza a dar en nuestro país.

## 2. Marco conceptual para el análisis de la innovación tecnológica

En 1992 se presentó la primera versión de los "Lineamientos para coleccionar e interpretar datos sobre innovación tecnológica" conocido como el Manual de Oslo (MO), realizado por la Comisión Europea de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico OECD por sus iniciales en inglés. Este trabajo surge como respuesta al cuestionamiento sobre la utilidad real de los indicadores tradicionales de Ciencia y Tecnología como instrumento de análisis y soporte para la definición de política pública. En 1997 se presentó una segunda versión que tuvo en cuenta las dificultades y alternativas encontradas en la construcción y aplicación de los cuestionarios, los niveles de respuesta de los informantes y su nivel de aceptación del estudio, así como la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos, (OECD[3]). En su nueva edición, el Manual de Oslo actualiza el marco de referencia conceptual y las definiciones y metodología usados inicialmente, ofreciendo puntos de vista más comprensivos, y presentando una propuesta de metodologías alternativas de recolección de datos y medición.

Chica et al[4] y Jaramillo et al[1] han elaborado sobre las bases del MO, con el fin de desarrollar un manual aplicable a las condiciones particulares de los países latinoamericanos y en particular Colombia. Sin embargo los componentes conceptuales básicos son similares y sirven como una referencia casi universal para considerar los factores que intervienen en la innovación tecnológica como se muestra en la Figura 1.

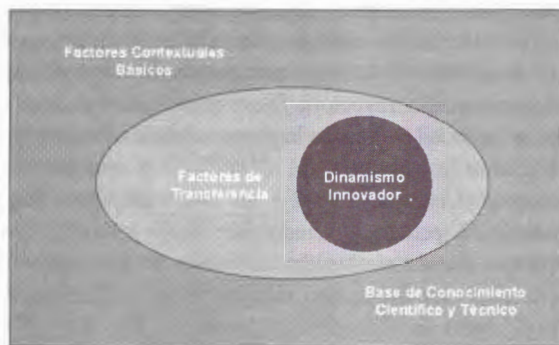


Figura 1. Diagrama del Marco Conceptual de la innovación tecnológica, MO - OECD

De acuerdo con este esquema el mecanismo innovador se da en el marco de unos factores conceptuales básicos y dentro de una base de conocimiento científico y tecnológico con los que está conectado a través de unos factores de

transferencia. Cada uno de estos componentes se discuten a continuación.

### 2.1 Factores contextuales básicos

Estos están dados por las condiciones particulares del entorno socioeconómico y político de una región en particular y sus relaciones con el entorno internacional. Dentro de estas se tienen:

- Sistema educativo (mercado laboral y consumo interno);
- Infraestructura de comunicaciones;
- Sistema legal (patentes, impuestos, leyes antimonopolísticas, reglas de conducción empresarial, políticas macroeconómicas);
- Sistema financiero (créditos, capital de riesgo);
- Accesibilidad de los mercados (tamaño, tipo de relación con consumidores);
- Estructura del sector industrial específico (proveedores, rubros complementarios).

Las universidades se encuentran dentro de esta categoría como parte del sistema educativo, y el papel que jueguen será en alguna medida determinante del dinamismo innovador en algunos sectores de la economía. Es en esta relación que la relación universidad - empresa tiene un papel preponderante, la cual debe estar a tono con los otros factores. En particular debe ser sensible a la estructura del sector financiero y sus necesidades y tener mecanismos efectivos de comunicación con dicho sistema. Indirectamente las universidades pueden tener ingerencia sobre aspectos tales como las políticas económicas y las tendencias regulatorias.

### 2.2 Base de conocimiento científico y técnico

La base del conocimiento científico y técnico en países desarrollados (Rogers[5]) está dada principalmente por los siguientes componentes:

- Sistema de capacitación técnica;
- Sistema universitario;
- Sistema de apoyo a la investigación básica (p.e. tecnología de instrumentos);
- Actividades públicas de investigación y desarrollo (I+D);
- Actividades estratégicas de I+D "pre-competitiva";
- Apoyo de actividades de I+D no apropiadas en empresas;
- Desarrollos industriales privados.

En esta categoría la investigación en la universidad está relacionada con la capacitación técnica que a nivel básico





general se da en la universidad por medio de la docencia y las actividades de educación continua. A un nivel más profundo se da a través del trabajo de profesionales asociados con los grupos de investigación como investigadores, o como parte de sus trabajos de grado en programas de maestría y doctorado. La universidad en este sentido funciona como un ente "fiduciario" con respecto a la rentabilidad del capital humano con una gran responsabilidad implícita frente a esta gestión que le corresponde.

En este contexto también se consideran relevantes los siguientes aspectos con respecto al papel de la universidad:

- Destino legítimo de apoyo gubernamental para el desarrollo de "infra-tecnologías;"
- Mercado testigo para tecnologías genéricas;
- Sistema de experimentación social con nuevas tecnologías de infraestructura.

### 2.3 Factores de transferencia

Los factores de transferencia se refieren a los mecanismos por los cuales el conocimiento tecnológico puede llegar a las empresas (Aprendizaje Organizacional). Estos factores incluyen (Rogers[5]):

- Vínculos inter-empresarios, lo cual se da a nivel de gremios;
- Presencia de intermediarios técnicos ("gatekeepers"): corresponde a la noción de los entes o individuos que actúan seleccionando la información que llega a ellos acerca de la tecnología, al considerarlas como más relevantes o de mayor interés para una determinada audiencia. Se pueden dar por efecto de consultores de reconocido prestigio, distribuidores de tecnología, y agencias estatales de contratación o financiación, o entes de regulación.
- Vínculos internacionales ("invisible colleges"), que se pueden dar principalmente a nivel de compañías multinacionales, redes técnicas y científicas, o asociaciones profesionales, en algunas de las cuales puede estar presente la universidad, en particular mediante su participación en redes internacionales de pares y el aporte de la interdisciplinabilidad.
- Movilidad de expertos, lo cual se puede dar de la universidad hacia la industria, pero principalmente dentro de la contratación en las empresas o por medio de consultores.
- Acceso a capacidad pública de I+D, la cual depende de las agencias públicas que desarrollen esta investigación y la accesibilidad que permitan. Si se hace en el marco de universidades públicas, esta información podría ser

accesible de manera relativamente fácil si existen los medios para permitirlo.

- Formación de nuevas empresas partir de otros campos "spin-off" (movilidad entre sectores).
- Sistema imperante de valores sociales. Este aspecto es muy importante en definir la posibilidad del flujo de información en un sector. Depende de los parámetros de intercambio informal de conocimiento que son definidos por las condiciones sociológicas y culturales del sitio. Por ejemplo la cultura de publicar y hacer públicas experiencias y conocimientos, la realización de congresos, foros, las actividades gremiales, etc.
- Disponibilidad de conocimiento codificado, acceso a la información impresa o en forma digital, que se da en forma de libros, revistas, memorias de congresos, catálogos, manuales y documentos internos de trabajo de las empresas.

Frente a este factor la principal función y responsabilidad de la universidad es la de formar expertos que pasan a la industria. La eficacia de la universidad como agente de movilidad de expertos depende de la formación que se le da a estos expertos. Sólo si los expertos que forma la universidad a nivel de postgrado salen con muy buena fundamentación técnico-científica y conocimiento tecnológico actualizado bien contextualizado y pertinente, habrá un impacto positivo de la universidad hacia la industria. Este tipo de conocimiento se puede dar sólo si en la universidad se dan procesos de investigación de alta calidad que requieran que los profesores y estudiantes se mantengan actualizados y si este conocimiento se lleva rápidamente a las aulas.

Por otra parte la universidad actúa como un ente que facilita la disponibilidad del conocimiento codificado (libros, revistas técnicas especializadas, memorias de congresos). Para lograr la excelencia académica, y ser una verdadera fuente de conocimiento codificado es importante que la Universidad esté al día en sus bases de datos y disponibilidad de información técnica especializada actualizada de alto nivel. Esto por supuesto debe estar acompañado de una cultura para el uso y aprovechamiento de esta información.

Por otra parte la universidad también puede tener una función importante en la socialización y discusión del conocimiento y en la transformación de los valores sociales frente al conocimiento especializado. En este sentido tiene mucha relevancia la actualización del conocimiento en la universidad que no ocurre en el marco de actividades docentes sino en el marco de actividades de investigación y asistencia a congresos. Se debe tener presente que el

conocimiento codificado tiene diferentes grados de actualidad o de obsolescencia. Los artículos en revistas de alta calidad corresponden al estado del conocimiento que se hace público después de al menos uno o dos años de su desarrollo debido al proceso de arbitraje y edición que requieren estas publicaciones. En el caso de los libros este período puede ser de cinco o más años, ya que corresponde a conocimiento mucho más decantado y consolidado, y está igualmente sujeto a exigentes procesos de arbitraje y publicación. El conocimiento codificado que se encuentra en congresos puede ser de mucha actualidad, si se trata de resultados parciales de investigaciones de punta en desarrollo, publicados en congresos de alto nivel. Sin embargo su calidad y utilidad es limitada tanto en extensión como con respecto a su revisión y validación, y por el nivel técnico de los eventos.

En este contexto el sistema universitario de USA ha desarrollado papeles particulares en adición a los aspectos generales que ya se discutieron. Dentro de estos se tienen centros Interdisciplinarios catalizadores de colaboración Interempresaria; centros Interdisciplinarios que son un canal de acceso a la capacidad Pública de I+D; administradores de programas gubernamentales de I+D actuando en calidad de "gatekeepers", y como sitios para la formación de empresas directamente a partir de resultados de I+D de la universidad.

#### 2.4 Dinamismo innovador

Cohen et. al[6], muestran como en los Estados Unidos el motor de innovación son las empresas y su habilidad innovadora depende de la capacidad para reconocer oportunidades tecnológicas. A nivel empresarial se pueden dar varias opciones de innovación a saber:

- Opciones estratégicas que requieren I+D  
Tipos de I+D:  
Procesos fundamentales;  
I+D estratégica (orientación comercial sin producto definido);  
Conceptos de producto (por ejemplo. prototipos)
- Innovación no basada en I+D:  
Identificación de tecnologías;  
Adquisición de información técnica;  
Inversión en procesos de producción;  
Innovaciones administrativas y de gestión.

En estas instancias el papel de la universidad se puede dirigir a la formación de personas con una visión de gestión estratégica en estas áreas, y participando en procesos de I+D con las empresas. Esto se puede dar sólo en la medida en que confluyan intereses y se puedan definir condiciones de beneficio mutuo en temas relacionados con propiedad intelectual como patentes, regalías, confidencialidad, etc. Con

respecto a esto se debe tener en cuenta que en el ámbito Americano las empresas protegen sus desarrollos principalmente mediante el secreto industrial, y el aprovechamiento de la ventaja en el tiempo antes de su difusión, aplicación a mercados o procesos complementarios y en menor proporción mediante patentes (Cohen et al[7], Cohen[8], Agrawal y Henderson[9]). Esto indica que la competitividad de las empresas norteamericanas se apoya mucho en la ventaja temporal y el secreto lo cual no es un aspecto fácil de manejar con confianza por parte de las empresas en una universidad a menos que existan marcos de referencia claros y seguros para hacerlo. Por otra parte resalta la importancia de que en los países en desarrollo haya estrategias efectivas para cerrar la brecha del conocimiento tecnológico con los países desarrollados. Esto exige un profundo cambio a nivel cultural en nuestra ingeniería.

#### 3. Colaboración universidad-empresa en USA

La relación universidad-empresa en Norteamérica se ha dado con múltiples formas y motivaciones (Wesley et al[6], Rogers[5]). Desde el punto de vista de la empresa se ha identificado que sus intereses están dados por:

- La necesidad de la industria de acceder a personal excelentemente calificado
- Acceso a equipamiento costoso o único;
- Incremento de la "capacidad de absorción;"
- Desarrollo tecnológico específico.

La principal motivación es que la adquisición de conocimiento es muy costosa y hay interés para la cooperación en la medida que la industria capta conocimiento y la universidad capta nuevas ideas de investigación. En este sentido la investigación básica ha tenido un papel muy importante en las colaboraciones exitosas. Este proceso sin embargo se ve enfrentado a que los intereses académicos y empresariales pueden divergir. Por una parte el conocimiento pertinente a la comercialización es mayormente tácito y puede no ser interesante para publicar, o muy interesante, en cuyo caso es de interés en el mercado y no se puede publicar por problemas de competencia mercantil.

El éxito de la colaboración depende de su modalidad y de las reglas que se puedan acordar entre las partes con respecto al uso de la información. El estudio de estas relaciones en USA ha permitido identificar factores de éxito. En relación con las características de las empresas que generaron beneficios comerciales de la colaboración se encontró que son relativamente pequeñas (<1000 empleados), los proyectos fueron iniciados por la empresa y requirieron de una baja intensidad de I+D en la que se utilizó



El aprendizaje especializado de la universidad. Con respecto a las características de la colaboración se encontró que la motivación principal no es un producto para comercializar. El mayor satisfacción si el objetivo era capacitar y acceder a nuevas tecnologías, y los resultados fueron mejores si se complementaban los roles en número y proximidad técnica; si la empresa controla la mayor parte de los roles de desarrollo mientras la universidad mantiene su función científica, y si no hay expectativa de generar empleo en el corto plazo.

#### 4. Conclusiones

Con base en la información recopilada se puede concluir que el mejor "negocio" de la universidad es su reputación académica debido a que su principal función es la formación de capital humano para la industria. De esta forma el instrumento de transferencia de tecnología por excelencia es el personal capacitado y por lo tanto el principal interés y necesidad de la industria frente a la universidad. En particular la industria requiere de personas que sean capaces de dar soluciones tecnológicas adecuadas a sus necesidades. Esto requiere de personal con una muy buena fundamentación que sea capaz de identificar los problemas y conocimientos actualizados en materia de desarrollos y herramientas tecnológicas para dar soluciones. La investigación en la universidad es imprescindible para mantener el nivel académico y el acceso a conocimiento y tecnología de punta. Esto requiere que la investigación sea de alta calidad, relevante, pertinente, interdisciplinaria y con fuertes vínculos a nivel de redes internacionales técnicas y científicas de pares.

Para los países en desarrollo la brecha de información y tecnología se constituye en una seria desventaja competitiva. La investigación en la universidad y la formación de una nueva cultura frente a esta situación es un papel básico estratégico de la universidad en nuestro medio. El sistema educativo debe prever y considerar políticas de estimulación de cooperación Universidad empresa para incrementar el capital social mutuo dentro de un sistema que permita este desarrollo. En este aspecto son muy importantes los marcos legales de propiedad intelectual, acuerdos de no-difusión, etc., que se formulen desde la perspectiva de las necesidades e intereses mutuos. También es muy importante que la universidad sea sensible a la realidad y necesidades de la industria y establezca vínculos que permitan la comunicación y confianza de parte y parte.

La visión económica de la universidad está en evolución. Su viabilidad económica requiere de nuevas fuentes de financiación. Una de estas es la investigación financiada por la industria. En este sentido es importante que la universidad no cometa errores estratégicos en su relación con la industria, pues eso puede dar lugar a que se cierren

puertas prematuramente o se pierdan oportunidades. Uno de los peligros en esta relación es no tener claras las expectativas y necesidades de las partes, en particular las de la industria con respecto a la universidad en aspectos tales como la agilidad en la realización de proyectos, el cumplimiento de metas y compromisos, el respecto de la confidencialidad y el respecto de los objetivos y propósitos de los trabajos. En estos aspectos es muy fácil que los mecanismos, métodos y expectativas de la universidad sean muy diferentes a los de la industria lo cual puede dar lugar a serios problemas en esta relación en nuestro medio.

#### 5. Referencias

- [1] Jaramillo H., Lugones G., Salazar M., (2001), Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe, MANUAL DE BOGOTÁ RICYT / OEA / CYTED, COLCIENCIAS/OCYT, Marzo.
- [2] Ocampo J.A. (1991) "Las nuevas teorías del comercio internacional y los países en vías de desarrollo" en Pensamiento Iberoamericano, jul-dic.
- [3] OECD, (1997), Oslo Manual "Proposed Guidelines for collecting and interpreting technological innovation data", OECD, Paris, April.
- [4] Chica R., Jaramillo H., Lugones G. y Salazar M., (1998), "Criterios para la normalización de indicadores de innovación tecnológica en América latina: Hacia un manual regional", Ponencia presentada al II Taller Iberoamericano de Indicadores de Innovación, CYTED - RICYT - OEA, Caracas, 21 al 23 de Octubre.
- [5] Rogers, J. (2006), Profesor Asociado, School of Public Policy, Georgia Institute of Technology. "La Relación Universidad-Industria Privada: Sus Múltiples Dimensiones y la Variedad de Roles de los Trabajadores del Conocimiento" Conferencia en el Encuentro Latino de Profesores de Geotecnia, Auspiciado por la Fundación Goizueta, Atlanta, GA, Febrero.
- [6] Wesley M. Cohen, Richard R. Nelson, John P. Walsh (2002), Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D Management Science Vol. 48, No. 1, January pp. 1-23
- [7] Cohen W., Nelson, R., Walsh, J., (2000). "Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not)," NBER Working Papers 7552, National Bureau of Economic Research, Inc
- [8] Cohen W., (2003) Patents in the Knowledge-Based Economy, National Academies Press,
- [9] Agrawal A., Henderson R., (2002) "Putting Patents in Context: exploring knowledge transfer from MIT", Management Science. Vol 48 No. 1 pp. 44-60.

# Creación de ambientes de investigación<sup>1</sup> desde el espacio de clase: camino al 2020

Profesor William Rubio R., estudiante J. Tatiana Rubio C., profesor Luis Ernesto Blanco R.,  
profesor Cecilio Silveira C., profesor Enrique Romero M., profesor Alejandro Páez R.<sup>2</sup>  
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá

## Resumen

El trabajo en el aula de clase que se ha venido desarrollando en los últimos años con el ánimo de ayudar a la formación de pensamiento heurístico en los estudiantes, proyectado al mundo de la vida del año 2020 es lo presentado a continuación, pensando en el desarrollo de las condiciones sociopolíticas del mundo globalizado, las alianzas de las regiones para sobrevivir, la lucha feroz por el dominio estratégico de los recursos naturales y el conocimiento, lo que en una década será el marco de la actividad académica para la formación de profesionales. Dentro de la función de la Universidad está la modificación de paradigmas y muy seguramente en el tiempo, se debe acercar a la naturalidad del aprendizaje mediante la autonomía del estudiante, la disertación académica en el diario vivir y la construcción de discurso de los actores en el espacio de clase, lo que obliga a pensar en una estructura educativa que inicie hoy la formación de pensamiento profesional para la próxima década: los niños de hoy serán los graduandos 2020. Son tres tópicos tratados en el artículo: La experiencia de clase con cambios sustanciales, una corta reflexión sobre el entorno socio político que se vislumbra y una propuesta para iniciar un proceso desde la base educativa.

**Palabras claves:** Formación para ingeniería, ambientes de clase, ambientes de investigación

## Abstract

The work in the class classroom that has come developing years with the spirit in the last to help to the formation of heuristic thought in the students, projected to the world of the life of year 2020 is the presented/diplayed thing next, thinking about the development of the social políticas conditions of the globalizado world, the alliances of the regions to survive, the ferocious fight by the strategic superiority of the natural resources and the knowledge, which in one decade will be the frame of the academic activity for the formation of professionals. Within the funtion of the University it is the modification of paradigms and very surely in the time, is due to the approach the naturalness of the learning by means of the autonomy of the student, the academic dissertation in the newspaper to live and the constrution of speech of the actors in the class space, which forces to thing about an educative structure that it today the formation of profesional thought for the next decade: the today children will be graduates 2020. Are three topics treated in the articule: The experience of class with substantial changes, one cuts reflection on the surroundigs political partner who glimpses and a proposal to initiate a process the educative base.

**Keywords:** Formation for engineering, atmospheres of class, atmospheres of investigation

## 1. Introducción

La experiencia en el aula de clase para la formación de pensamiento heurístico, el tipo de evaluaciones y la proyección del estudiante, han dado sentido a la propuesta de "Creación de ambientes de investigación desde el espacio de clase", como línea de trabajo investigativo que atrae la colaboración de expertos en diferentes áreas de desarrollo de conocimiento, sicólogos, pedagogos, ingenieros, algunos doctorados dedicados a temas como los estilos cognitivos, la resolución de problemas, todos comprometidos con la educación universitaria o media. Después de más de tres años de trabajo para formar un ambiente de clase orientado a la crítica permanente, al estudio del saber, no del contenido de

asignatura, se ha logrado la proyección de estudiantes en el Semillero de Investigadores como una decisión de vida personal sin motivaciones diferentes a la autoformación y a la formación individual en entornos colaborativos. Por ser la educación una estructura dinámica cada día deberá ajustarse a los nuevos retos, más aún, debe adelantarse a los procesos sociopolíticos, al cambio de relaciones entre países, gobiernos y estamentos proponiendo espacios de formación que ofrezcan líneas de desarrollo científico, tecnológico y social que muestren los caminos a seguir por la sociedad; esto quiere decir que el trabajo educativo cada vez es más cercano a los acontecimientos sociopolíticos y su responsabilidad será aún más, asociada al concepto de universalidad como ente fundamental para el crecimiento humano y la solución de

<sup>1</sup> Hace parte del trabajo "Creación de ambientes de investigación desde el espacio de clase en ciencias básicas", aprobado en el Doctorado Interinstitucional de Educación de las universidades Distrital, del Valle y Pedagógica Nacional.

<sup>2</sup> Miembros del programa Semillero de investigadores ECISI y grupo didáctica para ingeniería DIPI.

problemas de índole político, social, productivo y económico. En otras palabras el conocimiento al servicio del ser humano y su sociedad.

## 2. Construyendo camino

En los tres últimos años a la sombra de las limitaciones propias de la administración educativa (programa, tiempos límite, notas), se ha logrado un trabajo que involucra al estudiante en el saber y la formación más que en el contenido de la asignatura y la nota. Es que cambiar el paradigma de "clase" por el "ambiente de clase" como eje fundamental del trabajo docente es uno de los aspectos que encaminan la formación de profesionales para el año 2020. En efecto, hacer de la clase un espacio de disertación académica permanente alrededor de los saberes específicos, donde la construcción de discurso es la tarea conjunta, se ha convertido en el centro de atención de todos los actores del escenario de clase; el uso de software especializado para virtualizar modelos físicos e involucrar saberes específicos como interfaz entre lo real y lo virtual, como herramienta de trabajo para el estudio de formas, tamaños y aplicaciones de la geometría es fundamental para

relacionar la realidad y la virtualidad de los saberes aplicados; los medios, las NTIC, son fundamentales en el trabajo, cuidando de su transparencia en el proceso, que no sean distractores ni obstáculos para la construcción del conocimiento y el estudio de los saberes específicos tratados; la evaluación basada en un diálogo académico profesor-estudiante, estudiante-estudiante, centrado en el discurso oral o escrito ha permitido establecer respeto permanente por la diferencia y por el error, convertidos éstos en un elemento adicional para el aprendizaje mediante la discusión basada en conocimiento (no la opinión de la vida cotidiana), la búsqueda de información de apoyo y en lo posible el consenso mediado por la experiencia mayor del docente.

En este contexto se ha venido desarrollando el curso de Análisis Geométrico (grupo A) en primer semestre, con resultados evidentes comparativamente hablando con un curso también de Análisis Geométrico (grupo B) de similares características pero dirigido mediante el método de cátedra tradicional. Para ilustrar con un ejemplo experimental y mirando la estadística tradicional, que hasta ahora es lo registrado en la hoja de vida de los estudiantes, se tiene:

Semestre I 2006 Grupo	Estudiantes activos	Promedio rendimiento calificativo	Examen final común		Definitiva	
			Nota mayor	Nota menor	Nota mayor	Nota menor
A	35	3.5	4.7	1.9	4.9	2.2
B	32	2.8	4.4	1.4	3.9	1.1
Estudiantes inscritos en el programa de Semillero de Investigadores ECISI: 10 del grupo A, 2 del grupo B.						

A y B son grupos de estudiantes de primer semestre inscritos para todas las carreras excepto matemáticas en la Escuela Colombiana de Ingeniería, graduados en el 2005 (excepto 3) como bachilleres de diferentes colegios privados o públicos y de gran diversidad económica y social.

Estudiantes activos: estudiantes con participación en la clase no en lista, es decir que no se han retirado y asisten normalmente a clase dentro de los parámetros de presencialidad de la Institución.

Rendimiento promedio calificativo: de acuerdo a las normas de calificación de la Escuela que son de obligatorio cumplimiento de 0.0 a 5.0, con nota aprobatoria mínima de 3.0.

Examen final común: se aplicó el examen propuesto por la dirección de Ciencias básicas en cuya elaboración no participó el docente a cargo de estos dos grupos, esto implica que es un parámetro externo neutro de medida comparativa como "examen de conocimientos y habilidades". La diferencia es evidente. Además el porcentaje de "aprobados" refleja resultados similares 26 de 35 en el grupo A (74.3%), y 13 de 32 en el grupo B (46.6%). Estas estadísticas concuerdan con

la percepción del docente, a pesar de ser subjetivo, respecto al compromiso de los estudiantes con su vivir universitario.

Pero al mirar otros elementos igual o más importantes para la formación y de más difícil análisis se nota también la diferencia: la asistencia participativa a clase, la búsqueda de explicaciones y consultas extraclase, las preguntas basadas en trabajo, el compromiso con las actividades de clase y el entorno (participación en foros, grupos, conferencias).

Esta experiencia es del primer semestre académico de 2006. En semestres anteriores se hizo con énfasis centrales en elementos diferentes, aunque con el mismo miramiento hacia la formación de pensamiento heurístico: la lecto-escritura desde el enunciado sencillo de ejercicio o problema hasta lo icónico desde la semiótica misma; la modelación física y con software especializado como acercamiento a los productos de la vida cotidiana y mediadores del conocimiento; la técnica de ingeniería inversa aplicada desde las figuras Geométricas. Los resultados también son alentadores (8).

En todos los casos el sentido y la forma de las evaluaciones tienen otro tinte: escritas para estudiar y aprender: se hace énfasis en la expresión del discurso desde el conocimiento



personal, mediante la elaboración de síntesis de los criterios establecidos por el estudiante respecto a los universales de trabajo planteados para el curso; orales para la discusión académica, con base en preguntas abiertas y ejercicios o problemas exigidos que ayuden a discernir respecto a definiciones, conceptos, afirmaciones de autores consultados o referenciados durante el proceso. No se deja de lado en ningún caso la formación en valores, competencias y habilidades. La coherencia del discurso y las falencias se harán evidentes en la experiencia de grupo, participando para ayudar a fortalecer el primero y corregir las segundas, en un trabajo de formación colaborativa. El aprendizaje de calidad es el centro de atención.

La construcción de un camino que permita romper el paradigma de la clase para establecer trabajo de espacio de clase está en proceso y es la exigencia hacia futuro que se siente en el entorno educativo.

### 3. Linderos del camino

El problema energético base de las grandes revoluciones industriales, en el siglo XVIII el carbón, a finales del XIX la hulla y actualmente el petróleo; el problema ambiental y la búsqueda de energías limpias; la expansión tecnológica de países asiáticos que están cambiando las relaciones internacionales de comercio; las alianzas regionales que van tomando fuerza mediante acuerdos y políticas de importación y exportación para sobrevivir ante la globalización; la privatización gradual del dominio estratégico de los recursos naturales; el condicionamiento de los planes de desarrollo a los países "pobres" a causa de la deuda externa; la lucha por el control del conocimiento científico y tecnológico, es el marco de referencia para la dinámica del sistema educativo.

Para caminar hacia el 2020 el contexto político, económico, social será el limitante para un desarrollo sostenible de la educación. La Universidad cada vez sale más de su claustro para comprometerse con las actividades diarias de la sociedad, es menos ajena a la dinámica mundial. En una década estará comprometida indudablemente con el sector productivo (9) y de la mano con los gobiernos en la implementación de políticas educativas internacionalizadas para garantizar la movilidad, actualización y desarrollo educativo paralelo e igualitario entre países.

La exigencia desde y para la sociedad de la investigación formativa y la formación investigativa cada vez es mayor, enfatizando la aplicación al campo productivo. La universidad cumplirá entonces con el precepto de proponer soluciones a las situaciones problémicas del entorno socio productivo del país. La relación universidad empresa se estrecha para trabajar con el mismo horizonte en forma colaborativa, bidireccionalmente: el apoyo a la docencia y la financiación de de la

investigación desde la empresa, por un lado, y el aporte de soluciones y profesionales a la empresa desde la Universidad será el compromiso contractual generable en tiempos cercanos.

Las recomendaciones de organizaciones nacionales e internacionales sobre el futuro de la educación están orientadas al cambio de paradigma: la UNESCO (11) "necesidad de... un nuevo modelo... exige reformas de profundidad"... "...formar estudiantes que se conviertan en ciudadanos... provistos de sentido crítico y capaces de analizar problemas, buscar soluciones...". Sobre los currículos Gabriela Amaya Ochoa "... ser concebidos en términos de ejes problemáticos, de núcleos de interrogantes sobre... y paradigmas de las ciencias... relaciones científico tecnológicas... aplicaciones prácticas del conocimiento y los requerimientos del mercado laboral en una cierta profesión..."

Ese cambio de paradigma debe cobijar el sistema educativo en totalidad, holísticamente, como un solo cuerpo, desde la educación básica hasta el posgrado y enfatizando el trabajo en educación media y pregrado.

### 4. La primera piedra

En este marco es necesario pensar que la preparación de profesionales del 2020 ya empezó. Los niños de hoy requieren espacios adecuados para iniciar el proceso de formación para lo superior, teniendo en cuenta las responsabilidades que asumirán y el entorno sociopolítico en que se desenvolverán. La Universidad está en capacidad de modificar paradigmas, hacer menor el atraso de la academia respecto al desenfundado desarrollo de la ciencia y la tecnología y al avance de los ambientes productivos y de trabajo. Las competencias básicas se deben fomentar y fortalecer en la educación básica y media para dejar en el pregrado el trabajo del pensamiento superior y la construcción de un discurso autónomo especializado. Entonces la primera tarea es construir un currículo único desde la educación media, hasta pregrado, incluso la especialización, eliminando los límites, puntos críticos, de escolaridad, para garantizar la continuidad en el proceso formativo que involucre la formación para lo superior desde las competencias básicas como la lecto-escritura, en educación básica y media, hasta la capacidad discursiva especializada en un saber, en pregrado.

Imaginar la formación del ingeniero 2020 es atreverse a pensar en los niños de hoy, profesionales del mañana; es pensar en un proyecto que asuma la responsabilidad educativa de los niños, es pensar en la creación de una entidad piloto de educación media con un currículo que permita hacer trabajo de formación de pensamiento crítico, basado en universales que ayude al estudiante a la construcción de su propio discurso según su entorno de vida académica, teniendo en cuenta las proyecciones de las industrias, empresas y la dinámica de la

ciencia y tecnología. Proyecto que bien podría liderar una entidad altamente comprometida con la formación de profesionales y con la solución de problemas sociales (ACOFI por ejemplo), que sea referencia y apoyo teórico práctico para nuevos esquemas de formación. El proyecto por supuesto rompe esquemas. Las condiciones y características organizativas, de gestión, académicas-administrativas, locativas y de personal comprometido, deben ser especiales, ser de sentido común que ayuden al aprendizaje natural:

- El centro del proyecto es el espacio de clase para la disertación permanente, el acompañamiento en la formación discurso individual y de grupo, con actividades de control (7) continuo basado en la sostenibilidad de ese discurso, en ambiente de trabajo colaborativo, usando las herramientas que la tecnología ha puesto al servicio de la comunidad académica desde el salón físico hasta el virtual con todas sus implicaciones y recursos. Desde este espacio se debe iniciar la construcción del currículo. El trabajo en el espacio de clase es lo más importante del proceso docente educativo PDE y los resultados se miden de acuerdo a lo alcanzado en él. Si son claros los universales que delimitan el proceso, por ejemplo, qué se entiende por ingeniero, qué y cuáles son competencias básicas, genéricas, sociales, profesionales, investigativas, entonces, ¿por qué no centrar la construcción curricular a partir de la estructuración de ese espacio de clase? Si se asegura lo que se busca en el espacio de clase entonces el currículo debe estar supeditado a esa misma búsqueda. Y surge entonces la importancia del estudiante y sus condiciones para el desarrollo del currículo por ser el centro de la actividad en el espacio de clase.
- Será una institución de carácter educativo asociada a las universidades por intermedio de las facultades de Ingeniería, para garantizar el desarrollo paralelo a las inquietudes ingenieriles de la sociedad.
- Financiación a cargo de las universidades por intermedio de las facultades de ingeniería, asegurando la autonomía académica respecto a la administrativa.
- Organización administrativa articulada a la de las facultades de Ingeniería.
- Consejo directivo compuesto por decanos de facultades de Ingeniería o su delegado, para tener las pautas necesarias acordes a la dinámica social.
- Personal docente y directivo con experiencia en facultades de Ingeniería, profesional y con formación en pedagogía orientada a la construcción de pensamiento heurístico.
- Currículo construido con base en las necesidades de las carreras de Ingeniería mediante el trabajo de universales, la apropiación del conocimiento científico y tecnológico y la proyección social de los mismos mediante la formación de pensamiento de búsqueda.
- Organización académica basada en ejes fundamentales

que ayuden a generar pensamiento heurístico, competencias básicas y habilidades con proyección social

- Trabajo universidad - empresa desde los primeros años para formar la dinámica necesaria que garantice el compromiso bidireccional de las organizaciones.

El proyecto implica iniciar un trabajo desde un centro de educación media con estructura y manejo para la búsqueda de la excelencia académica, que afronte y solucione problemas que hoy están tratando de solucionar los primeros semestres de la Universidad. Es la primera piedra de la que enfrentamos el reto para la formación de ingenieros de la segunda década camino al 2020; es un sueño que invita a volver al sistema educativo un ente de aprendizaje natural; es un sueño que pretende una solución integral; es un sueño que requiere el compromiso interinstitucional y la dedicación de tres años de diseño, planeación e implementación de la infraestructura que permita la iniciación de labores en el año 2009. Once años después serán graduados los ingenieros 2020.

## 5. Referencias

- [1] Ausubel y Novak. Educational Psychology. A cognitive view. 1978.
- [2] GEST, Tecnología y sociedad. Ciudad de la Habana, Cuba. 1998.
- [3] Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Las estrategias y técnicas didácticas en el Rediseño, Dirección de investigación y Desarrollo Educativo.
- [4] Pérez Calderón, Urias. Educación, Tecnología y Desarrollo. 1989. Bogotá.
- [5] Popper, K. Conocimiento objetivo. Un enfoque evolucionista, 1983.
- [6] Rubio Riaño, William. Creación de ambientes de investigación en el aula de clase: alternativa social. Ponencia Escuela Colombiana de Ingeniería, 1999, Bogotá.
- [7] Rubio Riaño, William. Creación de ambientes de investigación y Evaluación alternativa en el aula de clase. Memorias XXIV encuentro ACOFI, 2004, Cartagena.
- [8] Rubio Riaño, William. Creación de ambientes de investigación en el aula de clase: una experiencia en marcha. Memorias XXV encuentro ACOFI, 2005, Cartagena.
9. UNESCO. Innovations in science and technology education. Vol V. Editado por David Layton. 1994.
10. UNESCO. "Los siete saberes necesarios para la educación del futuro". 1999. París.
11. UNESCO. "Conferencia mundial sobre la educación superior". 1999. París.
12. <http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf-estrategias/colaborativo.htm> <http://www.itesm.mx/va/dide/red/>



# La enseñanza problémica, un modelo posible para la Facultad de Ingeniería

Jaime Arturo Lagos Figueroa

Institución Universitaria Cesmag de Pasto - Facultad de Ingeniería

## Resumen

El artículo presenta los resultados de la investigación adelantada en el área de ciencias básicas de la Facultad de Ingeniería en la Institución Universitaria Centro de Estudios Superiores María Goretti - CESMAG - de Pasto, sobre la aplicación de la enseñanza problémica en las asignaturas correspondientes al ciclo básico, particularmente, la matemática y la física. La propuesta presenta las orientaciones metodológicas para el uso de la enseñanza problémica como apoyo al desarrollo del pensamiento crítico y creativo de los estudiantes, las ventajas desde el punto de vista académico que implica la metodología problémica con el propósito de diseñar y desarrollar estrategias de enseñanza utilizando esta metodología.

**Palabras claves:** Enseñanza problémica, situación problémica, pregunta problémica

## Abstract

The article presents the results of a research project carried out in the area of basic science in the Engineering Faculty of the University Institution CESMAG in the city of Pasto. This research project deals with the application of problematic teaching in subjects that correspond to the basic areas, particularly maths and physics. The proposal presents the methodological guidelines for the use of problematic teaching as a support tool for the development of critical and creative thinking of students, the advantages from an academic point of view implied in a problematic methodology thus giving rise to the designing and developing of teaching strategies using the aforementioned methodology.

**Key words:** Problematic teaching, problematic situation, problematic questions

## 1. Introducción

El perfeccionamiento de la enseñanza se ha convertido, desde hace algunos años, y en casi todas las latitudes, en centro de atención de didáctas y pedagogos. Ello es el resultado de las nuevas y elevadas exigencias que la Revolución Científico - Técnica le plantea a la universidad contemporánea.

Cobra fuerza en ese perfeccionamiento el logro de una enseñanza capaz de dotar a los estudiantes de la posibilidad de aprender a aprender. Resalta así la necesidad de incorporar al proceso docente, de manera armónica y racional, métodos que promuevan la actividad independiente y creadora de los educandos, dentro de los que se destacan en la literatura pedagógica los denominados MÉTODOS PROBLÉMICOS.

La enseñanza problémica analiza muchos enfoques pedagógicos pero todos ellos enmarcados dentro de un eje central que es el planteamiento de situaciones problémicas. Dentro de este contexto el docente efectivo no es aquel que hace de la experiencia en el aula una exhibición de sus conocimientos a través de un monólogo y se convierte en el centro del proceso, aislado y sin comunicación con el grupo que quiere enseñar. Hoy en día, donde la comunicación y el conocimiento entran en la era de la globalización, el docente

debe proveerse de una serie de estrategias y recursos para incentivar y mantener la participación de su grupo de estudiantes.

Esta consideración resulta particularmente importante para el tratamiento de una área de relevante significación científica y social como las ciencias básicas, considerando principalmente las asignaturas de Matemáticas y Física, cuyo proceso de enseñanza - aprendizaje, contradictoriamente, se considera deficiente en muchos lugares.

Por tanto, se propone el uso de la Enseñanza Problémica como un sistema didáctico de avanzada, que posibilite el desarrollo de la creatividad en docentes y estudiantes, mediante la estructuración de cada encuentro académico, generando situaciones problémicas que reflejen la contradicción dialéctica entre lo conocido y lo desconocido, entre el sujeto y el objeto del conocimiento; y estimulen la actividad cognoscitiva y desencadenen todo el proceso de solución del problema.

## 2. Diagnóstico

Con la premisa de que el docente diseña sus clases en virtud de un sistema de creencias, valores y principios que alimentan



el proyecto curricular que recrea y concreta en sus prácticas, se prestó mucha atención a los procesos de enseñanza enfatizando principalmente el interés prestado por los participantes, el nivel de participación de los mismos, el tipo de preguntas formuladas y el planteamiento de problemas que realiza el docente, el tipo de respuestas emitidas por los estudiantes y la metodología utilizada para su desarrollo.

A partir de este planteamiento general se pretendió conocer las concepciones pedagógicas del docente y a través de las cuales su propuesta de enseñanza favorece o no a la comprensión de las asignaturas de las ciencias básicas y fomentan el interés por parte de los estudiantes.

Se destaca el interés, la disposición y el deseo de los grupos por enriquecer el proceso de enseñanza - aprendizaje mediante su participación continua a veces espontánea y en otras ocasiones motivada por el docente. En el proceso de interacción verbal entre docente y estudiante se logra percibir el manejo de un vocabulario convencional enmarcado en lo tradicional. La forma de indagar, inquietar o interrogar al estudiante por parte del docente dista mucho de una metodología activa. El docente formula preguntas usuales, corrientes y comunes sin ningún criterio pedagógico para su elaboración y exposición, son espontáneas y surgen en el momento y muchas de ellas finalizan con la peor de todas: ¿entendieron?.

De lo anterior se desprende la necesidad del uso de los métodos activos y problémicos de enseñanza que no son más que aquellos que sitúan al estudiante en una posición activa, reflexiva y crítica, al incrementar su participación y ofrecerle a través de ella la adquisición de conocimientos y el desarrollo de hábitos, habilidades y capacidades, para enfrentar problemáticas de su vida. Una de las formas más efectivas de desarrollar el pensamiento crítico y creativo es la enseñanza problémica.

### 3. Proceso metodológico

La revisión crítica de las formas de enseñanza que no propician la actividad productiva está dirigida, más que a la formulación de los objetivos o a la selección y ordenamiento del contenido, a la revisión de las categorías, métodos y procedimientos de enseñanza.

Ello se ha concretado en la teoría de la Enseñanza Problémica mediante la formulación de un sistema de métodos propios, los llamados MÉTODOS PROBLÉMICOS.

Los mismos pueden caracterizarse como la serie de acciones y modos de conducta del docente, especialmente dirigidos a dar cumplimiento a objetivos generales de la enseñanza

que exigen de los estudiantes la asimilación del contenido a niveles productivo y creador y que sirven, por tanto, para provocar la actividad de búsqueda científica de los estudiantes en el aula, sobre la base de la revelación de contradicciones inherentes al proceso de aprendizaje.

Existen diversos enfoques acerca de cuáles son los métodos problémicos que se pueden utilizar en el proceso docente; en todos los casos la selección depende de los contenidos de la ciencia, del tema, de la tarea a realizar, así como de las habilidades de los estudiantes. En el desarrollo de los diversos métodos problémicos se pone de manifiesto la dinámica de interrelación de las categorías de la enseñanza problémica. Los distintos métodos constituyen etapas del proceso de actividad creadora que se desarrolla de forma gradual. Entre los más conocidos se encuentran:

- La exposición problémica,
- El método de búsqueda parcial,
- La conversación heurística y
- El método investigativo.

Al utilizar la Exposición Problémica, el docente busca familiarizar a los estudiantes no solo con la solución de los problemas científico - cognitivos formulados en la clase, sino también con la lógica contradictoria de la búsqueda de sus soluciones. El docente desarrolla en forma de diálogo mental el hilo conductor del razonamiento que conduce a la resolución de los problemas originados del planteamiento de Situaciones Problémicas, de manera que los estudiantes tomen conciencia de los procedimientos generalizadores de resolución correspondientes.

En el proceso de exposición problémica el docente no se limita a comunicar conclusiones de la ciencia, sino que desarrolla su explicación mediante el planteamiento de problemas. De esta forma los estudiantes asimilan métodos de actividad y conocen no sólo el contenido, sino la vía para formular y resolver los problemas. Así adquieren algunos hábitos científicos elementales, puesto que el docente no sólo les da la solución del problema sino que también les descubre la lógica del movimiento del pensamiento en la búsqueda e indica las fuentes del surgimiento de las contradicciones, argumentando cada paso en la resolución del problema.

Dicho de otro modo, el docente conduce al estudiante por la vía dialéctica hacia la verdad y lo hace coparticipante en la búsqueda científica; por eso, la exposición problémica debe provocar en los estudiantes el interés por la asimilación del tema y la posibilidad del desarrollo de su pensamiento, ya que se demuestra que para lograr su pensamiento científico éste debe ser dialéctico materialista.

Cuando el docente expone todos los elementos pero no los resuelve completamente con el objetivo de estimular la búsqueda independiente de los estudiantes utiliza el llamado método de búsqueda parcial. Su esencia consiste en que el estudiante indaga y encuentra los elementos que permiten resolver la problemática planteada para lo cual debe tener determinadas capacidades y habilidades. Con este fin el docente prepara los aspectos que serán objeto de análisis y hace que el estudiante desarrolle algunos métodos del conocimiento científico. El proceso se puede completar en seminarios u otras actividades que llevan a la realización de operaciones mentales encaminadas a cumplir los objetivos trazados.

Con el método de búsqueda parcial el docente procura, sobre la base de un enfoque problémico de la enseñanza y la participación activa y consciente de los estudiantes en la búsqueda del conocimiento, la asimilación de los elementos de la actividad creadora a través del dominio de algunas etapas de solución independiente de problemas y del desarrollo de sus habilidades investigativas. Una de sus manifestaciones más conocidas es la conversación heurística, la cual consiste en el establecimiento de un diálogo entre el docente y los estudiantes sobre la base de una serie de preguntas e impulsos interrelacionados que guían el camino hacia la solución del problema.

La conversación heurística se orienta a la solución de un problema específico mediante las preguntas hechas por el docente. Las conversaciones heurísticas han sido utilizadas desde la antigüedad, por ejemplo, los sofistas elaboraron un conjunto de métodos específicos de transmisión de los conocimientos. Consideraban la palabra como un buen instrumento para influir en los hombres, o sea, la dialéctica de la discusión, la heurística, como el arte de oponer criterios mediante la relación tesis - antítesis. Ellos desarrollaron estos métodos con una activa participación de los oyentes a través de preguntas y ejercicios.

Sócrates utilizó un método similar. Reunía a sus estudiantes a su alrededor y planteaba la inducción de los conocimientos. El método, denominado mayéutica tenía como objetivo encontrar la esencia de la verdad mediante la demostración o negación de las tesis a través de la dialéctica de la discusión. Mediante el diálogo, establecía la duda en el oyente para que se sintiera motivado a pensar y razonar con vistas a encontrar la solución del problema.

La conversación heurística como método de enseñanza problémica en la actualidad, como un enfoque verdaderamente científico, puede ser utilizada en los seminarios y otros momentos del proceso docente. En el proceso de discusión se promueve el desarrollo de las capacidades de

pensamiento independiente ya que las tareas asignadas suponen un nivel de dificultad determinado que estimula el razonamiento dialéctico. La conversación heurística es un método ideal para los exámenes, pues el docente puede comprobar no sólo los conocimientos de los estudiantes, sino también sus habilidades en el trabajo independiente.

Mediante el método Investigativo el docente da al estudiante la posibilidad de ver el sistema íntegro de procedimientos que se deben utilizar en los procesos de investigación. El docente organiza el proceso de aprendizaje problémico de manera que los estudiantes deberán atravesar independientemente todas o la mayoría de las fases del proceso de investigación. La función del docente en este caso consiste fundamentalmente en el control del proceso de solución, reorientando el trabajo de los estudiantes en casos de desvíos. Está claro que es el método principal para el dominio de la experiencia de la actividad creadora pero, a la vez, el más exigente para los estudiantes. Difícilmente puede ser empleado con éxito en la clase si los estudiantes no han alcanzado un nivel elevado de desarrollo de las habilidades investigativas.

#### 4. Organización y dirección del proceso de enseñanza

En el ámbito de la fundamentación de la creación de situaciones problemáticas se encuentra la esencia de la enseñanza problémica, mostrando al estudiante el camino para la obtención de los conceptos. Las contradicciones que surgen en este proceso y las vías para su solución, contribuyen a este objetivo.

Para todo ello es necesario que el docente sea un creador, un guía que estimule a los estudiantes a aprender, a descubrir y sentirse satisfecho por el saber acumulado.

La contradicción que constituye la fuerza motriz del proceso docente es la que se manifiesta entre las tareas prácticas y docentes que se plantea al estudiante durante el proceso de enseñanza y el nivel real de los conocimientos, capacidades y habilidades y los restantes componentes de su personalidad. Esta contradicción se convierte realmente en la fuerza motriz del aprendizaje cuando el estudiante comprende las dificultades y necesidades de superarlas y son descubiertas e interiorizadas por el propio estudiante, lo que lo impulsa a la búsqueda de su solución.

El modelo de enseñanza problémica organiza el proceso docente - educativo en cinco momentos:

- **Presentación de las situaciones problémicas a resolver:** el docente presenta al grupo, periódicamente, una situación que remite al estudiante a las diferentes

áreas de conocimiento que se desean enfocar en el curso. En equipos de trabajo, se establece una lista de temas relacionados con el caso presentado, de la cual se seleccionan algunos tópicos y, a partir de ellos, se determinan los objetivos de aprendizaje (a manera de preguntas) que se desean lograr y que guiarán la recolección de información sobre el caso.

- **Exposición docente:** después de un tiempo determinado de presentado el caso, el maestro revisa los conceptos principales de los temas relacionados con el mismo y con los objetivos definidos previamente. Utiliza diferentes apoyos didácticos con la finalidad de clarificar la estructura general del tema revisado y los conceptos de mayor complejidad.
- **Sesión tutorial:** posterior a la exposición docente, un equipo de estudiantes elabora, contando con la asesoría del maestro, una serie de cuestiones y/o casos sobre el tema revisado y los presenta al grupo para su discusión, buscando lograr un mejor aprendizaje del mismo. En

esta fase, el docente evalúa tanto el trabajo del equipo que guía la sesión, como la calidad de la participación del resto del grupo.

- **Confrontación de información:** posteriormente, algunos estudiantes presentan ante el grupo reportes de artículos de revistas y textos especializados sobre investigaciones recientes relacionadas con el tema analizado (se recomienda enfatizar en los aportes científicos logrados en el entorno comunitario de la institución universitaria). En esta etapa, el docente puede auxiliar de un monitor, que dirige las sesiones de la actividad, y evalúa los reportes de los estudiantes.
- **Evaluación:** Se contempla una evaluación continua del proceso la cual deberá ser formativa. Además, deberá existir una coevaluación del trabajo realizado. También se considera una evaluación sumativa.

Dentro de este proceso evaluativo se contemplan una serie de etapas y tareas que el estudiante debe realizar:

ETAPAS	TAREAS
1. Abordar la situación problemática	1. Leyendo la información planteada. 2. Clasificando el conocimiento previo pertinente a la situación. 3. Motivándose a continuar a la resolución de un problema.
2. Definir el problema.	4. Comprendiendo el problema como se le ha planteado. 5. Analizando y clasificando la información en partes (objetivo o problema a resolver, contexto o situación, condiciones y criterios de solución).
3. Explorar el problema.	6. Tratando de descubrir el problema real y las ideas principales. 7. Revalorando su comprensión de la situación. 8. Elaborando hipótesis sobre la misma.
4. Planear la solución.	9. Delimitando los subproblemas a resolver. 10. Estableciendo los pasos necesarios para hacerlo.
5. Llevar a cabo el plan.	11. De forma metódica y sistemática. 12. Aplicando el conocimiento previo y nuevo en la solución del problema.
6. Evaluar el proceso.	13. Retroalimentándose a si mismo. 14. Valorando la solución, el proceso mismo y lo que se aprendió sobre resolver problemas.

Las habilidades que se busca desarrollar mediante la enseñanza problemática pueden agruparse en seis categorías generales:

- Habilidades para la resolución de problemas (definidos y no definidos).
- Habilidades interpersonales y de trabajo en equipo.
- Habilidades metacognitivas, de autoconfianza y de autodirección.
- Habilidades de autoevaluación.
- Habilidades para el manejo del cambio.

- Habilidades de aprendizaje continuo (a lo largo de la vida)

## 5. Conclusiones

- La enseñanza problemática prevé el desarrollo de los tres componentes esenciales en los planes de estudios:
- El componente académico, que garantiza la adquisición por parte de los estudiantes de los contenidos básicos esenciales.



- El componente laboral incluye las habilidades propias del ejercicio de la profesión y se desarrolla a través de todo el tema cuando se resuelven problemas propios de la especialidad.
- El componente investigativo introduce al estudiante en la investigación científica y se desarrolla mediante la tarea que éstos resuelven con miras a la evaluación final.
- Es notable la importancia que la enseñanza problémica le brinda al docente como orientador y director del proceso educativo en la educación superior, mediante el empleo que él hace de los recursos necesarios como la utilización de las fuentes teóricas para el desarrollo del pensamiento creador de los estudiantes.
- Los métodos utilizados en la enseñanza problémica, inciden profundamente en el fortalecimiento de la formación investigativa, de vital importancia para las instituciones universitarias, ya que se fundamentan en el carácter contradictorio del conocimiento con el objetivo de que el estudiante, como sujeto de aprendizaje, asimile el método dialéctico materialista del pensamiento al reflejar y resolver las contradicciones de la ciencia.
- La enseñanza problémica es un proceso de enseñanza que modela el proceso del pensamiento y tiene carácter de búsqueda, carácter investigativo. Este carácter investigativo se basa en las regularidades lógico - gnoseológicas y psicológicas de la actividad pensante independiente de los estudiantes.
- La enseñanza problémica, bien estructurada y concebida, puede ser un medio para el desarrollo de los estudiantes en lo que respecta a sus habilidades y capacidades creadoras, favorece la aproximación de la docencia con el proceso investigativo y propicia la elevación de la calidad de la enseñanza universitaria así como de la superación del personal docente.

## 6. Referencias

Bonilla Castro, Elssy y Rodríguez Sehk, Penélope. Más allá del dilema de los métodos. Norma. 220p.

De Zubiria, Miguel y De Zubiria, Julián. Biografía del pensamiento. Estrategias para el desarrollo de la inteligencia. 3 ed. Bogotá, Magisterio, 1998. 116p.

MAJMUOV, M. I. La enseñanza problémica. La Habana: Pueblo y educación, 1983. 371p.

Martínez Llantada, Martha. Categorías, principios y métodos de la enseñanza problémica. Bogotá, Unincca, 1987. p.30.

Lagos Figueroa, Jaime Arturo. Revelo Vivas, Ignacio Davd. La enseñanza problémica como herramienta de apoyo al desarrollo del pensamiento crítico y creativo en el aula. San Juan de Pasto, Imprecol, 2004. 160p.



# Integración de metodologías de trabajo investigativo mediante la cooperación empresa - universidad. Caso de aplicación: COTECMAR - UTB

Mba. Ing. Martha Sofia Carrillo Landazábal

Msc. Ing. Jaime Acevedo Chedid

Msc© Ing. Fabian Gazabón Arrieta

Grupo de investigaciones en productividad y calidad - Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena

## Resumen

El desarrollo de este modelo integrador aplicado, nace soportado en las relaciones de mutua confianza entre las partes, amparados en una búsqueda permanente de intereses comunes entre los actores: Empresa y Universidad. Cabe anotar que la Universidad Tecnológica de Bolívar como socio de la Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial COTECMAR y en asocio con el Ministerio de Defensa de Colombia (Armada Nacional), Universidad el Norte y la Universidad Nacional de Colombia ha logrado la consolidación de estrategias innovadoras para incorporar la investigación en la relación universidad empresa; estrategias muy valiosas, considerando los enfoques de formación del ingeniero al 2020.

**Palabras claves:** COTECMAR, UTB, industria naval, cooperación, investigación, pasantías, practicantes, modelo, universidad - empresa.

## Abstract

The development of this applied integrating model, is born supported in the relations of mutual confidence between the parts, protected in a permanent search of common interests between the actors: Company and University. It is possible, due to that the Universidad Tecnológica de Bolívar as a partner of COTECMAR and in I associate with the Ministry of Defense of Colombia (Armed National), Universidad del Norte and the Universidad Nacional de Colombia has managed the consolidation of innovating strategies to incorporate the investigation in the relation university - company. All of strategies are very valuable, considering the approaches of formation of the engineer to the 2020.

**Keywords:** COTECMAR, UTB, naval industry, cooperation, investigation, model, university - company

## 1. Introducción

COTECMAR es una empresa líder en el sector astillero nacional y regional, que tiene por objeto proporcionar soluciones avanzadas a la industria Naval, Marítima y Fluvial y cuya actividad comercial se encuentra en las áreas de diseño, construcción, reparación, y mantenimiento de motonaves y artefactos marítimos y fluviales. La empresa cuenta con dos bases situadas en la ciudad de Cartagena, una en la zona industrial de Mamonal (Ver Figura N°1) y otra en el sector de Bocagrande (Ver figura N°2), en las que preparación de superficies y aplicación de recubrimientos constituyen unas de sus actividades más importantes.

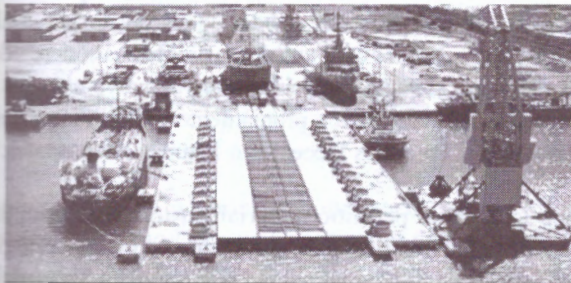


Figura N° 1. Astillero Mamonal

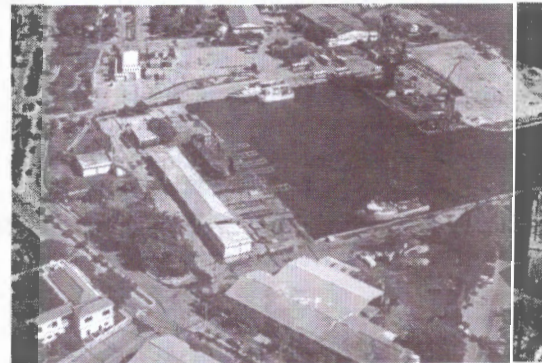


Figura N° 2. Astillero Bocagrande

Actualmente con tres unidades de negocios: una de mantenimiento y reparación de motores diesel, instalaciones eléctricas marinas e industriales, reparación de motores eléctricos, montaje de sistemas eléctricos y de control automático; y dos astilleros localizados en la ciudad de Cartagena a 180 millas del Canal de Panamá y cerca de las más importantes rutas marítimas del Mar Caribe.

Cotecmar tiene dos líneas de trabajo principales: (1) Una línea de reparación que comprende un amplio rango de

servicios para todo tipo de embarcaciones tales como reconstrucciones por soldadura de cascos de barcos a flote o en posiciones de varada y actividades de revisión y reparación de sistemas eléctricos, motores y hélices de propulsión, hidráulicos, tuberías de servicios auxiliares, pintura y recubrimientos y, en general, aquellos asociados con la industria naval; y (2) Una línea de diseño y construcción destinada a proveer este tipo de servicios en el campo de las embarcaciones y artefactos navales, certificados por la norma ISO 9001:2000 LRQA, así como la prestación de servicios de consultoría en el área de ingeniería y arquitectura naval.

La Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial (COTECMAR), inicia la realización de un diagnóstico de oportunidades de mejoras mediante la realización de proyectos de investigación, con la participación de la Universidad Tecnológica de Bolívar, en el marco de la optimización de los procesos de COTECMAR, empresa líder en Colombia en el diseño, fabricación y reparación de embarcaciones navales.

El análisis de oportunidades de mejora se logró materializar mediante el planteamiento y formulación de toda una diversidad de proyectos, abordados desde los Grupos de Investigación de la UTB. La integración se consolida y articula, mediante el diseño de una estructura administrativa que gestiona recurso para el desarrollo de los distintos proyectos, con el apoyo de profesores investigadores, estudiantes pasantes, estudiantes investigadores y un docente como coordinador de actividades que trabaja medio tiempo dentro de las instalaciones de COTECMAR.

Los resultados de este novedoso esquema integrador de Universidad - Empresa, se fundamentan en el desarrollo planificado de investigaciones, consultoría y asesorías, en busca de cooperación mutua. Esta estrecha relación de gana-gana es objeto de análisis y aplicación, como modelo, a otras instituciones universitarias en el país.

## 2. Desarrollo

El inicio de las relaciones investigativas entre las dos instituciones nace por su misma naturaleza, dado que la Universidad Tecnológica de Bolívar es miembro corporado de COTECMAR. De allí que los acercamientos preliminares llevaron a que la relación se lograra fortalecer, a través de un proceso de conocimiento mutuo, dada la calidad de Corporación de Ciencia y Tecnología de COTECMAR y el despegue definitivo que en su momento se dio de los procesos investigativos de los distintos grupos de investigación de la UTB.

Estos acercamientos preliminares dieron la pauta para la formalización de unas nuevas relaciones esta vez enmarcadas

bajo los intereses investigativos de las partes, para lo cual fue necesaria la presentación de los avances que los grupos de investigación de la Universidad habían alcanzado, como muestra del fortalecimiento y la visibilidad que en el ámbito local y nacional se había ganado y permitiendo generar la confianza hacia COTECMAR de las calidades investigativas que estaban siendo puestas a consideración para la solución de sus problemáticas.

Reconocido el potencial del brazo académico, se prosiguió al conocimiento pormenorizado de las unidades estratégicas de negocio (UEN) de COTECMAR. Fue así como tras una serie de reuniones las UEN presentaron los procesos que gerencian así como los problemas que preliminarmente ellos mismos habían detectado y sobre los cuales requerían el apoyo desde la academia para su solución. A pesar de que los problemas fueron presentados de manera individual, unidad por unidad, claramente se vislumbraba la sistemática relacional que presentaban muchos de ellos.

Luego del reconocimiento de las partes, mediante la capacidad investigativa de la universidad y de las necesidades de investigación de COTECMAR, se prosiguió a la conformación de mesas y grupos de trabajos, integrados por los gerentes de proceso de las UEN, los docentes investigadores de los grupos de la universidad y estudiantes en calidad de asistentes de investigación. Lo anterior permitió una profundización en las temáticas objeto de estudio, recabando datos y evidencias que permitieran diagnosticar más certeramente la problemática a tratar.

Como resultado de todo el proceso anterior, se logró la definición de temas preliminares para desarrollarse como proyectos. Además se logró la articulación de los mismos logrando plantear cómo deberían abordarse las soluciones de manera integral, involucrando unidades estratégicas que individualmente repetían una problemática, pero que en el fondo era latente la relación causal que involucraba a varias unidades.

Concretados los problemas y obteniendo el aval interpretado por parte de COTECMAR, se presentaron por parte de la universidad el abanico de modalidades desde las cuales podrían ser abordados cada uno de los problemas concretados. Fue así como se puso a consideración, el apoyo a través de Proyectos de Investigación propiamente dichos, Asesorías y Consultorías, Pasantías Docentes o Estudiantes Pasantes.

Todo lo anterior permitió materializar todas las opciones anteriormente descritas para conformar un plan estratégico que apuntara intencionalmente para que esta sistemática se consolidara y se mantuviera mediante la ejecución del



...amiento, el control y la presentación de los resultados ...idos, no solo a la Corporación sino también presentados ...idades de las que se pudiese obtener recursos de ...ciación para el desarrollo de los mismos proyectos, como ...CIENCIAS.

El Flujo relacional que denota la secuencia del proceso de ...egración de las partes es el que se muestra a continuación ... la Figura N° 3.

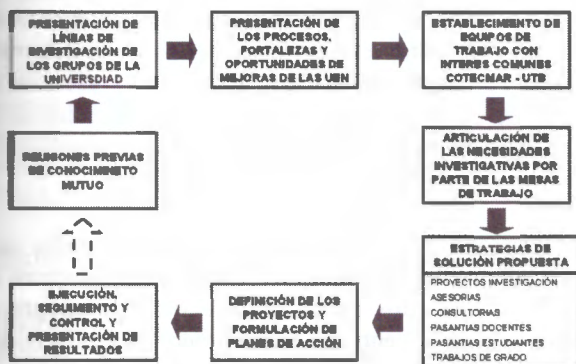
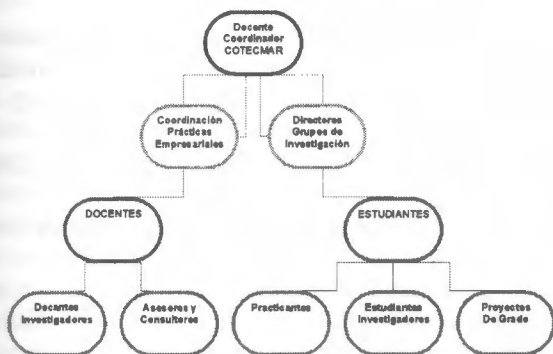


Fig. 1 FLUJO RELACIONAL DEL PROCESO DE INTEGRACIÓN "COTECMAR-UTB"

La coordinación de la presencia de los investigadores, docentes y estudiantes, ha requerido para la Universidad Tecnológica de Bolívar la conformación de un sistema administrativo que gestione la consecución del personal con el perfil requerido que demande cada proyecto, que regule los procesos de vinculación, que garantice las condiciones de seguridad y los requerimientos mínimos legales para la participación de docentes y estudiantes, así mismo que realice la asignación de coordinadores que hagan seguimiento del desempeño de los estudiantes integrados a proyectos, para el logro del alcance comprometido en cada investigación.

El esquema de coordinación es el siguiente:



Este sistema de gestión lleva un poco más de un año laborando. Como Docente Coordinador de la Universidad en COTECMAR, tenemos al Msc. Juan Fajardo, quien tiene dentro de sus funciones las siguientes:

- Identificar y formular proyectos de investigación de interés para el negocio
- Coordinar las pasantías de los estudiantes que llegan a COTECMAR bajo esta modalidad
- Velar por el fortalecimiento de las relaciones Universidad Empresa

El docente coordinador tiene una dedicación de medio tiempo en las instalaciones de COTECMAR, para el cumplimiento de sus funciones. Actualmente coordina 11 proyectos, entre proyectos de investigación y trabajos bajo la modalidad de pasantías, como se referencian a continuación:

### 2.1 Proyectos de investigación en curso

Estos tres proyectos que se listan a continuación, son proyectos que están en curso y que fueron aprobados y financiados por COLCIENCIAS y que fueron formulados por Docentes Investigadores de la Universidad Tecnológica de Bolívar y por parte de personal de COTECMAR:

- Proyecto de remanufactura de partes de motores MTU
- Optimización energética de las embarcaciones
- Proyecto para el análisis de las vibraciones en líneas de ejes

Los siguientes tres proyectos se desarrollan con la participación de estudiantes pasantes quienes aportan su capacidad investigativa en el desarrollo de los mismos. Actualmente estos proyectos se encuentran en ejecución:

- Proyecto para la certificación de COTECMAR bajo NTC - ISO 14.000
- Proyecto para la certificación de los Laboratorios de Metrología de COTECMAR.
- Proyecto para el desarrollo de un Diagnóstico Tecnológico para COTECMAR

### 2.2 Proyectos de etapa de formulación

En este momento se encuentran en etapa de formulación tres importantes proyectos:

- Compatibilidad Electromagnética
- Proyecto REITE Marino
- Proyecto TESTIGO

Para este segundo período de 2006 se encuentran vinculados a Cotecmar 17 pasantes apoyando los procesos investigativos. Siete de ellos pertenecen al Programa de Ingeniería Industrial, dos al Programa de Ingeniería Mecatrónica y ocho al Programa de Ingeniería Mecánica.



El Proyecto más reciente de participación interinstitucional en el marco de la integración COTECMAR - UTB, es el de Diseño de un Sistema de Medición de los Procesos Productivos, el cual nace por la necesidad de diseñar e implementar una metodología de medición de los procesos productivos para los proyectos de reparación, mantenimiento y construcción en cada una de las áreas productivas (Mecánica, Pailería, Pinturas, Materiales Compuestos, Varadero), que permita el fortalecimiento de los procesos de Planificación, Programación, Control y Evaluación de Proyectos.

El objetivo final del proyecto es el diseñar e implementar una metodología de medición de los procesos productivos para proyectos de reparación, mantenimiento y construcción en Cotecmar planta Mamonal, el cual le permita la toma de decisiones de tipo comercial, gerencial y productiva, administrando de manera integral unos recursos y tiempo, siguiendo los lineamientos de gestión que la empresa implementa.

A este proyecto se tienen vinculados 10 estudiantes practicantes de los Programas de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica. El proyecto está bajo la supervisión del Jefe del Departamento de Producción y es desarrollado por el Jefe de la Oficina de Programación y Control de la Producción de la Planta Mamonal y los Jefes de División de Producción con el acompañamiento de la Coordinación de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

### 3. Conclusiones

Atendiendo la convocatoria de la Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial (COTECMAR), en cuanto a la realización de un diagnóstico de oportunidades de mejoras mediante la realización de proyectos de investigación, se da la participación de la Universidad Tecnológica de Bolívar, en el marco de la optimización de los procesos de COTECMAR, empresa líder en Colombia en el diseño, fabricación y reparación de embarcaciones navales.

El análisis de oportunidades de mejora se logró materializar mediante el planteamiento y formulación de toda una diversidad de proyectos, abordados desde los Grupos de

Investigación de la UTB. La integración se consolida y articula, mediante el diseño de una estructura administrativa que gestiona recurso para el desarrollo de los distintos proyectos, con el apoyo de profesores investigadores, estudiantes pasantes, estudiantes investigadores y un docente como coordinador de actividades que trabaja medio tiempo dentro de las instalaciones de COTECMAR.

Los resultados de este novedoso esquema integrador de Universidad - Empresa, se fundamentan en el desarrollo planificado de investigaciones, consultoría y asesoría, en busca de cooperación mutua. Esta estrecha relación de gana-gana es objeto de análisis y aplicación, como modelo, a otras instituciones universitarias en el país.

El desarrollo de este modelo integrador aplicado, nace soportado en las relaciones de mutua confianza entre las partes, amparados en una búsqueda permanente de intereses comunes entre los actores, empresa y universidad. Cabe anotar que la UTB como socio estratégico de COTECMAR y en asocio con el Ministerio de Defensa de Colombia (Armada Nacional) y la Universidad Nacional de Colombia ha logrado la consolidación de estrategias innovadoras para incorporar la investigación en la relación universidad empresa, estrategias muy valiosas, teniendo en cuenta los enfoques de formación del ingeniero al 2020.

### 4. Bibliografía

Del Castillo, Jose A. Ramos, Yesenia. Modelo de Gestión Tecnológica para astilleros navales. Cartagena, 2001.

Deming, Edwards. Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis, New York. Editorial Summit, 1989. Pag 15 - 50

Fleiman, Jack. Evaluación integral para el diagnóstico y solución de problemas de productividad, calidad y competitividad, México, Editorial Mc Graw Hil. Pag 10 -34

Documentos internos UTB, Prácticas empresariales, 2005

Estatuto Orgánico. Universidad Tecnológica de Bolívar. 2006





# Formación tecnológica por ciclos propedéuticos para la construcción

Ing. German Urdaneta Hernández

Universidad la Gran Colombia, Facultad de Ingeniería Civil

## Resumen

Mientras la industria de la construcción demanda una considerable cantidad de personal calificado a nivel tecnológico para supervisar los trabajos, la formación que se ofrece a nivel de educación superior ofrece una sobrepoblación a nivel profesional. Esta inversión, severamente criticada por la industria y el estado, está conduciendo a condiciones de subempleo a nivel profesional. La imagen pública del nivel tecnológico, identificada como una "carrera intermedia" no resulta atractiva para quienes buscan la educación superior, lo cual ha planteado una situación de relegamiento de esta actividad. Se propone en este trabajo, la generación de un programa de formación superior que encare el problema con un enfoque propedéutico, que a la vez que permita la formación idónea del nivel tecnológico, permita la continuación de los estudios, sin perder parte del esfuerzo desarrollado, hacia una formación profesional idónea, equiparable a la que se puede obtener por el proceso tradicional.

**Palabras claves:** Formación tecnológica, educación propedéutica, formación para la construcción

## Abstract

While the construction industry demands a significant amount of personnel, duly qualified at the technological level, the offer from the educational system is oriented by a tendency towards the professional instance. This deformation, which is causing a severe profile of underemployment for the recent graduates, has relegated the technological level of education to a condition of "little better", which is less than glamorous for the career seeking high school graduate. It is proposed a new scheme for a college program, developed under the cycle concept, which allows intensive coverage for the technological level, offering an efficient working competence, with sound professional basis, which will enable the student to either go into practice at completion of his studies or pursue further studies, without the sacrifice of effort, towards his attainment of a regular undergraduate degree.

**Keywords:** Technological education, cycle education, education for the construction industry

## 1. Introducción

El ejercicio de la construcción en el país se ha hecho de manera tradicional con la intervención de profesionales de la Ingeniería y la Arquitectura, quienes si bien es cierto que durante su profesionalización y posterior especialización reciben elementos relevantes para el ejercicio de la gerencia en el proceso constructivo, no han sido formados de manera específica como constructores.

En efecto, el Ingeniero recibe una sólida formación matemática y científica, lo cual le permite interpretar, modelar y resolver los problemas del uso de los recursos para ponerlos al servicio de la sociedad. Durante su formación, recibe algún tipo de información en el uso de los materiales, en especial los de naturaleza estructural, y en las disciplinas operativas de la gestión administrativa de obras (Descripción de los procesos constructivos, presupuestación, programación de obras) y algunos rudimentos de gestión y gerencia, los cuales recibe al final de su carrera (Contratación, Interventoría, evaluación de proyectos).

Por su parte, el arquitecto se forma en la concepción, modelado y uso de los espacios, y recibe como una línea paralela una formación más bien ilustrativa en los aspectos tecnológicos de la construcción. Si bien un poco más intensa, esta formación es también superficial, pues el énfasis formativo es el diseño.

Como resultado, la intervención inicial del recién egresado en el campo de la construcción está en la función de la residencia de obra, y su competencia se desarrolla, con un alto nivel de empirismo, durante el ejercicio al lado de personas más experimentadas.

En no pocas ocasiones los recién graduados egresan de manera directa al ejercicio independiente y, carentes de la fundamentación correspondiente al arte de construir, tienen que adelantar su aprendizaje en el sitio en compañía de las personas que encuentran en las obras, quienes frecuentemente tienen una formación empírica (maestro de obra, contratistas y muy escasamente tecnólogos) y una

competencia insuficiente. Es apenas lógico que su desarrollo tenga también bases empíricas

Esta situación que afecta a un considerable segmento de los responsables por el ejercicio de la construcción ha motivado que, de manera sistemática, los arquitectos e ingenieros vuelvan sus ojos a las especializaciones que les ofrecen capacitación en las artes de la gerencia de los procesos constructivos, en búsqueda de soluciones inmediatas por "el como hacer" que les demanda la industria.

Basta un breve repaso por la gama de estudios de especialización ofrecida de los últimos 20 años para poder observar la abrumadora preponderancia del tema gerencial. Es muy escasa la oferta de temas tecnológicos o propios de las ciencias estudiadas previamente. En particular, en la arquitectura es casi inexistente la especialización en Diseño y aún en Urbanismo. Ya es a nivel de maestría cuando se encuentra la vuelta a las ciencias que se estudiaron en el pregrado, invirtiéndose el proceso ya que la oferta administrativa es más escasa. Los ojos se vuelven a maestrías de mayor nivel, desarrolladas en los ambientes de la alta gerencia y en el campo de profesiones del área administrativa y financiera.

También es aparente que un estudio ajeno a la propia formación, desarrollado en unos pocos meses y con la motivación de obtener más un título de postgrado que una nueva formación ha resultado que aún esta capacitación se revierta al campo del empirismo calificado.

Y en los niveles de base, sucede un proceso inverso. Se forma para la construcción rasa desde el nivel técnico. Son muy escasos, quizás por falta de una demanda evidente, los programas de formación de auxiliares del ingeniero y el arquitecto para el diseño y el proyecto. Y si los hay, se detienen dentro del desgraciadamente titulado concepto de las "carreras intermedias", que dejan el sabor de la subprofesionalización, de ser ocupaciones de segundo plano y que obligan al desempeño social en los ambientes de los estratos inferiores de la sociedad, en función del acceso limitado a las "oportunidades de formación" y a las necesidades de la supervivencia.

El sistema ha impuesto de manera arbitraria un ritmo de tiempo para la adquisición de las competencias sucesivas. Quien no puede invertir cinco o más años para estudiar profesionalmente, no tiene opción de un egreso a manera de pausa, con posibilidades de generación de ingreso y continuar el camino posteriormente. La oferta es taxativa, pues se recorre todo el camino o ninguno. Cualquier detención, o abandono, significa el fracaso. No hay la posibilidad de obtener una competencia intermedia formalizada.

En el tránsito del nivel técnico al tecnológico, y en el menos frecuente de este último a la profesionalización, los estudios previos se consideran etapas superadas, independientes entre sí, generalmente de formación de inferior calidad y se miran con un cierto nivel de desdén. Al atender a la letra y las intensidades de los contenidos para homologar el esfuerzo previo, se considera que este no alcanza los niveles calificados supuestamente exigidos para el ingreso a la educación superior, de manera que la persona que inicia una nueva etapa se vé obligada a recorrer de nuevo caminos que ya ha transitado. Se ha discriminado así la formación técnica y tecnológica como formación en oficio, mientras que la superior se lleva a la nivel de profesión. Y esto resulta ser una falacia, pues lamentablemente la ocupación generada por la demanda está llevando a la profesión misma al nivel de oficio, simplemente productivo e instrumento de supervivencia.

Así, un técnico que puede invertir un par de años de su vida para aprender a "poder hacer" algo, requiere por lo menos 2.5 para ascender a la tecnología, y entonces aprender a "hacer que se haga" algo; y no menos de 4.5 para ser ingeniero, para "saber hacer en contexto". Es decir, que las etapas de formación se han visto sometidas a un concepto de crecimiento por escaleras, que cambian de inclinación y dirección, cuando se debería hacer por una rampa de flujo continuo, así pueda cambiar de dirección, y que ofrezca niveles de descanso para hacer tránsito, ya sea temporal o definitivo, hacia otras instancias laborales o profesionales.

Esta situación ha hecho que el bachiller y en general la persona que busca desarrollar su vocación y establecer su plan de vida en la construcción, busque su formación y titulación en el nivel superior, de unas disciplinas que no son exactamente la que busca. La opción de las "carreras intermedias" queda limitada a las clases menos favorecidas de la sociedad, a quienes necesitan trabajar temprano y en general a quienes no "ha podido ser ingeniero". Y nadie quiere ser así.

Como consecuencia, muchas personas que, por sus condiciones sociales y económicas, no pueden atender de inicio su formación profesionalizante, buscan, con ingenuos esfuerzos, el acceso directo a la formación profesional y logran en unos loables y heroicos niveles de esfuerzo su ansiado título. ...Para encontrarse que para ejercer la tarea que eligieron, deben caer tarde o temprano en el empirismo, claro que con un mejor nivel de "saber hacer" que otras personas que solamente han estudiado 5 años, cuando ellos lo han hecho por 9.

No es de extrañarse de las tantas veces mencionada inversión de la pirámide laboral. Hay demasiados profesionales que deben ejercer a nivel tecnológico y la labor de quienes han sido formados expresamente, recibe un trato



discriminador que no les permite ascender en una ruta diferente con su esfuerzo y capacidad.

### Los ciclos propedéuticos

Este análisis, aunque parezca un poco apocalíptico, no es nuevo ni mucho menos original. El estado colombiano ha venido clamando por el establecimiento de una formación por ciclos, que permita el avance gradual en la formación para el servicio de la sociedad.

Pero la respuesta ha sido miope. Cada quien, poseedor de la verdad, considera que su posición es correcta. Quien es se deben adecuar son los demás. El Sena por una parte, continuará formando técnicos y tecnólogos para el hacer y el saber hacer, dentro de una concepción de competencia laboral. Es la Universidad quien debe adecuar su estructura para acoger su producto.

El sector privado, no puede competir con el Sena en la formación técnica, pues como particular, no se puede ofrecer formación gratuita, a no ser que se cuente con subsidios muy fuertes. Trabajan entonces en el campo de la educación tecnológica, pero recibiendo la población en el concepto de las "carreras tecnológicas". Recogen su población entre personas que consideran más glamoroso el egresar de la Institución de Educación Superior XYZ, establecida en un conjunto de garajes adaptados, que del Sena que es para "los pobres". En muy contadas ocasiones se admite de manera directa y continua al técnico profesional. Debe, según su concepción, comprar el paquete completo que se ofrece. Y con frecuencia, al culminar un nivel dado no encuentran una oferta competente en el mismo campo para completar la ruta de formación.

La Universidad, desde su encumbrado dosel, de espaldas a la verdadera problemática social, ve al tecnólogo como un recluta más. Tal vez menos favorecido que un bachiller regular. Le desconoce su formación previa, pues la considera fuera de su foco (sin preguntarse si más bien su "foco" estar fuera de las personas). Y no se piensa siquiera en admitir como persona previamente capacitada a un "técnico profesional". Al extremo que las personas que en un momento dado decidieron tomar la ruta dura y estudiar técnica o tecnología, se arrepienten de su decisión pues al buscar la continuidad de su estudio, deben iniciar de ceros otra vez.

Y la empresa privada, encerrada en su costra de dorado metal, con la productividad como meta última, espera que el sistema educativo le entregue las personas que necesita. Al no tener oferta suficiente de tecnología calificada, recurre al empirismo. O subemplea profesionales, que necesitan

completar su formación, pues optan por posiciones para las cuales no han sido preparados. Y se dan los dos extremos. Un subempleo tecnológico por el equiparamiento con niveles empíricos irregularmente calificados. Y un subempleo profesional que llena las vacantes existentes en el nivel tecnológico.

Y se genera la frustración y el desequilibrio. Y el estado no recibe respuesta. Y el país sigue igual. Cada quien en su nicho de perfección, considerando que los "malos" son los demás.

Surge entonces la solución de los ciclos propedéuticos. Pero estos deben ser bien entendidos. Desde hace varios años el Sena, como líder en la formación básica, ha entendido que ser técnico no es solamente "poder hacer", ni tecnólogo es "hacer que se haga". Y ha emprendido un camino para impartir su formación en la búsqueda de un concepto diferente, el de la "competencia laboral". Se optó por formar para el trabajo. Se asume una formación personal, pero no encaminada al "ser persona social" sino más bien a enseñar como "convivir socialmente". Pero el énfasis en el contenido y al intensidad ha pasado a un segundo plano.

Y la Universidad, apenas ahora está tomando en cuenta el tema de las competencias. Sin entenderlas completamente, ha caído en cuenta de la necesidad de trascender de la simple formación para el trabajo. Algo hace falta. Hay que formar para la ciudadanía, para la convivencia, para el liderazgo. Ante la carencia de esto, sin reconocer que sus reclutas ya han sido formados para algo, supone que no tienen formación alguna y se dedica por medio de breves intervenciones de 30 o 40 horas en supuestamente "formar" en esos aspectos. Y en estos breves espacios, es imposible reformar lo que ya ha sido formado. Como en el caso de los materiales elásticos, al someter a fuerza al material este asume la forma que se le impone. Pero al retirar la fuerza, se vuelve al estado original!!

Esta dicotomía, la formación en competencia laboral en el nivel tecnológico frente a la formación tradicional que dolorosamente está tratando de virar hacia una competencia que no entiende muy bien la Universidad, hace frustrar todo esfuerzo que se haga.

Hay que buscar una solución integral, que reconozca la unicidad del problema. En primer lugar, reconocer la falta del eslabón universitario que vincule la formación tecnológica con los postgrados en el campo de la construcción. Si los niveles bajos enseñan a producir, el pregrado a dirigir y el postgrado a gerenciar, no será que se están atendiendo los cinco niveles de competencia que plantean los planes oficiales?

No será que mas bien antes de buscar renivelación de los tecnólogos que acceden a la profesionalización, se busque remediación de los bachilleres que asisten al mismo nivel? O en su defecto, que el tecnólogo al pasar a una formación tradicional lo haga en un nivel más avanzado?

#### A manera de propuesta

No se pretende que la formación propedéutica sea la única ruta. Pero no que se considere como una alternativa secundaria. Debe ser una ruta paralela. Y esto se puede lograr si se define la carrera del constructor profesional, con un nivel tal que se equipare a la del Ingeniero o el Arquitecto. No se trata de tener Ingenieros o Arquitectos "constructores". Se trata de tener "Constructores profesionales", pero sin la connotación de "Maestro de obra Universitario" que se puede llegar a colar en la percepción ciudadana.

Y talvez, nos atrevemos a pensar que las cohortes de construcción sería más numerosas que las de arquitectura e ingeniería juntas. Y el planteamiento académico de la carrera será muy rentable. En efecto, los primeros niveles de formación, que deben fundamentar al profesional, se nutrirían de los cursos regulares de sus carreras hermanas. Las ciencias básicas, la informática, las humanidades, la expresión, el sentir estético, la tecnología elemental.

En el sector intermedio, se desarrollaría la especificidad de la profesión, sirviendo talvez de complementario para sus hermanas, pues daría muy buenos componentes de "saber hacer". Y en los últimos niveles, puede atender a la profundización temática, ofreciendo niveles que surtan la electividad tecnológica de sus hermanas, y por que nó, como reemplazo del carácter remedial que ofrecen las especializaciones. En esta condición muchos cursos del nivel superior de pregrado adquirirían la condición de nivelatorios para la condición de especialista.

Otro aspecto que adquiriría sentido sería la valoración del trabajo del estudiante en créditos académicos. Teniendo en cuenta el tipo de competencia por adquirir, desde la hoy llamada laboral, del "poder hacer" y el "hacer que se haga", hasta el "saber hacer en contexto" se puede evolucionar en la distribución de la cuota de 48 horas de trabajo. Desde una baja cuota de trabajo personal (talvez del 2 presencial al 1 personal?) para el nivel técnico, se puede evolucionar hasta la pretendida del 1:2 del pregrado. De esta manera, en los niveles básicos, cada crédito representa mayor presencialidad en

el aula. Para un programa de 16 créditos, una semana pedagógica del orden de 24 horas presenciales para el nivel técnico, y solamente 16 para el de pregrado.

Debe tenerse en cuenta que la persona objeto de la formación, es la misma en todo el proceso. Y por tanto, se le debe permitir evolucionar de manera continua, sin verse sometida a saltos y escollos en su camino. La electividad de ruta debe darse desde los niveles del técnico profesional.

En concreto, se quiere poner sobre la mesa la siguiente propuesta:

"Generar una línea propedéutica para la formación evolutiva por competencias de constructores profesionales, diferente a la formación tradicional de Arquitectos e Ingenieros, que permita ofrecer al país profesionales calificados desde el nivel de pregrado para la dirección idónea de obras, con conocimientos detallados de los procesos y técnicas constructivas y de la gestión de la producción, y fundamentados en el empresarismo."

Esta línea, que encuentra su base en la formación del técnico constructor, formado eminentemente para el trabajo competente en un oficio bajo dirección apropiada, continúa su evolución hacia el tecnólogo en construcción, cuya competencia ya deriva hacia una combinación de la laboral y la profesional, de quien sabe hacer pero además dirige, dentro de un ambiente empresarial. Y culmina la evolución con la generación de una competencia profesional, que acumula la competencia laboral, pero orientada a la dirección y la gestión, con la científica y la social, de una manera integral.

Esta solución, evolutiva y continua, con entradas desde diferentes niveles, con la posibilidad de la pausa o si se prefiere salida, en el camino y de la profundización al elegir un nivel como terminal, permite una ruta de la mayor flexibilidad que abre la oportunidad de estudio a muchísimos colombianos en la profesionalización de un campo vital de la actividad nacional, que aunque abandonado hoy al empirismo es generador de altos niveles de empleo, y que de esta manera se puede calificar para el mejor servicio.

Establecidos los por qué y los para qué, falta definir los cómo.



# Ingeniería de formación: hacia la optimización del sistema educativo

Guillermo Restrepo G., Elkin Libardo Ríos O.

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Antioquia, Medellín

## Resumen

Este trabajo presenta los aspectos centrales de la "Ingeniería de Formación" de acuerdo con la concepción que se tiene en la Escuela de Ingenieros de Metz (ENIM) de Francia. En general, se pretende aplicar a la educación el modelo de gestión de la producción industrial. Se entiende la formación como producción de competencias en el estudiante (el cual es cliente y producto) optimizando e integrando los procesos del sistema con criterios de calidad, flexibilidad, productividad y rentabilidad. La formación con estas características exige la aplicación de herramientas de ingeniería tales como la gerencia y evaluación de proyectos, logística, calidad, mantenimiento, investigación de operaciones y sistemas de información.

**Palabras claves:** Formación, ingeniería de formación, competencias, ingeniería pedagógica

## Abstract

This paper presents the main aspects of the Formation Engineering according with the Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz (ENIM) of France. The aim is to apply to education the industrial production management model. Formation is understood as the production of competences in to the student, who is customer and product, optimizing and integrating the processes of the system with criteria of quality, flexibility, productivity and profitability. The formation with these characteristics demands the application of engineering tools such as project management and project evaluation, logistics, quality, maintenance, operations research and information systems.

**Keywords:** Formation, formation engineering, competences, pedagogic engineering

## 1. Aspectos conceptuales

La "Ingeniería de Formación" se define (1) como "el conjunto de herramientas que aseguran la concepción, implementación, desarrollo y optimización de la formación", entendida ésta última como producción de competencias. Se pretende lograr una formación más efectiva aplicando herramientas de ingeniería con criterios de calidad, productividad, flexibilidad y rentabilidad.

Se parte del principio de asociar la producción industrial a la formación profesional. En ambas se pueden identificar sistemas de: dirección (decisión y control), suministro, operación e información. Algunos de estos son difusos o ineficientes en una institución de educación superior. La figura 1, muestra un paralelo entre ambos.

Figura 1. Paralelo entre el sistema de producción y el de formación (2)

ASPECTO	INDUSTRIA	FORMACIÓN PROFESIONAL
Producción	De productos	De competencias
Programa de producción	Plan de producción	Plan de formación
Procesos operativos	De aprovisionamiento	De selección
	De transformación	Producción de competencias
Ordenes de pago	Pago proveedores	Pago empleados, profesores e insumos
Procesos/procedimientos	Oficina de métodos	Equipo pedagógico
Costos	De producción	De formación/estudiante
Plazos	Orden de fabricación	Tiempo de permanencia del estudiante
Calidad	Satisfacción de clientes	Satisfacción grupos de interés

La ingeniería de formación pretende atacar deficiencias del sistema educativo en aspectos como:

- Modelo pedagógico centrado en la teoría y el profesor: lo cual implica la no sostenibilidad de la formación y niveles altos de deserción. Frente a ello se le apuesta a la producción de competencias con intensidad en el trabajo práctico. Es frecuente citar la siguiente estadística sobre el rendimiento del proceso pedagógico, donde el estudiante retiene: el 10% de lo que lee, el 20% de lo que escucha, el 30% de lo que ve, el 80% de lo que dice y el 90% de lo que hace y dice.
- La débil gestión en productividad y rentabilidad: frente a esto se pretenden aplicar herramientas del modelo de producción industrial que implicarían: innovación y diversificación tecnológica, estudios de costos, eliminación de tiempos improductivos, mantenimiento de equipos, montaje racional de los laboratorios y puestos de trabajo junto a capacitación científica y pedagógica de los profesores.
- La insuficiencia en la gestión de procesos: en el sistema educativo los procesos estratégicos y de operación se ven separados y desintegrados. Se pretende articular y optimizar los diferentes subsistemas: el nacional, el institucional, el del curso, el de la clase, y el del puesto de trabajo o práctica.
- Tiempo de permanencia del educando: Cuando se excede el tiempo estipulado para la graduación, se generan incrementos en los costos de operación que se pueden asociar a problemas de calidad.

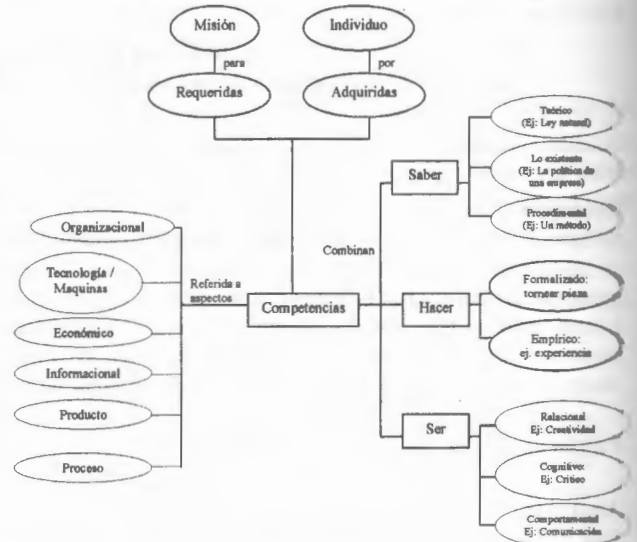
**2. La producción de competencias**

Es la base del modelo pedagógico. El estudiante se concibe como: actor, cliente y producto. Las competencias se conciben como conocimientos, habilidades técnicas, experiencias y comportamientos que se ejercen en un contexto preciso (3).

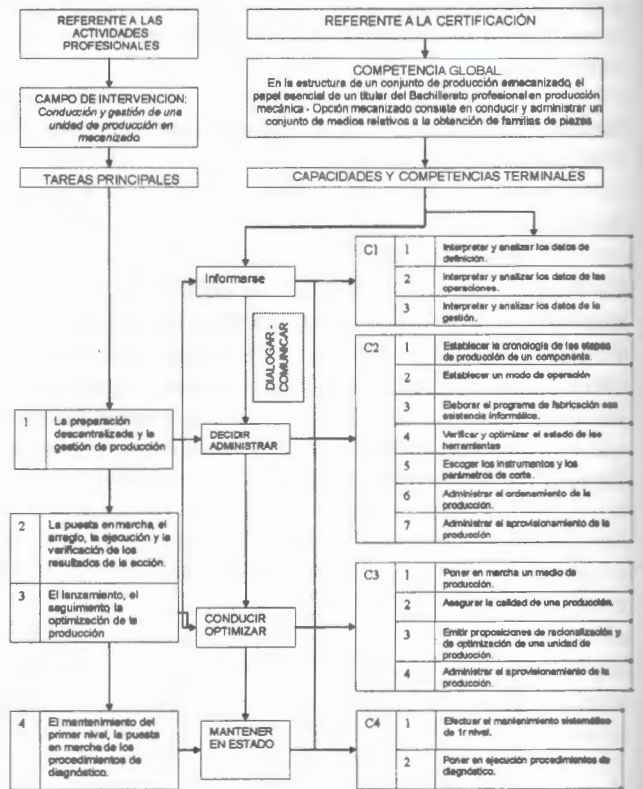
Las competencias son inseparables de la acción, del desempeño. Las aptitudes y los títulos no son competencias. Implican la combinación del ser, el saber y el hacer. La figura 2, ilustra esta concepción.

En el proceso de producción de competencias se debe tener en cuenta leyes y referenciales nacionales o mundiales, los recursos humanos, técnicos, informáticos y financieros buscando la satisfacción del cliente - estudiante y el cliente - empresa sin descuidar la formación de ciudadanos (educación). Hay un énfasis especial en el trabajo práctico. Las competencias están definidas en forma precisa, desde las globales que se desglosan en unidades de competencias y éstas a su vez en competencias terminales. Para cada una de éstas se definen criterios de evaluación. La figura 3 muestra un ejemplo.

**Figura 2. Modelo de las competencias (4)**



**Figura 3. Mapa de competencias (5)**



**3. Trabajo práctico y laboratorio**

El trabajo práctico es muy importante en la producción de competencias. La Ingeniería de Formación tiene un gran cuidado en el montaje de los laboratorios y en la gestión del trabajo práctico.

En el montaje de laboratorios debe tener en cuenta variables como:

- **Demanda actual y proyectada**
- **Distribución en planta de equipos y áreas de procesos**
- **Costos de equipos y de espacios**
- **Medidas de seguridad**
- **Adaptar equipos a necesidades de formación**
- **Indicadores de costo-eficiencia o de rentabilidad**
- **Uso óptimo de equipos**

Con relación al trabajo práctico se enfatiza en:

- **Actualizar las competencias técnicas y pedagógicas de los instructores**
- **Reducir los tiempos no productivos de formación**
- **Actualización de equipos, usando tecnologías más modernas o acordes con la industria**
- **El puesto de trabajo incluye:**
  - √ Texto del trabajo práctico
  - √ La carpeta técnica
  - √ Carta de control de fabricación
  - √ Carpeta de la máquina
  - √ Normas de seguridad para los equipos y personas
- **Material fungible**

#### 4. Herramientas para la ingeniería de formación

Para optimizar la formación se proponen técnicas muy propias de la Ingeniería Industrial y de Sistemas, algunas de ellas son:

- **Formulación y evaluación de proyectos:** se aplica en la viabilidad de inversiones en equipos, laboratorios, construcciones o nuevos programas académicos. Con base en estudios de mercado, técnicos y de ingeniería, organizacionales, legales y financieros se pueden hacer evaluaciones de rentabilidad financiera o social, lo mismo que cálculos de indicadores de costo - eficiencia.

Para un laboratorio, a partir de la demanda proyectada se puede (con software existente en el mercado) hacer la distribución precisa de espacios y equipos, calculando al mismo tiempo los costos operativos e inversiones necesarias.

- **Gerencia de proyectos:** Los proyectos deben ser gerenciados con todo el rigor que ofrecen metodologías modernas como la del PMI (Project Management Institute) que ha sistematizado las competencias necesarias para manejar las diferentes fases y procesos como: la integración, el alcance, el tiempo, el costo, la calidad, el recurso humano, las comunicaciones y los riesgos.

La gerencia de proyectos apoyada en técnicas informáticas como el MS Project permite hacer una estricta programación de recursos físicos y humanos por medio de cronogramas, ruta crítica, matriz de responsabilidades... Lo cual optimiza costos, ayuda a la coordinación y el control (6).

- **Planeación estratégica e indicadores de gestión:** Para ello es deseable tener un estudio de prospectiva (futuro deseable entre los futuros posibles) para iniciar el ejercicio de planeación. Normalmente se hace un estudio del entorno con técnicas como DOFA, PEST (Político, Económico, Social, Tecnológico) o las Cinco Fuerzas de Porter. Se (re)define el direccionamiento estratégico y se plantean los objetivos para las áreas críticas de la organización. Los objetivos estratégicos se traducen, normalmente en proyectos para los cuales las áreas se comprometen con las metas pertinentes. Se genera un proceso de evaluación y control que tiene como referentes el cumplimiento de la Misión y la Visión, alineando el corto con el largo plazo. En los últimos 15 años se viene aplicando con buenos resultados el Balanced Scorecard (BSC) que ha oxigenado la tradicional "planeación estratégica".
- **Logística:** Se aplica en la optimización de flujos físicos y de información (7). Su objetivo es satisfacer los clientes en la cantidad, calidad y plazo a un costo óptimo para la institución.

Los elementos más importantes son:

- √ **Servicio al cliente:** Satisfacer las necesidades y el cumplimiento de los pedidos.
- √ **Inventarios:** Mantener la cantidad adecuada de modo que se de respuesta a la demanda. Incluye elementos como costos, reposición, rotación.
- √ **Suministros o pedidos:** Tiene relación con los inventarios.
- √ **Transporte y distribución:** Se relaciona con los modos de transporte, las rutas, los costos, la seguridad.
- √ **Almacenamiento:** Se debe tener en cuenta la organización, seguridad, acceso.

A la logística se pueden asociar técnicas como código de barras, intercambio electrónico de datos (EDI), identificador de radiofrecuencia (RFID), cross docking, operadores logísticos. También puede apoyarse en técnicas como la programación lineal, la teoría de restricciones, entre otras.

- **Mantenimiento:** Busca prevenir accidentes y mantener en buenas condiciones las máquinas y herramientas.

También reparar las fallas que se presenten, minimizando los tiempos de paro. Hay mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y productivo total (TPM), que se convierte en responsabilidad de todos.

- **Sistemas de información, los ERP:** Los desarrollos del computador permiten actualmente integrar las diferentes funciones operativas y administrativas. Los ERP (Enterprise Resource Planning) permiten la distribución inmediata de la información (ubicuidad en tiempo real). Normalmente cubre: lo contable, lo financiero, la gestión de producción, los inventarios, las ventas, la facturación, la distribución, la nómina, la distribución y para todo ello ofrece indicadores de gestión.

Los ERP se pueden complementar con los CRM (Customer Relationship Management) que establecen

relaciones con los clientes haciendo un seguimiento individual, lo cual permite el cálculo de múltiples indicadores como fidelidad y rentabilidad.

#### 5. Bibliografía

- [1] Padilla, Pierre. Diploma Ingeniería de Formación (Memorias), 2005, Metz.
- [2] Clementz, Christian. Problematique de l'ingenierie des etablissements de formation, Capítulo 1 Tesis Doctoral. 2003, Metz.
- [3] Ibídem.
- [4] Ibídem.
- [5] Clementz, Christian. Diploma Ingeniería de Formación (Memorias), 2005, Metz.
- [6] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, [www.pmi.org](http://www.pmi.org)
- [7] EL PRISMA, Directorio de cursos académicos [www.elprisma.com](http://www.elprisma.com)





# Sistema educativo para la formación del ingeniero del 2020

Nelson E. Arturo

Universidad de Nariño, Pasto - Facultad de Ingeniería Agroindustrial

---

## Resumen

La universidad colombiana se enfrenta a un gran reto en la formación del ingeniero, que por ser parte sustancial de la nueva clase empresarial y dirigencia gremial, tiene en sus manos el futuro del país y su desarrollo socio económico.

El país reclama la existencia de un Ingeniero que responda a las expectativas de la sociedad en todos sus niveles: un Ingeniero consciente de la realidad, integrado al medio, orgulloso de su región y su país, capaz de romper los paradigmas del subdesarrollo y proyectarse dentro de las nuevas tendencias de vida y tecnología mundial. Un ingeniero capaz de insertarse rápidamente en el mundo laboral, con sentido innovador y habilidad para desarrollar productividad y competitividad, aprovechando las potencialidades y enfrentando las limitantes del sector, y ese talento humano que constituyen la base y destino de la empresa moderna.

El sistema educativo para lograr este modelo de Ingeniero deberá desarrollarse sobre 4 ejes fundamentales:

1. Integración universidad - Estado - sector productivo - comunidad.
2. Investigación pertinente basada en el trabajo cotidiano y las necesidades de las cadenas productivas que se lideran en la región.
3. Integración académica entre las diferentes asignaturas, alrededor de un proyecto que exija resultados tangibles y permita una aplicación integral y total de los conocimientos.
4. Mejoramiento continuo dentro y fuera de la academia.

Las expectativas de vida que posee cada estudiante que ingresa a la Universidad y que mantiene durante su proceso de formación, pueden frustrarse al no encontrar vinculación laboral, ni respuesta de futuro al lograr el título, sino reestructuramos el proceso de formación de más de sesenta mil Ingenieros que egresan de la universidad colombiana.

**Palabras claves:** Integración, investigación pertinente, mejoramiento continuo

## Abstract

The colombian university faces a great challenge in the Engineer's formation that to be substantial part of the new managerial class and union leadership, he/she has in its hands the future of the country and its development economic partner.

The country claims the existence of an Engineer that he/she responds to the expectations of the society in all its levels: an Engineer aware of the reality, integrated to the means, proud of their region and their country, able to break the paradigms of the underdevelopment and to be projected inside the new tendencies of life and world technology. An Engineer able to be inserted quickly in the labor world, with innovative sense and ability to develop productivity and competitiveness, taking advantage of the potentialities and facing the restrictive of the sector, and that human talent that constitute the base and destination of the modern company.

An educational system to achieve Engineer's model will be developed on 4 fundamental axes:

1. Integration university - State - productive sector - community.
2. Pertinent investigation based on the daily work and the necessities of the productive chains that you lideran in the region.
3. Academic integration among the different subjects, around a project that it demands tangible results and allow an integral and total application of the knowledge.
4. Continuous improvement inside of and outside of the academy.

The expectations of life that each student that enters to the University possesses and that you/he/she maintains during her formation process, they can be frustrated when not finding labor linking, neither future answer when achieving the title, but we restructure the formation process of more than sixty thousand Engineers that egresan of the Colombian University.

**Keywords:** Integration, pertinent investigation, continuous improvement.

## 1. Introducción

La universidad colombiana se enfrenta a un gran reto en la formación del Ingeniero, que por ser parte sustancial de la nueva clase empresarial tiene en sus manos el futuro del país y su desarrollo socio-económico.

La educación colombiana no ha logrado hasta el momento responder plenamente a los requerimientos de la sociedad y menos aun a la de muchos profesionales que después de haber pasado en las aulas, al egresar, no saben aun para qué estudiaron, que saben hacer, ni que pueden ofrecer a la sociedad que con orgullo piensan tener una clase mejor capacitada.

Si partimos del concepto moderno de calidad, que la define como el nivel de satisfacción alcanzado en un cliente, difícilmente podemos catalogar nuestros programas de Ingeniería con una buena calificación, mas aun, cuando el sector productivo y gubernamental son frecuentemente criticados por la misma sociedad cuando argumentan la cantidad de errores cometidos por sus empresarios y gobernantes que no han podido ubicar a Colombia en un lugar de primacía mundial a pesar de los recursos naturales y humanos que posee.

El sector académico no alcanza hasta el momento una plena confianza en el sector empresarial y tampoco puede responder qué sucederá con los más de 60.000 Ingenieros que egresan anualmente de la Universidad Colombiana.

A la Investigación local le ha resultado difícil aportar a la solución de los problemas básicos presentados por las cadenas de valor y muchos de estos trabajos se quedan almacenados en la biblioteca sin ser publicados o compartidos con los interesados. Las instituciones se quejan de la carencia de suficientes proyectos para ser presentados en las diferentes convocatorias que se plantean en el país, caso Fondo Emprender, Ley 344, Colciencias, Minagricultura, entre otros. También existe lentitud en la apropiación y aprovechamiento de la tecnología que se encuentra en los mercados, empezando por lo más elemental, como son los computadores, para no profundizar en la capacidad sobrante y activos no productivos de muchas empresas y el gran desperdicio de materias primas que aumenta la contaminación y los costos de producto terminado, pudiendo ser aprovechado con subproductos.

En algunas ocasiones los contenidos curriculares no pasan de ser ejercicios académicos bajo condiciones ideales, alejados de la realidad regional que no le permite al estudiante desarrollar su creatividad, identificarse con su región y aprender a conocerla para enorgullecerse de la misma e impulsar un desarrollo pertinente con proyección global.

Bajo esta perspectiva, se presenta una propuesta que permita reorientar la formación académica del Ingeniero 2020, acorde a los requerimientos regionales.

## 2. El ingeniero que Colombia requiere

Colombia necesita de una nueva clase dirigente, emprendedora y competente, que imprima un nuevo estilo de desarrollo al país, y la ingeniería constituye un motor de cambio fundamental para impulsar procesos efectivos de alto rendimiento y excelente calidad.

El Ingeniero del 2020 debe responder a las expectativas de la sociedad en todos sus niveles, consciente de la realidad, con orgullo regional. Un ingeniero con espíritu emprendedor, con sentido positivo y orientado hacia la solucionática, que tenga ética, sentido de trabajo en equipo y sea capaz de enfrentar las limitantes para aprovechar las potencialidades que tiene el país.

## 3. Sistema educativo propuesto

Si la formación profesional se concibe como una herramienta para el desarrollo individual y colectivo de un pueblo, entonces se hará necesario determinar cuáles son las necesidades y expectativas de los actores que inciden en dicho desarrollo y que hacen parte de ese entorno.

El desarrollo regional está relacionado con la calidad de vida del ser humano dentro de un entorno de armonía, tranquilidad y seguridad con libertad física y económica, con equidad, que permita su crecimiento como ser humano integral. Esto implica un acuerdo de cooperación mutua entre los sectores: académico, empresarial, gubernamental y comunidad en general, que gire alrededor de proyectos de interés común, que ofrezcan soluciones reales a corto plazo pero con visión de futuro, donde se fortalezcan las potencialidades regionales que produzca diferenciación y ventaja competitiva en un proceso de mejoramiento continuo.

La invitación consiste en romper el aislamiento académico y desarrollar la planeación pedagógica con participación de los interesados, sean estos beneficiarios o ejecutores, la experiencia y la autoridad educativa. La intención es la sensibilización sobre la necesidad de una educación pertinente, nunca el añadir más contenidos a los currículos actuales.

Dentro de este ejercicio se plantearán proyectos de interés común que ayuden a consolidar las cadenas de valor que lideren el desarrollo regional y que una vez seleccionados por su impacto, deberán servir como referente y eje central para el desarrollo de las diferentes asignaturas, las cuales desde su ángulo deberán aplicarse a la realización del



con evaluación conjunta y de manera integral al final de cada semestre, según los resultados alcanzados. Los proyectos deberán realizarse de manera inter y multidisciplinaria

La investigación producto de la actividad ya indicada podrá estar orientada al desarrollo de la productividad, apropiación de tecnologías y adaptación de las mismas a los recursos y capacidad existente en el sector productivo. Igual que el aprovechamiento total de las materias primas para convertir lo que hasta ahora son desechos en productos útiles.

La ausencia de equipos, dinero y apoyo para el desarrollo investigativo deberá ser superado a partir del nivel de investigación existente en otros países y será consultado a través de internet y otro tipo de actividades que permitan un contacto con diferentes sectores de la economía.

Es importante que dentro de los contenidos programáticos se exponga primordialmente los casos exitosos desarrollados en el país en cualquiera de las áreas, lo que contribuirá a mejorar la autoestima regional, el orgullo por el país y aumentaría la confianza en el talento humano colombiano, en síntesis, el sistema al desarrollarse sobre los 4 ejes fundamentales:

1. Integración Universidad - Estado - Sector productivo - Comunidad.
2. Investigación pertinente basada en el trabajo cotidiano y las necesidades de las cadenas productivas que se lideran en la región.
3. Integración académica entre las diferentes asignaturas, alrededor de un proyecto que exija resultados tangibles y permita una aplicación integral y total de los conocimientos.
4. Mejoramiento continuo dentro y fuera de la academia.

Podrá lograr el ingeniero antes descrito y a nivel social se podrá generar el desarrollo de nuevas y mejores fuentes de trabajo, crecimiento y mejoramiento de las ya existentes, satisfacción en mayor sentido por el esfuerzo académico realizado a nivel individual y de la universidad, por tanto una mejor calidad de vida para la población.

#### 4. Desarrollo del sistema

##### 4.1 Fase primera

- **Asignaturas básicas:** Deben desarrollarse bajo esquemas y aplicación a problemas comunes del entorno.
- **Objetivo:** Generar un sentido crítico de realidad
- **Actividades complementarias:** Formación de Valores en emprendimiento, creatividad, disciplina, honestidad, asociatividad, solucionática.

Reconocimiento de la realidad regional, y las oportunidades no aprovechadas, a través de visitas Empresariales, foros, tertulias, talleres y actividades de gestión empresarial.

##### 4.2 Fase segunda

- **Asignaturas básicas de Ingeniería:** Deben orientarse hacia la validación de conocimientos frente a la aplicación de soluciones reales a problemas de las cadenas de valor
- **Objetivo:** Formular, elaborar y poner en marcha proyectos que impulsen el desarrollo de las cadenas de valor.
- **Actividades Complementarias:** Desarrollo de encuentros empresariales ferias, foros y demás eventos que permitan la Selección de Proyectos pertinentes y a detectar fuentes de financiamiento y/o patrocinio de los mismos.

Definir el estado de las investigaciones a nivel Mundial en los casos que se necesite para adaptar la tecnología a desarrollar en las empresas regionales

Aplicar Benchmarking como un sistema de apoyo para el desarrollo de las cadenas productivas

Integrar las diferentes disciplinas y asignaturas para el desarrollo de propuestas en el fortalecimiento de las cadenas de valor

Impulsar actividades de tipo empresarial, de Investigación o asociativas que desarrollen los estudiantes.

##### 4.3 Fase tercera

- **Asignaturas propias de cada Ingeniería:** Aplicadas a la Investigación y Desarrollo de nuevos productos o servicios, al aprovechamiento efectivo y eficiente de los recursos, a la rentabilidad social.
- **Objetivo:** Generar crecimiento y diversificación a nivel empresarial y apropiación de tecnología.
- **Actividades complementarias:** Practica empresarial bajo la metodología de servicio social obligatorio. (Se aprende más en 10' de aplicación práctica que en 60' de teoría).

Presentación y validación de proyectos según aplicabilidad, búsqueda de patrocinio, presentación y/o venta de ideas y propuestas empresariales.

**Nota:** Este sistema ha sido aplicado en la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Nariño y perfeccionado paulatinamente sin embargo ya se cuenta con resultados satisfactorios entre sus egresados, tanto en el plano empresarial como en el institucional.



## 5. Conclusiones

Responder a las expectativas de los nuevos profesionales es uno de los pilares para mejorar la calidad de vida de la población colombiana y evitar la acumulación de problemas sociales.

Los estudios, propuestas y resultados de las investigaciones realizadas por el sector universitario colombiano, deben ser pertinentes a las necesidades de la región y sólo así dejarán de ser elementos decorativos de la biblioteca para convertirse en herramientas de desarrollo y oportunidades de ingreso y reconocimiento para la nueva clase profesional.

## 6. Bibliografía

Escobar, Jaime Alberto. EAFIT. Modelo Sistémico para la formación de un Ingeniero clase mundial en Colombia.

ACOFI, XXV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. Cartagena de Indias. 2005. pp. 295-300.

Rego Rahal, Paola Alejandra. Konrad -Adenauer- Encadenamientos socioproductivos como instrumento para el desarrollo humano sostenible. Legis S. A. Santafé de Bogotá, 2006. 121 p.

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Formación Profesional para el Tercer Milenio. Publicaciones SENA. Santafé de Bogotá. 1994. 124 pp.

Unidad Universitaria del Sur de Bogotá UNISUR. Fundamentos de la educación superior a distancia. Santafé de Bogotá, 1996. pp.163-210.



# Aportes a la formación de ingenieros físicos a partir del caso de las arcillas en Popayán

J. Cobo, M. Corchuelo, Y. Cobo Q., J. E. Rodríguez Páez  
Grupo CYTEMAC - Departamento de Física - Universidad del Cauca, Popayán

---

## Resumen

Nuestro actual sistema educativo para la formación de ingenieros manifiesta debilidades en la interacción con el contexto. Es importante que las universidades, cultivadoras del saber científico y tecnológico, se interesen más por las problemáticas de nuestro país, y encuentren en ellas potencialidades para que las comunidades educativas se preocupen por repensar la formación acorde con la realidad local y nacional. Pese al "progreso" del mundo contemporáneo en las diferentes áreas del conocimiento, en el modelo educativo colombiano es incipiente la preocupación por construir propuestas propias. Llama más la atención retomar modelos extranjeros, que niegan la identidad y las particularidades de cada región. Es necesario superar el esquema tradicional de enseñanza tipificado en la transferencia del libro al tablero y los apuntes de clase. Existe todo un mundo por descubrir y explorar tras un tablero, que abren espacio para la creatividad y el desarrollo del pensamiento.

Frente a esta problemática se hace necesario idear metodologías que lleven a estudiantes y profesores a estar más relacionados con nuestra realidad local, con los problemas que vemos a diario y que ignoramos. Una posible alternativa a la brecha entre la formación y el contexto, es empezar a interactuar desde las clases con visitas a lugares y espacios donde los problemas se presentan y que son la fuente para el ejercicio de la ingeniería. En este sentido, el grupo CYTEMAC desde el proyecto de investigación "Obtención de alúmina a partir de caolín como alternativa para la fabricación de cerámicas avanzadas: Una reflexión sobre la formación de talento humano" vincula a un grupo de estudiantes y profesores del programa de ingeniería física con personas del sector alfarero del Cauca (específicamente Pueblillo y Cajete), para dimensionar el problema que tiene este sector productivo, que mantiene técnicas ancestrales en la fabricación de cerámicas tradicionales. Se comenta en este artículo el resultado de esta interacción universidad y sector productivo, que abre posibilidades innovadoras referidas tanto a procesos de fabricación como en la identificación de formas alternativas de energía. El desarrollo implica el análisis de materias primas (en este caso las arcillas) para plantear la posibilidad de fabricación de productos con mayor valor agregado.

**Palabras claves:** Universidad - contexto, situaciones problemáticas, cerámicas avanzadas

## Abstract

Our current educational system for the engineers' formation demonstrates weaknesses in the interaction with the context. It is important that the universities, cultivating machines of to know scientific and technologically, are interested more for the problematic ones of our country, and find in them potentials in order that the educational communities worry for rethinking the formation according to the local and national reality. In spite of the "progress" of the contemporary world in the different areas of the knowledge, in the educational Colombian model the worry is incipient for constructing own offers. Mud more the attention recapture foreign models, who deny the identity and the particularities of every region. It is necessary to overcome the traditional scheme of education typified in the transference of the book the board and the notes of class. The whole world exists for discovering and to explore after a board, which they open space for the creativity and the development of the thought.

Opposite to this problematics it becomes necessary to design methodologies that take students and teachers to being more related to our local reality, with the problems that we see to diary and that we ignore. A possible alternative to the gap between the formation and the context, is to start interacting from the classes with visits to places and spaces where the problems appear and that are the source for the exercise of the engineering. In this respect, the CYTEMAC group from the project of investigation "Alúmina's obtaining from the kaolin like alternative for the advanced ceramic manufacture: A reflection on the formation of human talent" there links a students group and teachers of the program of physical engineering with persons of the sector potter of the Cauca (specifically Pueblillo and Cajete), to determine the problem that has this productive sector, which supports ancient technologies in the manufacture of ceramic traditional. Comments to itself in this article the result of this interaction on university and productive sector, which opens innovative possibilities referred so much to manufacturing processes like in the identification of alternative forms of energy. The development implies the analysis of prime matters (in this case the clays) to raise the possibility of manufacture of products with major added value.

**Keywords:** University - context, problematic situations, advanced ceramics

## 1. Introducción

El programa de ingeniería física inició labores en 1996 y en la actualidad cuenta con tres énfasis: instrumentación y control, óptica aplicada a la metrología y procesamiento de imágenes y materiales. Desde el año 2003 el grupo CYTEMAC y el grupo SEPA establecieron una alianza para la formación avanzada de talento humano que permitiera atender las exigencias de los procesos científicos y tecnológicos en el campo de los materiales cerámicos y en particular lo relacionado con la Síntesis de Alúmina. Ello facilitó establecer una metodología para la obtención de  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  a partir de precursores comerciales importados de Sulfato de Aluminio y Nitrato de Aluminio y construir una mirada alternativa de los procesos de formación de talento humano pertinentes para la región, con fundamento en la teoría crítica del currículo y en el enfoque de los estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Una de las restricciones para la aplicación industrial de los resultados hasta ahora obtenidos, se encuentra en los elevados costos de los precursores, por tal motivo parte de la problemática que se aborda involucra el estudio del proceso para la obtención de Alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) a partir de una fuente más próxima a la naturaleza, tal como los caolines. Paralelamente surge la preocupación por los procesos de formación de ingenieros físicos, que ahora, de manera generalizada, se presentan fragmentados en disciplinas, desarticulados de las necesidades de la región y con un profundo interés porque la investigación, la innovación y la docencia hallen espacios de coexistencia.

El trabajo ha permitido repensar la actividad del sector alfarero en nuestro medio. Dada la gran cantidad de aluminosilicatos que existen en la corteza terrestre, estos compuestos se posicionan como una materia prima importante en la fabricación de piezas para diferentes usos: ladrillos y tejas para la construcción, recipientes para almacenar alimentos y líquidos, piezas decorativas y cerámicas técnicas por sus especiales propiedades de resistencia térmica (elementos refractarios), estabilidad química y propiedades específicas como la constante dieléctrica, adicionalmente a sus características magnéticas y ópticas. En Colombia, se han estructurado una serie de empresas alrededor de los aluminosilicatos que cuentan con una buena infraestructura y que fabrican productos cerámicos de muy buena calidad (Colcerámica, Electroporcelana Gamma, Cerámica Italia, entre otras). Pero en regiones como el Cauca, los pequeños productores no han alcanzado esta condición, por lo que es necesario que la academia los acompañe en su interés por conocer la materia prima que utilizan y comenzar a diversificar sus productos. De esta manera se propicia el acercamiento del grupo de investigación CYTEMAC con el sector alfarero de la región, en procura de optimizar el aprovechamiento de recursos para contribuir a mejorar las condiciones de

vida de quienes se desempeñan en este sector y simultáneamente, constituir una oportunidad para aprender a través de una estrecha relación teoría-práctica, los conceptos importantes de la Ingeniería Física relacionados con la estructura y procesamiento de materiales, en este caso, los cerámicos.

Las investigaciones de carácter experimental sobre materiales dan cuenta de lo que ocurre con los mismos pero no de lo que sucede con los investigadores y de los modos que emplean para resolver los problemas que surgen durante la investigación. La reflexión sobre la práctica investigativa, con el ánimo de construir alternativas para los procesos de formación de ingenieros físicos, permite abordar problemáticas como la innovación en procesos de síntesis de materias primas y en técnicas para el mejor aprovechamiento de algunos yacimientos presentes en el Departamento del Cauca.

Un primer interés es el de caracterizar adecuadamente la materia prima, aluminosilicatos de algunas minas conocidas de las que se abastecen fabricantes de ladrillo en el Departamento del Cauca. Con base en su composición y características fisicoquímicas se trata de determinar las condiciones más adecuadas para la obtención de productos alternos al ladrillo que actualmente se produce. Estos pueden ser crisoles, soportes refractarios y dieléctricos aislantes de bajo voltaje, a través de la sinterización de pastas cerámicas y el conformado en molde.

El desconocimiento de las características de estas arcillas caoliníticas, y de su potencial uso para conformar piezas cerámicas técnicas con valor agregado favorable, ha provocado que estas se extraigan de manera rústica y se comercie a muy bajo precio, a pesar de que científicamente se sabe que con un adecuado tratamiento de esta materia prima es posible obtener materiales con muy buenas presentaciones y grandes posibilidades para obtener cerámica técnica.

Un caolín es una roca que contiene una cierta proporción de minerales del grupo  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  que puede ser económicamente extraída y concentrada. La arcilla caolinítica es también un caolín en sentido amplio. Esta no se procesa, se usa tal como se extrae e inicialmente los porcentajes en minerales del grupo del caolín son más altos. Cuando el caolín se usa para cerámica blanca recibe la denominación de China Clay. El caolín, tal como se obtiene en una explotación mineral posee un contenido variable de caolinita y/o halloysita que, a veces no llega al 20%. Además suele tener cuarzo, feldspatos, micas, y dependiendo de la roca madre, otro tipo de minerales adicionales. Para concentrar el mineral es preciso someterlo



distintos procesos que eleven el contenido en filosilicatos por encima del 80%; el producto final, generalmente, recibe el nombre de caolín lavado.

Otro término utilizado para arcillas especiales, con un dudable significado industrial, es el de arcillas refractarias; las arcillas caoliníticas se pueden utilizar para la fabricación de materiales cerámicos refractarios. Dentro de este grupo pueden incluirse las denominadas ball-clays, o arcillas caoliníticas plásticas y dispersables en agua, que son grises

pero que durante el tratamiento térmico van adquiriendo una tonalidad blanca. Estos materiales son muy utilizados para la fabricación de cerámica blanca de gran calidad. Las fire-clays, o arcillas refractarias propiamente dichas, suelen tener óxidos de hierro lo que hace que no adquieran esta tonalidad blanca durante el tratamiento térmico. Las flint-clays o arcillas caoliníticas duras, carentes de plasticidad, se utilizan fundamentalmente para la fabricación de refractarios silico-aluminosos. En la tabla I se indican las industrias que utilizan frecuentemente el caolín [1].

Tabla I. Principales aplicaciones industriales del caolín.

<b>Papel</b>	Como carga y recubrimiento del papel. En el acabado de papel de arte y tapiz y en papel corrugado. Reduce la porosidad y da suavidad y brillo a la superficie.
<b>Refractarios</b>	En la elaboración de perfiles, bloques y ladrillos refractarios, así como en ladrillos de alta alúmina. En la elaboración de cemento refractario y resistente a los ácidos. En cajas de arcilla refractaria para cocer alfarería fina.
<b>Cerámica</b>	En la fabricación de sanitarios, comederos, porcelana eléctrica y tejas de alto grado, vajillas, objetos de baño, refractarios y cajas de arcilla refractaria para cocer alfarería fina.
<b>Vidrio</b>	En la formulación de placas de vidrio.
<b>Pinturas</b>	En la elaboración de pigmentos de extensión para pinturas y en la fabricación de tintas. Se usa como dilatador por su inercia química, suave fluidez, facilidad de dispersión y por no ser abrasivo. En pinturas de agua con liga de aceite, a base de silicato y al temple; en pinturas para moldes de fundición; en pigmentos para el color ultramarino.
<b>Plásticos</b>	Es usado como relleno en hules y plásticos y auxiliar en procesos de filtración. En revestimientos plásticos para ductos y tejas plásticas. Se mezcla bien con oleoresinas en plásticos y mejora la rigidez y dureza del mismo.
<b>Agroquímicos</b>	Forma parte de los componentes de insecticidas y pesticidas.
<b>Farmacéutica</b>	En la elaboración de medicamentos por ser químicamente inerte y libre de bacterias.
<b>Cosméticos</b>	Es uno de los principales componentes de los cosméticos. Absorbe humedad, mejora las bases blancas para colores, se adhiere a la piel y tiene textura suave.
<b>Construcción</b>	Usado para producir arcillas pesadas. En pistas para aterrizaje de aviones y en mezclas termoplásticas para techar. Como relleno en linóleo y en cementos resistentes a los ácidos y refractarios. En cojines de fieltro para paneles o tableros de metal. En revestimientos plásticos para ductos, ladrillos para pisos y para sellar mezclas. En mezclas termoplásticas para techar. En el concreto mejora la durabilidad, remueve el hidróxido de calcio químicamente activo, mejora la porosidad y la adhesión entre el cemento, la arena y la grava.
<b>Material eléctrico</b>	Es usado en la fabricación de cable eléctrico, en recubrimientos y aislantes eléctricos. Da resistencia térmica.
<b>Caucho</b>	Para reforzar el caucho y hacerlo más rígido.
<b>Hule</b>	En la industria del hule es usado como carga y por su resistencia a la humedad y ataque químico. Mezcla bien con el hule, le incrementa la dureza y durabilidad.
<b>Metales</b>	En ruedas abrasivas, para soldar cubiertas en varillas y en material de

## 2. Metodología

Para el seguimiento del proceso de aprendizaje, se hacen registros en diarios de campo no solo de lo que acontece en el laboratorio sino durante las visitas técnicas a sitios donde se fabrican cerámicos tradicionales; además se

identifican los actores involucrados, así como las interacciones que se dan entre ellos, para hacer posible la realización del proceso y de esta manera identificar las potencialidades y resistencias de una mirada integrada de



la ciencia, la tecnología y los modos sociales bien sea de cooperación o de interdependencia. Como contribución al proceso de interacción, se organizó un seminario sobre arcillas en el que participaron no solo los estudiantes de ingeniería física (de séptimo semestre en adelante y del área de materiales) sino que además contó con la participación de alfareros y empresarios de la región. El seminario permitió un flujo de información en dos direcciones: de una parte, los estudiantes y docentes comentaron conceptos técnicos, propósitos y resultados de los estudios realizados. De otra parte, los representantes del sector alfarero comentaron sobre las características particulares de sus yacimientos, sus dificultades e iniciativas relacionadas con su diario trabajo con las arcillas.

Con base en una técnica de muestreo, se viene desarrollando un estudio riguroso de las arcillas de algunas zonas del Cauca (en principio las provenientes de los municipios de Cajete, Guapi, La Tetilla y Pueblillo) para determinar las características fisicoquímicas de la materia prima, y las propiedades eléctricas y mecánicas de piezas sinterizadas con el fin de potencializar su uso en la fabricación de cerámica técnica.

La dinámica generada conduce a los estudiantes a que aprendan no solo a caracterizar la materia prima mediante técnicas como Difracción de rayos-X, espectroscopia infrarroja, (para determinar los grupos funcionales que existen en el sólido), Florescencia de rayos X, (para conocer su composición química), análisis térmico TG/ATD, (para definir el comportamiento las muestras ante tratamientos térmicos), y microscopía electrónica (para conocer el tamaño y morfología de las partículas); sino que también los estudiantes se están familiarizando con las características de las arcillas y desarrollan habilidades para identificar niveles de plasticidad y contracción, relacionadas con su composición.

La complejidad de la situación permite que de acuerdo con los intereses de los estudiantes, existan diferentes roles durante el estudio de la situación. Así, por ejemplo, a unos les llama la atención el manejo de los equipos para la caracterización de las arcillas como tal, a otros les interesa fabricar probetas y realizar las pruebas del caso, otros se inclinan por la implementación de instrumentos y aplican sus conocimientos por ejemplo el diseño de un sistema ATD/TG especial para las arcillas, hay estudiantes preocupados por el conformado de las piezas cerámicas y las condiciones adecuadas para lograr alta densificación de dichas piezas, y otros trabajan en la búsqueda de métodos alternativos de formulación y síntesis para el mejor aprovechamiento de los compuestos [ ]. En cada actividad, los alfareros poseen un saber empírico, que lo comparten

con los estudiantes. El seminario se ha enriquecido con la participación y experiencia que cada quien desarrolla aprendiendo unos de otros.

### 3. Resultados

En la actualidad, se han analizado arcillas provenientes de diferentes fuentes del Departamento del Cauca tales como: Guapí, la Ladrillera "Los Robles", Cajete, La Tetilla y Pueblillo. Se han conformado probetas a las cuales se les ha practicado pruebas de resistencia mecánica. Se continúa trabajando en la implementación de un sistema ATD/TG y de un sistema para medir la conductividad térmica de algunos productos como los ladrillos.

Se avanza en el estudio de un método alternativo al proceso Bayer para la producción de alúmina que evite los barrojos, reduzca el nivel de importación de esta materia prima por parte de la industria colombiana y genere nuevas fuentes de empleo a través de la fabricación de productos de diversos propósitos tales como: refractarios (crisoles), aisladores de alta tensión, o equipo de laboratorio resistente al ataque químico entre otros. Por ejemplo, se ha encontrado que reflujos con  $H_2SO_4$ , a temperaturas entre 50 °C y 100°C, favorece el enriquecimiento en  $Al_2O_3$  del material tratado.

Para el conformado en molde se aprendió con el Sr. Julio Cortés a preparar la barbotina y a determinar sus propiedades reológicas. De este estudio se han identificado parámetros como viscosidad, densidad específica y naturaleza del defloculante, los cuales definen la velocidad de colada, facilidad de desmolde, resistencia en verde, velocidad de conformación de la pared de la pieza cerámica y contracción de la misma durante el secado; paralelo a este trabajo se están fabricando los moldes de las piezas cerámicas.

Se están identificando con los alfareros otras dificultades relacionadas con los costos de las fuentes de energía para hacer los tratamientos térmicos de las arcillas. Se trata ahora de estudiar alternativas para mejorar la eficiencia de los hornos, así como otras fuentes de combustión. Igualmente surge la preocupación por conformar una organización que les permita a los alfareros gestionar recursos de inversión y acceder a procesos de capacitación, con la visión de una cadena productiva.

Después de sistematizar los conocimientos científicos, tecnológicos, socio-educativos producto de las actividades anteriores, se estima pertinente elaborar documentos para su divulgación en eventos y como material de análisis para el seminario sobre el sentido de la formación de ingenieros en la Universidad del Cauca.





#### 4. Conclusiones

- Una mirada integradora de ciencia, tecnología y sociedad como la que brinda el enfoque CTS facilita la articulación de programas de Ingeniería de la Universidad con el contexto y esta relación permite identificar en la práctica la complejidad de las situaciones reales y que se desarrollen aprendizajes significativos en el sentido que los estudiantes pueden experimentar cómo el conocimiento cultivado contribuye al estudio de situaciones problemáticas como en este caso, la baja productividad del sector alfarero en la región del Cauca.
- La articulación del programa de ingeniería física con el sector alfarero ha desarrollado una dinámica que se concreta en proyectos orientados al estudio y mejor aprovechamiento de las arcillas de la región para la elaboración de cerámicas técnicas y piezas refractarias cuyo valor agregado mejore las condiciones de vida de quienes trabajan en este sector.
- El estudiante de ingeniería, en interacción con el entorno, aprende no solo a desarrollar habilidades

particulares que van más allá del aula de clase para el tratamiento de las arcillas, aprovechando la experiencia de quienes por mucho tiempo se han dedicado a ellas, sino que adicionalmente, durante la aplicación de los conocimientos adquiridos en la Universidad, conoce la región, sus recursos y observa que es posible asumir un papel protagónico y de compromiso con el desarrollo del departamento desde su rol de ingeniero físico.

#### 5. Referencias

- [1] Dirección General de Promoción Minera. Secretaría de Economía de México. Perfil del mercado del caolín. En página web: <http://www.economia.gob.mx/index.jsp?P=1825> Consultado en 01-04-2006
- [2] Restrepo O. J. (1996) "Activación Mecánica del Caolín como vía para la fabricación de aluminosilicatos sintéticos". Cuaderno de Cerámicas y Vítreos;(5):47-62. Universidad Nacional de Medellín
- [3] Domínguez, J. M. y Schifter, Isaac ¿QUÉ SON LAS ARCILLAS? En página web: [http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/htm/sec\\_6.htm](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/htm/sec_6.htm) consultado el 10-05-2005

# Propuesta de integración curricular para la implementación de la media técnica en el área de informática

Claudia Carmona Rodríguez, Gloria Liliana Vélez S.  
Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín. Escuela de Ingeniería

## Resumen

Las propuestas de educación media en Colombia se presentan poco flexibles curricularmente, desarticuladas de la Educación Básica y Superior, a pesar de que distintos estudios realizados por el Icfes, el MEN y el Sena señalan la necesidad de articulación entre niveles. La Educación Media ha sido pensada como requisito para ingresar a la Educación Superior: sitio de paso sin beneficio de continuidad, que en la mayoría de los casos no cumple con esta función y no ofrece posibilidades de crear empresa.

Por esto se llevó a cabo un proceso de investigación en el que se confrontaron fuentes bibliográficas, documentales y orales (expertos, profesores, estudiantes, directivos universitarios y padres de familia). Las fuentes señalaron: en el país se reconoce la necesidad de implementar una Media Técnica que forme capital humano competente para desempeñarse en la Educación Superior y en el mundo del trabajo y, al tiempo, un imaginario arraigado sostiene que la media técnica es una formación para pobres, o sea, que tiene menos valía que la formación académica; a través de cuestionarios aplicados a padres de familia de distintos niveles formativos, culturales y económicos, se encontró que un alto porcentaje (88%) tiene aceptación de la Media Técnica, pero desconoce los fines y posibilidades de ésta, por lo que basan su postura favorable en el sentido común; por tanto, se requiere un proceso de socialización con distintos sectores de la sociedad en relación con la temática; algunos directivos de Educación Superior desconocen los niveles antecedentes de formación y pese a que su quehacer profesional está vinculado con el sector educativo, basan sus opiniones en el sentido común.

Una revisión de las tendencias económicas globales y locales de los últimos cinco años evidenció las necesidades de formación en sectores como las telecomunicaciones, la informática, el mercadeo y las áreas del diseño (de modas, sobre todo), mecánica de motos y automotriz, pintura y call center. Con base en estos hallazgos, se plantea una propuesta de Media Técnica que articula los niveles precedentes con los universitarios, por una parte, y forma tanto para el mundo productivo como para la inserción dentro del ámbito universitario.

El artículo presenta los siguientes apartados: primero, una introducción en la que se plantea la reflexión acerca de la necesidad de articulación de niveles educativos en el país; segundo, la descripción de necesidades formativas en el área técnica y el análisis de las representaciones sociales en relación con la Media Técnica; y, tercero, una síntesis de la propuesta de Media Técnica con el área de informática como eje transversal<sup>1</sup>.

**Palabras claves:** Media Técnica, niveles de la educación.

## Abstract

The college proposes in Colombian Educations have no curriculum flexibility, those proposes do not have relationship with High School and the elementary school. The Icfes, the MEN and the Sena show the needs of relationship between the different education levels. The school education level has been programmed as the previous requirement for the college programs, but the relationship between these programs does not exist, because the college level programs do not consider the skills and the results obtained in the school level programs. Also there are only a few students that have the opportunity to start a job or create an enterprise.

By this a process of investigation in that was carried out bibliographical sources were confronted, documentary and oral (expert, university professors, students, directors and parents of family). The sources indicated: in the country the necessity is recognized to implement an Average Technique that forms competent human capital to evolve in the Superior Education and the world of the work and, to the time, an imaginary one rooted maintains that the Average Technique is a formation for poor men, that is, that has less was worth that the academic formation; through applied questionnaires to parents of family of different formatives levels, cultural and economic, one was that a high percentage (88%) has acceptance of the Average Technique, but does not know the aims and possibilities of this one, reason why they base its favorable position on the common sense.

A revision of the global and local economic tendencies of last the five years demonstrated the necessities of formation in sectors like the telecommunications, computer science, the trade and the areas of the design (of fashions, mainly), automotive motorcycle's mechanic and,

painting and call to center. With base in these findings, a proposal of Average Technique considers that articulates the preceding levels with the college students, on the one hand, and forms so much for the productive world as for the insertion within the university scope.

The article presents/displays the following sections: first, an introduction in which the reflection considers about the necessity of joint of educative levels in the country, second, the description of formative necessities in the technical area and the analysis of the social representations in relation to the Average Technique, and, third, a synthesis of the proposal of Average Technique with the area of computer science like transverse axis

**Keywords:** Average technique, levels of the education

## 1. Introducción

La necesidad de articulación de los niveles educativos en el país cada vez es más evidente en los procesos de formación institucional la importancia de reconocer los saberes previos con los cuales llegan los sujetos a la escolaridad. El influjo de los medios de comunicación, la estimulación temprana, los contextos de aprendizaje expandidos (entornos familiares, grupos de pares, escenarios comunitarios, instituciones no formales e informales y, en general, la ciudad como espacio educador) construyen un tipo de subjetividad que debe ser repensada en los nuevos procesos de formación que emprende la institución educativa.

Esta subjetividad comporta transformaciones en los órdenes del ser, el saber, el hacer y el trascender. Ser, saber, hacer y trascender se potencian en relación con los contextos ricos en mediaciones e interacciones; dicho en términos de Vygotski: los sujetos aprenden en relación con su entorno y con las interacciones con aquéllos que tienen mayores desarrollos en el proceso de aprendizaje. En este sentido, la formación escolar Básica y Media requiere pensar en la integración de niveles y ciclos, más que en su separación, pues es a través de esta integración como se logra la creación de contextos en los cuales la mediación y la interacción potencian los aprendizajes significativos de los sujetos.

De esta manera, se evitaría la tradicional queja de los niveles superiores hacia los inferiores; es decir, endilgarle al nivel o grado anterior una serie de deficiencias que, según los representantes de los grados superiores, traen consigo los estudiantes y son impedimento para avanzar en el proceso de formación. Se pretende, más bien, pensar la escolaridad como un proceso permanente y continuo en el cual se avanza no por finalización de períodos, sino más bien por la adquisición y desarrollo de una serie de competencias propias de un plan formativo integral. Así,

se podría avanzar hacia una mayoría de edad cognitiva que no necesariamente tiene que coincidir con la edad cronológica y que, por supuesto, permitiría ampliar las capacidades superiores desde la primera infancia, por ejemplo: la honradez en el ser, las gramáticas del saber, las motricidades en el hacer y la búsqueda de lo superior (de lo divino humanizado) en el trascender.

Particularmente, en relación con la Educación Media es necesario articularla en varios planos: Primero, con los grados precedentes (la Educación Básica) de tal manera que los estudiantes puedan, desde temprana edad, explorar distintas posibilidades formativas. Segundo, con la Educación Superior y el mundo del trabajo, esto permitirá que los estudiantes desarrollen competencias complementarias de tipo procedimental y cognitivo, y, al tiempo, que reconozcan sus propios desempeños, intereses y posibilidades a propósito de su futuro cercano. Tercero, debe haber articulación entre la Media Técnica y la Media Académica, pues tal como lo expresa el Icfes, la dicotomía entre estas dos modalidades es fruto de tradiciones culturales que han privilegiado el ideal de 'ciudadano doctor' y han subvalorado la educación técnica, como educación para pobres<sup>2</sup>; la articulación de estas modalidades permitiría una formación técnico-científica de los estudiantes, condición necesaria para el desarrollo del país.

## 2. Necesidades formativas y representaciones sociales

Algunos estudios<sup>3</sup> sobre tendencias ocupacionales y oferta y demanda de empleo expresan que en el mundo ha habido un cambio en el ámbito laboral debido a: crecimiento tecnológico; aumento de participación en los sectores no transables (comercio, servicios, construcciones de vivienda y obras públicas); necesidad de trabajo calificado en el sector transable; y desarrollos en las tecnologías de información y comunicación que borran tiempos y espacios y se vuelven indispensables en la vida cotidiana.

<sup>2</sup> Icfes. Educación técnica y tecnológica. Comisión para su fortalecimiento. P. 76

<sup>3</sup> Se tienen en la cuenta los siguientes estudios: Enfoque social. "Identificación de tendencias ocupacionales a mediano plazo en los sectores desarrollo de software y comercio al por menor del Valle de Aburrá". Medellín, Colombia, 1999. Un estudio de la Universidad Pedagógica Nacional realizado por Miguel Ángel Vargas H. y Eugenio Paniagua Suárez, en relación con la caracterización del área de teleinformática. Análisis de necesidades de capacitación por centro, realizado por el Servicio Nacional de Aprendizaje en 2004.



Por supuesto este cambio trae aparejadas necesidades formativas en los distintos niveles de formación, particularmente en la Educación Superior (técnica, tecnológica y profesional) y en la Educación Media. En relación con esta última se señalan necesidades formativas en dos órdenes: en el sector de la telemática, la informática y las redes transmisoras de datos; y en el área comercial (ventas y servicios). Laborar en uno de estos dos ámbitos requiere de las personas capacidades de distinta índole: técnicas en relación con las tecnologías de información y comunicación; actitudinales y comportamentales: juicio en las relaciones interpersonales (comunicación: procesos de lectura, escritura, habla y escucha, capacidad para el trabajo en equipo y relación asertiva con los otros); cognitivas: manejo de incertidumbre, autoaprendizaje.

A propósito de las condiciones económicas y sociales del país, las necesidades planteadas por el Sena son, además de las ya descritas, las siguientes: en el centro metalmecánico: modelistas y matriceros, con especialidad en el manejo de torno y de fresa y en máquinas y herramientas; técnicos en electrónica y telecomunicaciones; Soldadores; Ornamentistas y forjadores; mecánicos de equipo pesado: se pide aquí orientarse la formación al mantenimiento de motores diesel y al manejo de hidráulica y neumática de estos equipos; electricistas de vehículos automotores; mecánicos de motos; latoneros: formarlos para talleres especializados y concesionarias, especialmente latoneros de colisión; técnicos en pintura: conocimiento en aplicación y sistemas de acabado; conocimiento en mantenimiento de equipos y conceptos de neumática; coloristas o entonadores de colores; operadores de máquinas y herramientas; Electricistas industriales: énfasis en cableado estructurado de voz y datos; técnicos de aire acondicionado y refrigeración; mecánicos de vehículos automotores: formación para todas las áreas: patios automotores, alineación, balanceo, conversión de vehículos a gas natural; vendedores de autopartes: conocimiento de repuestos en el sector automotriz; sector plástico: montadores de troqueles y moldes, operarios de inyectoras, molineros de plástico, extrusoras.

En el Centro de comercio: asistentes administrativos; secretarías; digitadores; auxiliares de información y servicio al cliente; administración y supervisión de comercio al por menor; vendedores de mostrador; cajeros de comercio; vendedores de ventas no técnicas: vendedores externos o representantes de ventas. Buena demanda. En el Centro Nacional Textil: estampación textil en mesa y en pulpo; revisor de tela; operarios de tintorería y estampación; estampación textil, serigrafía, estampados de pvc y otro tipo de materiales. Centro del calzado y Manufactura del Cuero: patronistas de productos de cuero y piel: se incluyen escaladores, diseñadores, patronistas de prenda. Los tres son muy demandados, con

escalas salariales altas; se incluye como requisito el manejo de programas de diseño o afines, como el Exmoda o el Gerber. Centro Nacional de la Madera: tapiceros: existe poco personal en esta área; pocas veces se logran cubrir las necesidades; deben manejar máquinas de confección especiales. pintores de madera: deben saber pulir; aplicar sellantes, bases, pinturas, lacas; igualmente debe saber de entonación de colores y preparación de pinturas. Centro de Servicios a la Salud: técnicos en imágenes diagnósticas: muy requeridos por el medio. Alta demanda; auxiliares de droguería y farmacia: muy requeridos por el medio. Alta demanda; secretarios del sector de la salud: con conocimiento y manejo de documentación del sector.

Pese al señalamiento de estas necesidades, se dice que existe un imaginario según el cual las formaciones técnicas no propician oportunidades laborales suficientes y que por tanto, se desperdicia la formación técnica. Así mismo, se considera que la formación técnica es para pobres y de baja calidad. Con el ánimo de confrontar este imaginario, en el proyecto en el que se enmarca este artículo se realizaron una serie de cuestionarios exploratorios a padres de familia de estudiantes de Educación Básica y Media, de distintos niveles socioeconómicos, formativos y culturales. Los análisis de las respuestas a estos cuestionarios permitieron concluir:

Las tres cuartas partes de los encuestados que tienen alguna opinión sobre la Media Técnica, (75.4%=65.9%+9.5%) considera que ésta contribuye al acceso del joven a la universidad, le aporta a su futuro laboral, o bien, fortalece la calidad de su educación. Las demás opiniones apuntan a que esta formación amplía o refuerza en el joven sus habilidades o competencias sociales de cara a los retos que enfrentará en el medio local y global.

A partir de la pregunta "¿qué conocimientos tiene sobre la formación en la Media Técnica?" se pudo rastrear lo que sería la finalidad de este tipo de formación y, además, inferir la posible fuente de información que sobre el tema ellos tienen. Según los resultados obtenidos, un alto porcentaje (35%) no tiene claro los fines perseguidos por esta formación o, cuando parece tener alguna claridad, el fundamento de esta resulta ser principalmente el sentido común (42.5%). Aparte de esto, según las opiniones encontradas, asocian la formación en Media Técnica con fines laborales y de mejoramiento de la calidad educativa (42.5%), o la aprecian como un camino para el acceso a la universidad o una ampliación de las posibilidades futuras de los jóvenes.

Es claro que esta población ya posee gran sensibilidad positiva frente a la Media Técnica, sin embargo, se señala la conveniencia de aportar desde la institución

conocimientos objetivos sobre las posibilidades de dicha formación, a fin de lograr, al lado de la favorabilidad, una mayor comprensión que les permita fortalecer su compromiso con la institución y su proyecto.

La posible implementación de la formación en Media Técnica en el Colegio de la UPB cuenta con la aprobación unánime, por parte del 90% de los encuestados. El motivo principal de aprobación (37%), radica en que se considera que la Media Técnica ampliaría y fundamentaría en los jóvenes su capacidad de elección, frente a su futuro profesional (elección de un pregrado o una tecnología) y de frente a su futuro laboral y social. Otros argumentos dados para sustentar su aprobación a la Media Técnica son que esta modalidad contribuye a la formación integral de los jóvenes, les brinda una opción laboral o ayuda al mejoramiento de la calidad de la educación (en porcentajes superiores al 16% c/1). Finalmente, otro motivo de valoración es la confianza en que esta formación ayudará a los jóvenes a orientarse con acierto en la elección de un pregrado.

Se señala como dato a tener en la cuenta que un 21,4% de los encuestados se abstuvo de aprobar o rechazar la opción de implementación de la Media Técnica. No quiere ello decir que estén en desacuerdo, sino, como en las encuestas de intención de voto, que existe un voto de opinión de la mano de una población expectante, que puede ser favorable o no, de acuerdo con la información y oportunidad de participación que se les ofrezca.

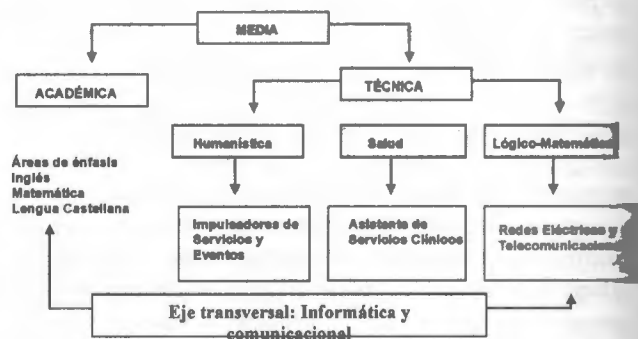
Aparte de esto, la población que abiertamente manifestó algún rechazo no es estadísticamente significativa (3.5%). Pese a ello, es importante señalar que los motivos de rechazo giran alrededor del convencimiento de que esta formación no contribuye al ingreso de los jóvenes a la universidad y, de otro lado, porque se tiene algún grado de desconocimiento o desconfianza en ella. nuevamente se refuerza con estos datos la necesidad de aportar mayores conocimientos sobre las posibilidades que brinda la formación en Media Técnica.

### 3. Síntesis de la propuesta de Media Técnica con el área de informática como eje transversal

Con base en el análisis de las necesidades formativas, las representaciones sociales, el contexto institucional y social, y distintos documentos de orden conceptual, se elaboró la siguiente propuesta macrocurricular para la implementación de la Media en el Colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana<sup>4</sup>.

En primera instancia, se propone la articulación de la Media Técnica y la Media Académica a través de tres áreas: inglés, matemática y lengua castellana. De igual manera, la articulación se da a través de dos áreas transversales: informática y comunicacional. Se considera que en relación con las demandas del medio y los procesos económicos y sociales de orden mundial que se han presentado, estas áreas desarrollan saberes básicos tanto para el desempeño laboral como académico de cualquier persona.

En términos de la Media Técnica se proponen tres áreas: humanística, salud y lógico-matemática; y para cada área un énfasis: Impulsadores de servicios y eventos; asistente de servicios clínicos; y redes eléctricas y telecomunicaciones, respectivamente. La estructura se visualiza en el siguiente esquema:



El perfil de formación de la Media Técnica responde tanto a los estudiantes que desean continuar estudios de Educación Superior, como a aquellos que esperan poder desempeñarse al terminar su grado undécimo, pues en cada uno de los énfasis hay articulaciones con programas de Educación Superior, particularmente de la Universidad Pontificia Bolivariana, además se plantean competencias en términos cognitivo, procedimentales y actitudinales. Este perfil se define, entonces, por lo informático y comunicacional, pues se entiende que es la lógica contemporánea la búsqueda, captura y organización de la información, además de la utilización de ésta en procesos comunicacionales, es la que permite: el manejo eficiente de paquetes de información; el diseño de sistemas de información para eventos y servicios específicos; y el desarrollo de competencias intra e interpersonales para relacionarse asertivamente en un entorno de servicio al otro.

El eje transversal de informática ofrece a los estudiantes la posibilidad de vincular los conocimientos de las otras áreas

<sup>4</sup> Actualmente la propuesta está en la etapa de validación y afinamiento, por tanto puede sufrir modificaciones para su implementación.



con la tecnología; esto les permitirá utilizar software relacionado con cada una de las áreas y desarrollar pequeños programas orientados a las aplicaciones específicas de cada una de las áreas. De esta manera le permitirá al estudiante no sólo una articulación con los programas de las áreas específicas sino también con el programa de ingeniería informática y también le permitirá tener una visión mucho más amplia del perfil ocupación en el área de informática.

El eje comunicacional permite, por su parte, tener las competencias que demanda la atención de servicios en la que se define la relación con el otro a partir de los flujos de información que son posibles de intercambiar. En este sentido, se entiende, por ejemplo, que una ciudad como Medellín, que define su vocación por los servicios y lo comercial, requiere formar personas con la condición de la comunicación interpersonal. Desde otra perspectiva, el componente comunicacional potencia la dimensión cognitiva, en términos de la capacidad para decodificar, codificar y redimensionar la información, lo cual redundará en procesos de autoaprendizaje.

#### 4. Bibliografía

ICFES. (1998) Educación técnica y tecnológica. Comisión para su fortalecimiento. Bogotá.

Enfoque social. (1999). "Identificación de tendencias ocupacionales a mediano plazo en los sectores de desarrollo de software y comercio al por menor del Valle de Aburrá". Medellín.

Vargas H., Miguel Ángel. (s.f.) y Eugenio Paniagua Suárez, en relación con la caracterización del área de teleinformática. [www.pedagogica.edu.co/storage/tes/articulos/tes13\\_06arti.pdf](http://www.pedagogica.edu.co/storage/tes/articulos/tes13_06arti.pdf), consultado en mayo de 2006

Análisis de necesidades de capacitación por centro, realizado por el Servicio Nacional de Aprendizaje en 2004.

Vélez Vásquez, Amanda. (2004) Análisis de Necesidades de Capacitación por Centro de Formación. Regional Sena-Antioquia. [observatorio.sena.edu.co/Doc/regionales/antioquia/Antioquia%202004.pdf](http://observatorio.sena.edu.co/Doc/regionales/antioquia/Antioquia%202004.pdf), Consultado en mayo de 2006.

# Estrategia de articulación entre la formación tecnológica y la formación en ingeniería

Beatriz Londoño Vélez  
Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín - Facultad de Minas

## Resumen

En Colombia, la ley 749 de 2002 faculta a las instituciones tecnológicas para ofrecer programas profesionales derivados de las tecnologías. La Facultad de Minas diseñó en el 2005 para el Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM, una metodología para obtener partiendo de la formación tecnológica, el ciclo complementario para optar la titulación en ingeniería.

Orientada por los criterios de internacionalización, el enfoque de competencias, la acreditación de la formación tecnológica y la participación; la metodología consideró inicialmente los aspectos curriculares básicos en las dimensiones tanto cualitativa como cuantitativa de un programa de ingeniería definiendo un marco conceptual que permitiera diferenciar las dos modalidades de formación.

Seguidamente se evaluaron referentes nacionales e internacionales para los programas de ingeniería estableciendo los requisitos mínimos para obtener la respectiva titulación. Estos se contrastaron con los programas tecnológicos definiendo una estrategia de articulación entendida como el conjunto de objetivos de formación, contenidos, intensidades, créditos y periodos académicos organizados en una estructura coherente de nivelación y profundización que permiten a un tecnólogo optar el título de ingeniero.

**Palabras claves:** Tecnología, ingeniería, articulación

## 1. El propósito de la formación por ciclos

El entorno global plantea, entre otros, los siguientes desafíos a los sistemas de educación superior:

- Contribuir a la formación del recurso humano requerido para facilitar la inserción del país en una economía interdependiente
- Atender la demanda social por mayores oportunidades de acceso a la educación superior en la perspectiva del aprendizaje a lo largo de la vida
- Diversificar la oferta para responder a los cambios en el mercado del trabajo y estructura ocupacional en los diferentes sectores de la producción caracterizados entre otros, por el uso intensivo e incorporación de tecnología y la demanda de nuevas competencias y habilidades que exigen mayores niveles de cualificación de los profesionales
- Responder los requerimientos de calidad de sus procesos y productos que se concretan en los desarrollos de la evaluación y la acreditación institucional con la participación de pares académicos y entes gubernamentales
- Mejorar la relevancia y pertinencia de sus servicios académicos dando cuenta de las tendencias internacionales de las disciplinas y las profesiones en concordancia con los requerimientos del desarrollo económico y social del país.

Una de las estrategias propuestas para flexibilizar el sistema de educación superior en Colombia para responder a los retos exigidos, es la formación por ciclos. Algunos de los propósitos de ésta son:

- Romper la oferta tradicional que permite sólo a las universidades otorgar títulos profesionales facilitando a las instituciones universitarias, técnicas y tecnológicas servir ciclos de formación complementarios y secuenciales.
- Propiciar una mayor articulación del sistema de educación superior que incremente las oportunidades de acceso, transferencias, permanencia y movilidad estudiantil.
- Resignificar socialmente la formación tecnológica al concebirla como una fase no terminal en el contexto del aprendizaje a lo largo de la vida.
- Moldear la oferta de programas académicos para adaptarse a las transformaciones de las profesiones y disciplinas y a la necesidad de desarrollar nuevas y variadas competencias. Facilitar el reingreso al sistema de educación superior de quienes teniendo una formación tecnológica previa y experiencia laboral aspiren a una mayor cualificación al presentar alternativas de formación secuencial que no exigen continuidad
- Propiciar la diferenciación institucional con el propósito de atraer jóvenes que no pueden acceder a la formación profesional de largo plazo por tener alto costo social y económico.

- Flexibilizar las instituciones para que incorporen a su estructura programas académicos cortos, secuenciales no necesariamente continuos, y homologuen las competencias adquiridas por estudiantes en otras experiencias de formación certificadas.
- Acoger las corrientes internacionales de formación por ciclos que proponen un marco común basado en la identificación de competencias para posibilitar la transferencia y movilidad de los estudiantes y la homologación de sus estudios.

## 2. Antecedentes

En Colombia, la Ley 749 de 2002, “Por la cual se organiza el servicio público de la educación superior en las modalidades de formación técnica profesional y tecnológica”, faculta a las instalaciones tecnológicas para:

“...ofrecer y desarrollar programas de formación hasta el nivel profesional, solo por ciclos propedéuticos y en las áreas de las ingenierías, tecnología de la información y administración, siempre que se deriven de los programas de formación tecnológica que ofrezcan”

De los ciclos de formación propuestos, el tercer ciclo complementa la formación tecnológica en:

“...en la respectiva área del conocimiento, de forma coherente, con la fundamentación teórica y la propuesta metodológica de la profesión, y debe hacer explícitos los principios y propósitos que la orientan desde una perspectiva integral, considerando, entre otros aspectos, las características y competencias que se espera posea el futuro profesional. Este ciclo permite el ejercicio autónomo de actividades profesionales de alto nivel, e implica el dominio de conocimientos científicos y técnicos y conducirá al título de profesional”

Apoyados en estas disposiciones el ITM abordó conjuntamente con la Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Minas, el diseño de una estrategia de articulación entre los siguientes programas de formación tecnológica y de ingeniería (tabla 1):

TECNOLOGÍA	INGENIERÍA
Electromecánica	Electromecánica
Electrónica	Electrónica
Análisis de costos y presupuestos	Financiera y de negocios
Diseño industrial	Diseño industrial
Producción	Producción
Sistemas de información	Sistemas

Tabla 1. Programas ofrecidos por el ITM en Tecnología e Ingeniería.

## 3. Criterios que orientan la estrategia de articulación

Los siguientes son los criterios que orientan la estrategia de articulación.

### 3.1 Internacionalización

Uno de las manifestaciones del proceso de internacionalización de la educación superior, es la apertura de los programas a los nuevos paradigmas de las profesiones y las disciplinas que consideran las temáticas promovidas por los avances de la ciencia y la tecnología. Este criterio se concreta en el análisis de los referentes nacionales e internacionales.

### 3.2 Enfoque de competencias

El concepto de competencias es complejo y en permanente construcción; en relación con la formación en educación superior está referido a las capacidades: valores, conocimientos, destrezas y habilidades, que deben desarrollar los estudiantes para desempeñarse exitosamente en el ejercicio profesional.

La estrategia de articulación propuesta pasa por diferenciar las competencias que deben desarrollarse en los dos niveles de formación ingeniería y tecnología. Este punto se aborda reconociendo las dimensiones tanto cuantitativa como cualitativa de cada una de ellas., en particular se adoptaron las competencias generales derivadas en el proyecto Tuning para América Latina para la formación de profesionales.

### 3.3 Participación de los docentes

El grupo de expertos de la Universidad Nacional interactuó con los docentes del ITM para enriquecer la discusión y orientación del currículo, además para fortalecer la apropiación de la propuesta.

### 3.4 Acreditación de la Formación Tecnológica

Teniendo en cuenta que ésta ha contribuido a la formación de unas competencias generales y específicas, se incorporaron los 90 créditos del ciclo tecnológico para alcanzar el mínimo adoptado de 170 créditos requeridos para optar el título de ingeniero.

La articulación se sustenta en el enfoque internacional de formación en ingeniería fundamentado en las ciencias básicas, por lo tanto no se centra en la equivalencia de contenidos que pudiera efectuarse entre los programas de las asignaturas del ITM y los mínimos propuestos para un programa profesional. La aparente reiteración de





contenidos se justifica por la incorporación de la fundamentación matemática y física en los cursos propuestos, que debe conducir a ampliar la capacidad de análisis, síntesis y la visión interdisciplinaria para el diseño en ingeniería.

#### 4. Metodología

Se entiende por estrategia de articulación de los programas de tecnología e ingeniería: el conjunto de objetivos de formación, contenidos, intensidades, créditos y periodos académicos organizados en una estructura curricular coherente que permiten a un tecnólogo del ITM o de otra institución optar al título de Ingeniero.

La metodología para proponer la estrategia de articulación, se basó en el siguiente procedimiento:

- Revisar los contenidos programáticos básicos para ingeniería, propuestos en los referentes nacionales e internacionales para cada programa específico y las áreas del conocimiento para dicha formación de la resolución 2773 de 2003 del MEN.
- Establecer la estructura curricular mínima para el programa de ingeniería específico.
- Contrastar las estructuras curriculares de los programas de tecnología del ITM con los resultados obtenidos en el punto anterior.
- Efectuar un análisis comparativo para inferir para cada una de las áreas, las intensidades y contenidos adicionales que deben completar la formación de un ingeniero en cada especialidad.
- Estructurar el programa complementario tanto de nivelación como de profundización para alcanzar la formación en ingeniería
- Validar cuantitativamente la propuesta.

#### 4.1 Aspectos curriculares básicos en un programa de ingeniería

Este punto se aborda desde los referentes nacionales e internacionales en 2 dimensiones: la cualitativa y la cuantitativa. La primera está referida a las calidades que debe proporcionar la formación en ingeniería y la segunda a la estructura curricular por áreas del conocimiento.

##### 4.1.1 Dimensión cualitativa

Las siguientes definiciones presentadas por académicos, asociaciones de ingeniería, instituciones educativas y reglamentaciones tanto nacionales como internacionales permiten inferir las calidades de formación de un programa curricular de Ingeniería, los perfiles ocupacionales y las

áreas de desempeño de los ingenieros.

- La ABET, Accreditation Board Engineering and Technology, oficina para acreditación de programas de ingeniería y tecnología de los Estados Unidos, define la ingeniería como: "Es la profesión en la cual el conocimiento de las ciencias naturales y matemáticas, obtenido por estudio, experiencia y práctica, es aplicado con criterio al desarrollo de formas de emplear, económicamente, los materiales y fuerzas de la naturaleza para el beneficio de la humanidad". Esta definición es compartida igualmente por la Sociedad Colombiana de Ingenieros.
- La ley 64 de 1978 por la cuál se reglamenta el ejercicio de la ingeniería, la arquitectura y profesiones auxiliares, plantea las funciones propias de esta formación. Clasificadas en niveles A y B.

**Nivel A:** Las funciones de estas ocupaciones para las cuales se requieren estudios universitarios o de postgrado, suelen ser: muy variadas y complejas, exigen alto grado de autonomía, toma de decisiones y responsabilidad por el trabajo de otro.

**Nivel B:** Las funciones de estas ocupaciones para los cuales se requieren estudios técnicos o tecnológicos, son por lo general: variadas, demandan responsabilidad de supervisión, apreciable grado de autonomía y juicio evaluativo

Desglosando las definiciones anteriores se destacan los siguientes elementos comunes, que a su vez determinan las áreas del conocimiento que deben integrar los programas de ingeniería:

- Fundamentación en las ciencias naturales: física, química, biología.
- Formación en matemáticas.
- Conocimiento y aplicación de la técnica y la tecnología.
- Aplicación a la innovación, la creación y el diseño de bienes y servicios.
- Ejercicio profesional con criterios técnicos, económicos y sociales que proporcionan bienestar y calidad de vida.

Para la formación integral del estudiante en ingeniería, el plan de estudios básico comprende, al menos, las siguientes áreas del conocimiento: ciencias básicas, ciencias básicas de ingeniería, ingeniería aplicada y formación complementaria. El programa desarrollará las competencias comunicativas básicas en una segunda lengua.

La resolución citada, define los aspectos curriculares básicos, sin embargo la tendencia actual a flexibilizar los planes de estudio de ingeniería propone la inclusión de

asignaturas optativas o de libre elección que pueden ocuparse de asuntos transversales y/o interdisciplinarios o desarrollar con mayor detenimiento un área particular de la profesión.

#### 4.1.2 Dimensión cuantitativa

Las universidades de los países del convenio Andrés Bello han realizado esfuerzos importantes para establecer equivalencias para las carreras de pregrado en ingeniería y en ciencias en los últimos años. Los programas objeto del estudio del convenio fueron las siguientes ingenierías: Mecánica, Eléctrica, Química e Industrial<sup>1</sup>.

La experiencia realizada partió de la caracterización de los currículos mínimos obligatorios de los países miembros del convenio, del nivel de los cursos y prácticas obligatorias con base en la taxonomía propuesta por ACOFI- Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería-, a saber:

- Ciencias básicas.
- Aplicación profesional o profesionales.
- Económico – administrativas
- Socio humanístico.

Las recomendaciones para los planes de estudios básicos de ingeniería en porcentajes mínimos para cada área, sobre el total de horas presenciales, se presentan en la siguiente tabla.

ÁREAS	INGENIERÍA			
	ELÉCTRICA	QUÍMICA	INDUSTRIAL	MECÁNICA
Ciencias básicas	20	20	20	20
Básicas de ingeniería	25	25	30	25
Profesionales	30	30	35	30
Económico-administrativa	7	7	7	7
socio humanística	7	7	-	7
Horas laboratorio*	20	25	10	20
Promedio horas presenciales	3576	3697	3887	3724
Programas evaluados	6	6	7	8

Tabla 3. Porcentajes mínimos recomendados para programas de ingeniería.

\* Porcentajes distribuido en las diferentes áreas.

Fuente: Convenio Andrés Bello

En el país, ACOFI recomendó la siguiente estructura curricular mínima para los programas de ingeniería para un total de 170 créditos<sup>2</sup>.

Ciencias Básicas	20%
Básicas de Ingeniería	20%
Aplicación profesional	20%
Economía administrativa	10%
Socio humanística	10%

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se proponen los siguientes rangos sobre el total de horas presenciales, para los nuevos programas del ITM.

Área del Conocimiento	Rango
Ciencias básicas	Mínimo 20%
Básicas de ingeniería	20 - 30%
Ingeniería aplicada	20 - 30%
Formación complementaria	10 - 15%
Horas laboratorio	10 - 25%
Componente flexible	5 - 15%

Tabla 5. Rangos por áreas del conocimiento para los nuevos programas del ITM

La componente de flexibilidad se agrega a la de ingeniería aplicada para ampliar el rango total entre 25% - 45%.

Las horas de laboratorio respaldan la formación en ciencias básicas, básicas de ingeniería y profesional y no se consideran independientemente, es decir, del total de horas del plan de estudios el rango propuesto debe corresponder a trabajo experimental, de laboratorio y/o de simulación.

## 5. Comparación de las estructuras curriculares

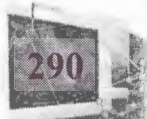
En el siguiente formato se presenta la comparación de las estructuras curriculares de los programas de tecnología e ingeniería. Las equivalencias propuestas tienen por objeto sugerir los requerimientos para completar la formación en ingeniería.

ÁREA DEL CONOCIMIENTO		
TECNOLOGÍA	INGENIERÍA	EQUIVALENCIA
ASIGNATURAS	ASIGNATURAS	Tecnología - Ingeniería
Total créditos	Rango	

Tabla 6. Comparación programas de tecnología e ingeniería y equivalencias sugeridas.

<sup>1</sup> Troncales curriculares para carreras de pregrado, universidades de los países del convenio Andrés Bello. 2000.

<sup>2</sup> Salazar C. Jaime. "Tendencias en la formación de ingenieros en Colombia", Foro Tendencias de la educación en ingeniería. Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. 2003.



#### 6. Recomendaciones para estructurar el programa complementario

Con base en el análisis de las tablas anteriores se propone estructurar el programa complementario con dos componentes, la primera de fundamentación científica y la segunda de ampliación y profundización en ingeniería aplicada.

##### 6.1 Fundamentación científica

Fortalecer la fundamentación en ciencias básicas y básicas de la ingeniería intensificando para alcanzar el consenso mínimo de la comunidad académica.

##### 6.2 Ampliación y profundización en ingeniería aplicada

Ampliar la formación en Ingeniería aplicada en dos sentidos: profundizar las áreas de estudio, de las unidades académicas especializadas de los programas actuales e introducir cuando el programa requiera, una nueva área profesional.

Introducir una componente de flexibilidad (electivas y/o tesis), que pueda ofrecer asignaturas comunes a varios programas y debe responder a las expectativas personales y académicas de los estudiantes.

Introducir el trabajo de grado, éste se considera una asignatura, evaluable y calificable. El ITM elaborará una reglamentación para los mismos en la cual se defina: alcance, modalidades, duración, evaluación, presentación, equipos de trabajo y dirección entre otros.

Para los laboratorios, los estándares nacionales e internacionales recomiendan que el soporte experimental y/o de simulación no debe ser inferior al 20% del total de horas y/o créditos del plan de estudios.

##### 6.3 Formación complementaria

El núcleo de inducción a la formación empresarial y el núcleo de inducción a la formación tecnológica, de los programas del ITM son homologables al área de formación complementaria de un programa de ingeniería. En esta área se incluyen 2 cursos de inglés.

#### 7. Plan de estudios complementario

Este se integra en 5 semestres, el primero de ellos constituye parte de la nivelación e incluye formación en ciencias básicas y al menos un curso básico de ingeniería. Se atiende con un promedio 5 asignaturas y 22 créditos. Los 4

semestres siguientes completan la formación en ciencia básica, básica de ingeniería e ingeniería aplicada con un promedio de 90 créditos y 20 asignaturas. El total del plan complementario son en promedio 100 créditos y 23 asignaturas; que atienden el mínimo establecido de 170 créditos.

PLAN COMPLEMENTARIO	SEMESTRE	PROMEDIO ASIGNATURAS	PROMEDIO CRÉDITOS
NIVELACIÓN	1	5	22
AMPLIACIÓN Y PROFUNDIZACIÓN	4	20	90

Tabla 7. Estructura promedio del plan de estudios complementario

#### 8. Impacto de la propuesta

- El ITM cursó ante el ICFES la solicitud de registro calificado para los nuevos programas de ingeniería. En el momento ha abierto inscripciones para cinco de ellos obteniendo un número importante de aspirantes.
- Los programas de formación tecnológica han modificado sus planes de estudio para fortalecer la componente de ciencias básicas, de tal modo que pueda aligerarse la nivelación en una primera fase, en la perspectiva de eliminarla completamente.
- El municipio de Medellín y el Área Metropolitana, disponen de una alternativa de formación en educación superior que amplía la cobertura con equidad y pertinencia.

#### 9. Bibliografía

Díaz V. Mario, Gómez. Víctor. Formación por ciclos en la educación superior. ICFES. 2003.

Nieto C. Luz. La flexibilidad en la educación superior, algunas perspectivas para su análisis, [www.uaslp.edu.mx](http://www.uaslp.edu.mx)

SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA DE MÉXICO, Programa Nacional de educación superior, [www.sep.gob.mx](http://www.sep.gob.mx)

INSTITUTO DE INGENIERÍA DE ESPAÑA. DECLARACIÓN DE BOLOGNA. La formación del ingeniero en el espacio común europeo. España 2003.

DECLARACIÓN DE LA SOBORNA. 1998.

DECLARACIÓN DE LA UNESCO. 1998.

Gómez. Víctor y otro, Factores de innovación curricular y académica en la educación superior, Revista Iberoamericana de Educación, 2003.

# Perfil prospectivo del ingeniero agroindustrial al 2020

Diana Lucía Toro Arango. Candidata a PhD. en Ingeniería

Gina Lía Orozco Mendoza. Ingeniera Agroindustrial

Universidad Pontificia Bolivariana - Facultad de Ingeniería Agroindustrial

## Resumen

El paradigma de la globalización de la economía, el ritmo acelerado de todas las transformaciones industriales, las nuevas tecnologías y la sociedad de conocimiento, hacen que también la educación y la formación profesional en las universidades sean estructuras abiertas, atraídas por las exigencias de la calidad que busca la autoevaluación permanente, acreditación y certificación de todos los procesos al interior de las facultades. Con el presente artículo las autoras pretenden resolver dos preguntas para el desarrollo académico, científico y profesional de los futuros ingenieros agroindustriales en Colombia y en el mundo. ¿Cuáles son las razones por las cuales hay que replantear el perfil del Ingeniero Agroindustrial al año 2020? y ¿Cuáles serían los criterios para seleccionar un buen Ingeniero Agroindustrial con miras al 2020?

En búsqueda de la calidad educativa e investigativa las facultades de Ingeniería Agroindustrial deben estar articuladas con los problemas del contexto, para lo cual se debe mantener la vigilancia tecnológica sobre el mismo y garantizar su inserción en el Sistema de Innovación Nacional, creando estructuras organizacionales basadas en estrategias y acciones pertinentes para el desarrollo del entorno socio-económico. Por lo tanto la metodología para la elaboración del presente artículo, se basa en la recopilación de información de fuentes nacionales e internacionales, que describen perfiles agroindustriales adecuados para un ingeniero agroindustrial de Colombia, pero con capacidades para proyectarse al mundo. La elección de los criterios para la selección del perfil se basará en los siguientes factores: Tendencias del Sector Agroindustrial Nacional e internacional, necesidades del país y del mundo y principios y valores éticos, sociales, científicos y empresariales.

Posteriormente se hará un matriz de ponderación donde se asignaran valores a los problemas mas representativos que debe resolver un buen ingeniero agroindustrial, las otras variables a ser evaluadas serán las capacidades necesarias para la solución de estos problemas éstas, tendrán una calificación de 1 a 10 según criterio de la experiencia de las autoras. Finalmente se seleccionarán las 5 capacidades mas representativas según la matriz de ponderación y se darán las conclusiones respectivas de dichos resultados, que permita definir un perfil del ingeniero agroindustrial con miras a dar soluciones reales y adaptables a las necesidades del entorno teniendo en cuenta que posea características de calidad y condición humana, capacidad cognitiva, y conocimientos.

**Palabras claves:** Innovación, tendencias, competencias.

## Abstract

The paradigm of economic globalisation, the frequency of industrial change, new technologies and the knowledge society require that higher education has open structures and is reaching for high quality via permanent self evaluation, accreditation and the certification of all processes within the faculties of an university.

In this article the authors try to contribute to answer two questions for academic, scientific and professional development of to-be engineers in the field of agro-business in Colombia and in other countries. What are the reasons for reshaping the profil for to-be engineers in the year 2020 in the field of agro-business? What are the criteria for selecting a good agro-engineer in the year 2020?

In search of quality in the education and research sector engineering faculties have to deal with the global context in which they work and that is why they have to observe and develop technologies and to ensure integration with a national system of innovation, creating structures based on strategies and appropriate action for the development of the socio-economic environment.

Consequently the metology for the elaboration of this article is founded on recompiling information of national and international sources which describe profiles in the field of agro-business that are adequate for agro-engineers in Colombia but also worldwide. The choice of criterias for selecting the profil is based on the following factors: Developments in the national and international sector of agro-industries, needs of the country and of the world as well as ethical, social, scientific and entrepreneurial principles and values.

Furthermore we have to construct a matrix with weights to assign values to the problems which a good agro-engineer should be able to solve. The other variables, which have to be evaluated, are the capabilities which are necessary for solving problems that a good agro-engineer should be able to work out. These will be ranked on a scale from 1 to 10 according to the experience of the authors.

Finally, the five most representative capabilities will be selected out of the matrix and conclusions will be drawn which permit us to define a profil of agro-engineers that gives real solutions which are applicable to the needs of the environment considering that the profil has to have characteristics of quality, humanity, cognitive ability and knowledge.

**Keywords:** Innovation, trends, competitions

## 1. Introducción

Son infinitas las razones por las cuales el mundo cambia constantemente en diferentes aspectos así mismo son infinitas las razones para cambiar al ser humano, puesto que no debe desconocer el entorno del que participa, es por esto que la formación de un profesional se asemeja al alfarero quien moldea su figura haciendo uso de los materiales, procesos y necesidades del entorno. Esta responsabilidad también es de los líderes o tutores de la vida de muchos de los futuros ingenieros y de ellos mismos, buscar el camino que les permita comprometerse con su función social de servir felizmente a la sociedad. Para visualizar el camino de los futuros ingenieros Agroindustriales este artículo presenta las razones por las cuales es necesario replantear el perfil de estos mismos.

Las economías nacionales están pasando a configurar una economía mundial. Las fronteras se abren cada vez mas para los intercambios comerciales y la integración de cadenas productivas, superando los obstáculos que antes predominaban en este sentido por razones ideológicas, políticas y culturales [1].

Los avances si precedentes en el conocimiento científico y en el desarrollo de las tecnologías, principalmente en los campos de la electrónica, la informática y las telecomunicaciones, han generado singulares transformaciones que perfilan nuevas formas de vida y de convivencia social [2].

Las sociedades contemporáneas se enfrentan al reto de proyectarse y adaptarse a un proceso de cambio que viene avanzando muy rápidamente hacia la construcción de Sociedades del Conocimiento. Este proceso es dinamizado esencialmente por el desarrollo de nuevas tendencias en la generación difusión y utilización del conocimiento.

La Globalización, los avances científicos y tecnológicos y la tan llamada sociedad de conocimiento como ya se ha mencionado es el motor de tantos cambios, uno de los mas representativos es la constante inquietud de los nuevos profesionales para ser comprometidos a formarse continuamente y actualizarse para ser competentes en el futuros.

El nuevo reto de la ingeniería es la evolución de un perfil del ingeniero para desempeñarse con eficiencia en actividades de operación y mantenimiento de plantas con misión de

imaginar y desarrollar permanentemente nuevos productos, procesos y servicios para el mercado; con una formación de alta capacidad en gestión empresarial y gerencia de proyectos, con iniciativa de creatividad e innovación.

Dicho motor obliga al ingeniero agroindustrial a preocuparse por la generación de nuevos proyectos, nuevas investigaciones, nuevos productos y por la utilización de nuevas tecnologías que le permitan competir en el mercado laboral; no dejando al lado las competencias adquiridas en grupo e individualmente que lo hacen diferente por sus conocimientos y habilidades, de convivir y aprender del personal que le ofrece su entorno, sin olvidar también cada una de las características que este tenga para afrontar cambios, desafíos y retos que no le fueron enseñados en su institución educativa , pero que con sus vivencias y conocimientos adquiridos pueden dar buen rumbo a todo lo que se le presente. Es un ingeniero que se "acomoda" a lo que se le va presentando, recursivo y proactivo.

## 2. Planteamiento central

Un factor cuestionable para el ingeniero Agroindustrial del 2020 conduce a una reflexión inmediata de la educación, la formación profesional, la capacitación, la ciencia y la tecnología, la investigación y el desarrollo; eslabones fundamentales para aprovechar los recursos naturales y el capital en forma sustentable, y lograr hacer de nuestra sociedad y de nuestras empresas, entidades viables. Por otro lado, es necesario tener presente que mientras el sector productivo está siendo sometido a esta serie de cambios originados por el conocimiento, la formación profesional se esta quedando atrás; el paradigma educativo continúa centrándose en qué aprenden los estudiantes. En este sentido, la formación propedéutica, es como una alternativa para la formación de estos ingenieros, con las capacidades necesarias para entrar en la modernidad y las exigencias de los sectores, con las habilidades y destrezas que aseguren la productividad requerida para competir a escala mundial, así como los valores e ideas que puedan propiciar una convivencia más humana y solidaria.

Es necesaria la formación del personal al servicio de las problemáticas del país, y del mundo, tan simples y complejos a la vez como el problema del hambre, el desempleo, el aletargado desarrollo económico o problem



Tecnológicos que hacen al Ingeniero agroindustrial con toda interdisciplinariedad, responsable de muchas de las oportunidades que puede generar para Colombia y el mundo.

Otros de los problemas a los que se enfrenta el ingeniero agroindustrial y en los cuales debe incidir son: obsolescencia tecnológica y administrativa de la pequeña y mediana industria, contracción y/o saturación de la demanda de productos agroindustriales tradicionales, creciente exigencia para el cumplimiento de las normas de calidad en alimentos y normas ambientales por parte de la agroindustria, articulación de cadenas agroindustriales.

En búsqueda de la calidad educativa e investigativa que respondan a las exigencias y a la realidad del entorno socio-económico, la investigación formativa y en sentido estricto dentro de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial deben estar articuladas con los problemas del contexto, para lo cual se debe mantener la vigilancia tecnológica sobre el mismo y garantizar su inserción en el Sistema de Innovación Regional, buscando las estructuras organizacionales, estrategias y acciones pertinentes para ello.

### 3. Tendencias del sector agroindustrial

Podemos decir que el sector agroindustrial tiene la impresión de ser muy poco innovador. Sin embargo, en las actividades agroindustriales la receptividad de nuevas ideas, la circulación de información, la capacidad de utilizar nuevos equipos e insumos, son en muchas ocasiones, mucho más importantes que la generación interna de nuevos productos y procesos.

Esto indica que la innovación mediante el proceso de aprendizaje interactivo aparece con fuerza en este sector. En el marco de estas características o factores se engloban diferentes aspectos que se han mostrado, a través de trabajos realizados, los cuales tendrán mayor impacto sobre diversos ámbitos como la industria, calidad de vida y otros; las tendencias más relevantes que se encuentran son:

#### 3.1 Demandas del consumidor [3]

La orientación de la organización agroindustrial hacia el nuevo perfil del consumidor, junto con el aumento de los conocimientos y las exigencias de éste, se constituye en uno de los ejes del desarrollo tecnológico del sector en los próximos años.

Desarrollo de productos de mayor valor, incremento de la calidad y seguridad de los alimentos, e información y disponibilidad.

#### 3.2 Innovación en productos y desarrollo de nuevos procesos [4]

La agroindustria, tiene necesidad de encontrar nuevas materias primas y desarrollar nuevos productos intermedios que mejoren las condiciones de la cadena de producción.

Entre los productos con nuevas características, se destacan aquéllos dirigidos al desarrollo de otros con propiedades, los productos nutricionales y funcionales. Los avances científicos en distintas disciplinas y la importancia que el consumidor otorga a la salud proporcionan a la agroindustria puntos de partida muy sólidos para el diseño y desarrollo de alimentos funcionales.

Las tecnologías emergentes en materia de conservación de alimentos se han convertido en el centro de atención de gran parte de la agroindustria. Pero mientras hay muchas posibilidades en el campo tecnológico, la atención de la agroindustria se centra fundamentalmente en las tecnologías más conocidas, tecnologías de manejo y adecuación las cuales se fundamentan en la conservación y envasado del producto, y tecnologías de producción y transformación y las tan llamadas tecnologías de comercialización cuya aplicación industrial ha sido ya realizada con éxito. Lo cual permite que haya una buena difusión de estas.

#### 3.3 Sostenibilidad y ciclo de vida [5]

La agroindustria del futuro deberá desempeñar un papel clave en la contribución al desarrollo sostenible, a través de la reducción de la cantidad de materias primas empleadas y del empleo de métodos productivos más seguros, limpios y eficientes.

Como sector industrial relevante, el sector agroindustrial debe tener en cuenta los conceptos de protección del medio ambiente, tanto desde el diseño, desarrollo e implantación de nuevos procesos productivos, como contemplando la prevención, minimización, recuperación y reciclado de efluentes y residuos como parte esencial de la empresa.

#### Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) [6]

Se perfila para el futuro el impacto que tendrá la utilización de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en nuestro sector industrial, especialmente en dos temas fundamentales la trazabilidad y la gestión integral de la organización agroindustrial en donde se deberán utilizar modelos de gestión que les permitan manejar los procesos y la información de un modo integrado.

Esto significa la incorporación en la organización de técnicas y sistemas rutinarios de vigilancia tecnológica, herramientas de simulación y sistemas expertos basados tanto en modelos de procedimientos como apoyados en las tecnologías de la información las cuales pueden ser el desarrollo de software para el control de la planeación y logística; la aplicación de sistemas expertos en la gestión del comercio y la distribución; la transferencia de información en soporte papel o electrónico, mejorando las posibilidades originales de recuperación y gestión de la misma, etc.

Consideramos el programa de ingeniería agroindustrial ampliamente pertinente para enfrentar el futuro, pues está enfocado a formar profesionales con conocimientos científicos generales, habilidades y competencias para desarrollar un efectivo aporte en el proceso de generar cambio, enfrentar, proponer, diseñar y producir conocimiento en la búsqueda de soluciones a las necesidades fundamentales del sector Agroindustrial, vía el mejoramiento de las cadenas productivas, su competitividad y desarrollo tecnológico. Entre las competencias que llevarán al ingeniero agroindustrial a desarrollarse en los aspectos citados anteriormente son: Dirigir trabajos interdisciplinarios, Optimizar e innovar en los procesos, Formular y ejecutar proyectos de I+D+i, Gestionar la creación de empresas agroindustriales, Diseñar nuevos productos y procesos, Liderar procesos de cambio tecnológico, Identificar oportunidades de nuevos negocios, Hacer investigación básica o aplicada, Asesorar en sistemas y cadenas agroindustrial.

#### 4. Problemas en el sector agroindustrial

La globalización de los procesos productivos y en especial de los mercados, las tendencias y paradigmas que rigen el mundo actual, plantean nuevos retos a las instituciones de Educación Superior para formar y desarrollar competencias en sus estudiantes que les permitan enfrentar, participar y aportar a la visión globalizada del mundo, a la sociedad del conocimiento, a la vertiginosa innovación tecnológica y científica y a la mundialización de la cultura.

Son muchos los estudios realizados para tener visión clara de los problemas que afronta el mundo, la sociedad actual y sobre todo el sector agroindustrial. A continuación se presentan algunos problemas que constituyen la razón de ser del programa de ingeniería agroindustrial.

- Incremento de pobreza y desnutrición.
- Cambios en el hábito de consumo.
- Seguridad alimentaria.
- Atraso tecnológico.

- Falta de competitividad del sector productivo y el de transformación agroindustrial.
- Falta de innovación en productos y procesos agroindustriales.
- Falta de planeación estratégica.
- Carencia de generación de valor agregado que permita crecer el PIB del sector agrario.
- Conservar un futuro en los mercados nacionales e internacionales cada vez más exigentes y con clientes responsables.
- Desempleo generalizado.

Esta problemática y oportunidades se toman como base para el diseño curricular y para definir nuevas competencias profesionales que permitan mirar un perfil prospectivo de ingeniero agroindustrial en el 2020. Este conjunto de problemas llevo a generar una matriz de ponderación en donde se relacionaron las variables Problemas vs. Competencias profesionales del ingeniero agroindustrial (Figura 1) y cuyo factor de ponderación fue asignado por las autoras del presente artículo y la puntuación para cada relación de variables es de 1 a 10. Este lineamiento genero núcleos temáticos concretos para definir un plan de acción que permita formar profesionales capaces de proponer soluciones a los diferentes problemas que presenta la sociedad en la actualidad y además para concluir con nuevos aspectos que redefinan el perfil del ingeniero agroindustrial, estas conclusiones son:

- De las ponderaciones se puede deducir, que la competencia que más relación tiene con los problemas a resolver que fueron seleccionados, es la de hacer investigación básica y aplicada. Esto compromete tanto a las universidades como a los empresarios a apoyar profesionales con este perfil.
- En segundo lugar la capacidad que mayor valor obtuvo, fue formular y ejecutar proyectos de investigación y desarrollo con innovación, esto permite al ingeniero influir en cualquiera de los espacios a los que se enfrenta de manera positiva, al ser formado para la gestión de proyectos de diferentes tipos económicos, sociales y técnicos, relacionados con el sector agroindustrial.
- En los tres últimos puestos están las variables de mayor a menor resultado: Identificar oportunidades de nuevos negocios, liderar procesos de cambio tecnológico, Optimizar e innovar en los procesos. Estas tres están muy ligadas por el componente innovación, que siempre será un factor de ventaja competitiva para el mercado. Son de gran importancia en la formación de ingenieros líderes capaces de transformar el mundo.
- Competencias como la dirección del trabajo interdisciplinario, la gestión empresarial, el diseño de productos



procesos y la asesoría, dieron un resultado menor, esto fruto de la necesidad de complementar lo proceso de gestión con los de desarrollo en investigación e innovación factores muy relevantes para la competitividad, donde los procesos de dirección no causan tanto impacto a los problemas si no se llevan a la acción y ejecución.

En general es posible concluir que en el perfil del ingeniero agroindustrial para el 2020 es urgente incluir la enseñanza de las capacidades que permitan afrontar retos desde la innovación, el cambio tecnológico, la investigación, acompañados con los proceso de dirección y gestión de las empresas.

Figura 1

PROBLEMAS QUE DEBE RESOLVER UN ING. AGROINDUSTRIAL	COMPETENCIAS PROFESIONALES DESEADAS DEL ING. AGROINDUSTRIAL																		
	F.P	Dirigir trabajos interdisciplinario		Optimizar e innovar en los procesos		Formular y ejecutar proyectos de I+D+i		Gestionar la creación de empresas A.I		Diseñar productos y procesos.		Liderar procesos de cambio tecnológico		Identificar oportunidades de nuevos negocios		Hacer investigación básica o aplicada		Asesorar en sistemas y cadenas A.I	
		V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP
Cambios en hábitos de consumo	0,07	6	0,42	9	0,63	8	0,56	5	0,35	9	0,63	9	0,63	4	0,28	9	0,63	4	0,28
Inseguridad alimentaria	0,05	7	0,35	8	0,4	8	0,4	4	0,2	8	0,4	8	0,4	6	0,3	10	0,5	7	0,35
Atraso tecnológico	0,19	10	1,9	10	1,9	9	1,71	7	1,33	7	1,33	10	1,9	9	1,71	10	1,9	8	1,52
Falta de competitividad del sector productivo y el de transformación agroindustrial.	0,09	8	0,72	9	0,81	9	0,81	9	0,81	7	0,63	9	0,81	9	0,81	10	0,9	9	0,81
Falta de innovación en productos y procesos agroindustriales.	0,17	8	1,36	8	1,36	10	1,7	8	1,36	10	1,7	9	1,53	9	1,53	10	1,7	8	1,36
Falta de planeación estratégica	0,19	7	1,33	5	0,95	8	1,52	4	0,76	4	0,76	5	0,95	7	1,33	5	0,95	8	1,52
Falta generación de valor agregado que permita crecer el PIB del sector agrario.	0,09	5	0,45	9	0,81	7	0,63	10	0,9	10	0,9	9	0,81	9	0,81	9	0,81	8	0,72
Ser competitivo en mercados nacionales e internacionales.	0,09	8	0,72	9	0,81	8	0,72	7	0,63	9	0,81	8	0,72	8	0,72	9	0,81	9	0,81
Desempleo generalizado	0,06	8	0,48	4	0,24	6	0,36	10	0,6	7	0,42	3	0,18	8	0,48	5	0,3	5	0,3
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>7,73</b>		<b>7,91</b>		<b>8,41</b>		<b>6,94</b>		<b>7,58</b>		<b>7,93</b>		<b>7,97</b>		<b>8,5</b>		<b>7,67</b>

F.P: Factor de ponderación  
 VP: Valor de ponderación  
 V: Valor  
 A.I: Agroindustriales  
 I+D+i: Investigación, desarrollo e innovación

Están muy relacionados (9-10)  
 Están relacionados (6-8)  
 Es indiferente la relación (5)  
 Poco relacionados (0-4)





## 5. Referencias

- [1] Hurtado, Deibar y Villada, Héctor. El sentido práctico de la formación practica en ingeniería: una mirada etnográfica desde la agroindustria. Editorial universidad del Cauca. Popayán, 2004. p 44
- [2] Hurtado, Deibar y Villada, Héctor. El sentido práctico de la formación practica en ingeniería: una mirada etnográfica desde la agroindustria. Editorial universidad del Cauca. Popayán, 2004. p 45
- [3] Del Pino, Ángel. Tendencias tecnológicas en el sector agroalimentario. Economía Industrial, Vol. 1, No. 342, 2001, p40.
- [4] Del Pino, Ángel. Tendencias tecnológicas en el sector agroalimentario. Economía Industrial, Vol. 1, No. 342, 2001, p42-43.
- [5] Del Pino, Ángel. Tendencias tecnológicas en el sector agroalimentario. Economía Industrial, Vol. 1, No. 342, 2001, p44.
- [6] Del Pino, Ángel. Tendencias tecnológicas en el sector agroalimentario. Economía Industrial, Vol. 1, No. 342, 2001, p45.
- [7] Orozco, Gina Lía. Las prioridades investigativas en Ingeniería Agroindustrial. Bases para el Estudio Prospectivo en Antioquia al año 2015. Año 2006

# La formación social y humanística del ingeniero en la Universidad del Cauca

Miguel Corchuelo - Grupo SENA  
Verónica Catebiel, Gloria Castro - Grupo GEC-iered  
Universidad del Cauca

---

## Resumen

Una de las preocupaciones en el marco de la Propuesta Curricular para la Formación de Ingenieros desde el Enfoque en Estudios CTS en la Universidad del Cauca (COLCIENCIAS -VRI: 1103-11-16964) es el análisis de la formación social y humanística del Ingeniero. Si las actuales propuestas curriculares en Ingeniería se caracterizan en su generalidad por un modelo segmentado de asignaturas orientado a la transmisión de contenidos, asumiendo que la labor docente se restringe a horarios y cobertura de contenidos con escasa interacción con el contexto, surge la pregunta, ¿Qué posibilidades para la formación integral tienen los estudiantes y los docentes?

En el Seminario Permanente para la Formación de Ingenieros - SEFI, conformado por docentes de los programas de ingeniería Física, Forestal y de Sistemas y docentes de los grupos de investigación: SEPA, GTI, GEC, CYTEMAC, I+D en Ing. Física y TULL, se analizan diferentes aspectos que caracterizan a la formación social y humanística del ingeniero en la Universidad del Cauca, y se sugiere una estructura curricular orientada por los Estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad, asumida como una construcción cultural (Stenhouse, 1987; Grundy, 1987), apoyada en la pedagogía crítica (Giroux y McLaren, 1999) y que se materializa en el aula a través del Estudio de situaciones problemáticas socialmente relevantes (Corchuelo et. al, 2006)). Estos referentes teóricos orientan la discusión planteada en el SEFI y permiten analizar el concepto de formación integral y potenciar la Interacción social como un elemento importante en la formación del Ingeniero en el presente siglo.

**Palabras claves:** Formación social y humanística, CTS, currículo.

## Abstract

One of the worries from the Offer Curricular for the Engineers' Formation from the Approach in Studies CTS in the Cauca University (COLCIENCIAS-VRI: 1103-11-16964) it is the analysis of the social and humanistic Engineer formation. The current curricula in Engineering are characterized in general, for a model segmented of subjects orientated to the transmission of contents, where the educational labor is restricted to schedules and coverage of contents by scanty interaction with the context. The question arises, ¿what possibilities have for the integral formation the students and the teachers?

In the Permanent Seminar for the Engineers' Formation -SEEF- shaped by teachers of the programs of Physical, Forest and Systems engineering, and teachers of the research groups: SEPA, GTI, GEC, CYTEMAC, I+D in Physics Eng. and TULL, analyze different aspects that they characterize to the social and humanistic formation of the engineer in the Cauca University, and suggests a structure to herself curricular orientated by the Studies Science, Technology and Society -STS- assumed as a cultural construction (Stenhouse, 1987; Grundy, 1987), supported on the critical pedagogy (Giroux and McLaren, 1999) and that materializes in the classroom across the Study of problematic socially relevant situations (Corchuelo et. to, 2006)). These theoretical modals orientate the discussion raised in the SEEF and allow to analyze the concept of integral formation and to promote the social Interaction as an important element in the formation of the Engineer in the present century.

**Keywords:** Humanistic and social formation, STS, curriculum.

## 1. Una mirada a la historia

Una mirada a la historia en la Universidad del Cauca permite observar el proceso de acercamiento entre la formación disciplinar y la socio-humanística en los diferentes programas que se orientan. La síntesis de las discusiones se consigna en el documento "La formación social y humanística como parte de la educación integral

en la Universidad del Cauca". El documento posibilita visualizar las distintas propuestas de índole curricular realizadas desde la década del 80, y hacer un seguimiento en detalle de las mismas y de los conceptos de formación que en cada uno de los períodos ha prevalecido.

Las conclusiones del "Seminario permanente sobre la Educación", realizado en el año 1987, muestran "una

preocupación por generar una orientación integral en la Educación". De aquí derivaron unos propósitos y unas estrategias que ahora son afines con los objetivos del enfoque Ciencia, Tecnología y sociedad -CTS- en el campo educativo. Por esta razón, desde el Grupo de Educación y comunicación -GEC- y del Seminario Permanente de Formación Avanzada -SEPA- se motiva a realizar comentarios sobre la formación social y humanística, fruto de las reflexiones mantenidas en el proyecto de investigación "Propuesta curricular para la formación de ingenieros desde el enfoque estudios CTS+I en la Universidad del Cauca", avalado por COLCIENCIAS -VRI (código 1103-11-16964).

En un documento de rectoría que recoge las conclusiones del Seminario permanente sobre la Educación se consideraba lo siguiente:

"Por intermedio de su actividad académica la Universidad asumirá la responsabilidad de:

- Educar a sus estudiantes como ciudadanos participantes, solidarios y con una sólida Formación Humanística.
- Producir y apropiarse conocimientos acordes con el avance científico, cultural y tecnológico.
- Preparar a los profesionales para que estén en capacidad de atender los problemas prioritarios de la región y del país".

Y se recomendó que la formación social y humanística debiera desarrollarse de manera sistemática en los programas, proponiendo tres elementos:

- La generación de una atmósfera que permitiera crear y mantener actitudes positivas hacia el hombre y la sociedad, un espíritu crítico y el compromiso de participación en el acontecer social, sin distinciones de grupo, raza, credo o sexo.
- La introducción en todas las cátedras, inclusive en las técnicas, de información sobre problemas, discusiones y debates referidos a los aspectos sociales y humanos implícitos en toda asignatura.
- La oferta de cursos específicos de las áreas social y humanística que se consideraran convenientes para los diferentes programas y carreras.

Tanto las conclusiones como las recomendaciones del Seminario permanente sobre la Educación, son coherentes con los planteamientos de los Estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS- para la educación. Entre los más importantes, podemos citar (Corchuelo, et. al., 2006)[1]:

1. Formación de actitudes responsables para el desarrollo sostenible.

2. Investigación en temas que evidencian las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad articulados con los temas de estudio de las disciplinas y sus efectos sociales.
3. Toma de decisiones respecto de las opciones políticas, económicas, sociales, culturales y éticas.
4. Acción individual y social para llevar a la práctica procesos de estudio y procesos de toma de decisiones con grupos comunitarios.
5. Generalización de consideraciones teóricas del sistema y sus impactos sociales y ambientales.

En forma general, se puede señalar que los estudios CTS se encuentran orientados al fortalecimiento de los profesionales para la participación social en favor del ambiente sostenible [2]. Se trata de aprender a utilizar los principios de las ciencias y la tecnología con compromisos concretos que tengan una incidencia en la cualificación del profesional pero que a la vez genere ambientes de bienestar en las comunidades a las cuales van dirigidos los proyectos.

Surge una preocupación cuando se observa la oferta de los cursos que configuran el componente socio-humanístico, y que suelen subvalorarse al considerarse como cursos de "relleno", en algunos casos considerados como formación complementaria, y desconectados del ejercicio de la ingeniería. Si bien es cierto que buena parte del quehacer del ingeniero se halla en el diseño de máquinas, herramientas, técnicas y procedimientos, también es cierto que los proyectos están dirigidos a comunidades específicas con las que se debe generar empatía para el éxito de los mismos. Una mirada del ingeniero hacia el 2020, implica desde la formación socio-humanística, que el joven ingeniero aprenda tener en cuenta las concepciones culturales de las comunidades involucradas en los proyectos y a conformar equipos para interactuar con ellas. Por lo tanto es preciso reconsiderar tal oferta de cursos, manera que constituya una dimensión esencial para la formación del ingeniero. Conseguir este propósito exige reconceptualizar la idea de currículo que predomina en las facultades, y observar la historia de las reformas académicas ocurridas en los últimos años para comprender su sentido y no repetir errores.

En la actualidad, se reconoce la importancia que en las diferentes facultades tiene el componente de fundamentación socio-humanística y se señala que "en él se integran conocimientos de la economía, la administración, aspectos sociales y éticos, la formación para la democracia y la participación ciudadana". En las Facultades de Ingeniería este componente cambia su denominación por "Área de formación complementaria", el cual comprende los componentes en Economía, Administración, Ciencias Sociales y Humanidades.



## 2. Las reformas académicas y curriculares

Respecto de las reformas académicas y curriculares recientes, una de las problemáticas identificadas en el desarrollo del proyecto mencionado, tiene que ver con el futuro de la Universidad referido a dos factores importantes:

- La pertinencia, en términos de una universidad articulada con lo global pero más sensible a lo local, lo social y lo individual. La tensión entre lo social y lo individual, está mediada por la relación entre lo local y lo global.
- La reinención de la universidad, de tal manera que sea pluricognocitiva, humanista y por lo tanto orientada hacia el desarrollo humano, hacia la calidad de vida.

El Seminario para la Formación de Ingenieros- SEFI- por su composición, permite la interacción disciplinar, en la medida que convoca a varios profesionales de distintos programas y saberes. Las discusiones están orientadas desde diversas miradas a generar nuevos modos para la práctica docente universitaria, a partir del estudio de situaciones problemáticas socialmente relevantes. Este ejercicio es una oportunidad interesante de encuentro entre diferentes facultades en función de la construcción y desarrollo de distintas modalidades de proyectos, para hacer realidad un proceso de formación interdisciplinar cualificada tanto de docentes como de estudiantes de los niveles de pre-grado y de postgrado.

Una de las tareas de un equipo interdisciplinar como el SEFI consiste en la construcción de léxicos comunes. Por ejemplo indagar por las concepciones y creencias acerca de la ciencia y la tecnología de los participantes y luego extrapolar la situación en función de los contextos de diversidad socio-cultural como ocurre en el Departamento del Cauca. Razón por la cual en la búsqueda de respuestas está comprometido de forma directa el Departamento de Educación y Pedagogía y el Doctorado en Educación en sus diferentes líneas de investigación.

Se considera necesario avanzar en la consolidación de una propuesta que tenga en cuenta el contexto no sólo en términos teóricos sino en función de la vinculación del futuro ingeniero a la empresa y a los proyectos de la región. Por tal motivo, la contextualización debe operar a partir de las necesidades que se suscitan en la interacción del estudiante de ingeniería con diversos actores sociales en situaciones coyunturales particulares características de su rol. Teniendo en cuenta los contextos socioculturales contemporáneos, hay necesidad de hacer una lectura de las nuevas sensibilidades que emergen de las diferencias de género y de étnia, entre otras.

Si se tiene en cuenta que "algunas reformas en la educación en ingeniería fueron motivadas por eventos en la sociedad en general o por fuerzas reguladoras imperativas"[3], estas condiciones justifican la apertura de espacios multidisciplinares que convoquen a encuentros para la generación de propuestas emanadas desde la discusión y reformulación de los programas de estudio que superen las miradas fragmentadas de currículos y que atiendan necesidades propias de la formación social de los ingenieros.

## 3. La propuesta

Como se señala anteriormente, el componente socio humanístico, no se puede reducir a una sumatoria de cursos fragmentados, descontextualizados y alejados de las necesidades de formación profesional en ingeniería. La experiencia acumulada desde los estudios ciencia, tecnología y sociedad, revelan la importancia de asumir situaciones problemáticas reales complejas como escenarios propicios para la formación de los futuros ingenieros. De este modo se exigen no sólo competencias vinculadas de un modo directo con el conocimiento de las ciencias básicas y de las ciencias aplicadas a la ingeniería sino competencias vinculadas con la comunicación, el trabajo en equipo, la interpretación y comprensión de situaciones relacionadas con la ingeniería y la capacidad de gestión .

Para ello se retoman los planteamientos epistemológicos que consideran la construcción social e histórica de la ciencia, desde Kuhn [4] hasta Morin y Maturana, en el plano de lo curricular se consideran los aportes de vincular la docencia con la investigación de Stenhouse[5] y la construcción de propuestas curriculares como propuestas culturales de Grundy [6]. Desde lo pedagógico, la Teoría Crítica permite entrar a reflexionar sobre el sentido de la formación, ¿para qué formar ingenieros? considerando los planteamientos de McLaren y Giroux [7].

En el terreno práctico, al contar con las precisiones teóricas que permiten la configuración del enfoque CTS, se puede hacer realidad el deseo de contar con las propuestas contextualizadas de docentes y estudiantes, que contribuyan a ajustar los programas, planes de estudio, y estructuras curriculares a las necesidades no sólo de las facultades sino a las necesidades teórico-prácticas de los diferentes estamentos que conforman la comunidad académica de la Universidad del Cauca en particular y del nivel de la Educación Superior en general.

Existe actualmente la preocupación por la formación en ciencias básicas y por la apropiación de tecnologías para la formación de ingenieros, pero de un valor equivalente

es el componente socio-humanístico que permite el desarrollo del potencial para interactuar socialmente de los futuros ingenieros. Antes de abordar los créditos para operacionalizar la propuesta, se requiere de la participación de los diferentes estamentos que participan en el desarrollo de la vida universitaria.

#### 4. Referencias

- [1] Corchuelo, M. et al. (2006) Los estudios ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la educación media. Editorial Universidad del Cauca.
- [2] López Cerezo, J. et al. (1996) Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos.
- [3] Educando al Ingeniero 2020: La Educación de la Ingeniería adaptada al Nuevo Siglo En página web: <http://www.nap.edu/catalog/11338.html> consultada en 13-03-2006
- [4] Kuhn, T. (1982) La estructura de las revoluciones científicas. México: Fondo de Cultura Económica
- [5] Stenhouse L. (1987) La investigación como base de la enseñanza. Ediciones Morata. Reimpresión 1996. Madrid.
- [6] Grundy, S. (1987) Producto o praxis del Curriculum. Madrid: Ediciones Morata.
- [7] Giroux, H., McLaren, P. (1999) Sociedad, cultura y educación. Madrid: Miño y Dávila Editores.



# Propuesta de un modelo de innovación educativa desde la gestión escolar como estrategia de calidad

Chapa Reséndez Eva de los Angeles, Néstor L. Díaz Ramírez, Chapa Reséndez Gloria Edna  
Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Instituto Politécnico Nacional.  
UPALM, Edif. 7. ITESM Carrera de Derecho

## Resumen

El trabajo tiene como objetivo presentar las características que debe tener un modelo de gestión escolar para lograr una educación superior en ingeniería, de calidad, considerando los lineamientos de la ANUIES en México y de la OCDE, tomando en cuenta como punto focal la gestión escolar y el compromiso institucional y directivo con la finalidad de hacer más expedito y eficaz el proceso de acreditación de programas escolares. En la propuesta del modelo que se pretende fortificar a partir de los planteamientos, se considera al alumno, al docente, a la institución educativa y a la comunidad, constituyentes esenciales en cualquier innovación educativa que conlleve a la calidad de la educación. El trabajo se concluye con la propuesta de un Modelo de gestión escolar para tratar las innovaciones educativas, considerándolas como insumos necesarios para lograr el desarrollo integral del estudiante y en general del conocimiento. Considerando el aumento de la matrícula escolar hacia el 2020, es indispensable contar con modelos de gestión en el caso de las innovaciones educativas, cuyo vector sea la solución de problemas y la optimización de recursos, así como el mejoramiento de los procesos de la enseñanza.

**Palabras claves:** Innovación, gestión, calidad

## Abstract

The work has as objective to present the characteristics that should have a model of school management to achieve a higher education in engineering, of quality, considering the features of the ANUIES in Mexico and of the OCDE, taking into account as focal point the school management and the institutional commitment and executive with the efficient and prompter purpose of doing the school programs accreditation process. In the proposal of the model that intends to fortify from the approaches, considering student, teacher, educational institution and the community, essential constituents in any educational innovation that involves to the quality of the education. The work is concluded with the proposal of a Model of school management to treat the educational innovations, considering them as necessary supplies for achieve the integral development of the student and in general of the knowledge. Considering the increase of it registers student did the 2020, he is indispensable to include models of management in the case of the educational innovations, whose vector be the solution of problems and the optimization of resources, as well as the improvement of the processes of the teaching.

**Keywords:** Innovation, management, quality

## 1. Introducción

La innovación en la educación surge de un proceso dinámico y transformador, impacta en el ideario institucional, en su quehacer científico, tecnológico y humanista y fundamentalmente, pretende la construcción de escenarios alternativos que favorezcan nuevas articulaciones entre el ser, el saber y el hacer.

Con el fin de lograr lo anterior, dentro de "Los retos de la Educación Superior hacia el siglo XXI", documento estratégico de la ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior), se contempla que para el año 2020, las IES (Instituciones de Educación Superior) deberán contar con programas consolidados de apoyo a los estudiantes, entre otros el de

innovación educativa, que ofrecerá las condiciones para que se introduzcan en las IES, los nuevos enfoques curriculares y pedagógicos que este programa supone.

Para alcanzar esta meta, el I.P.N. (Instituto Politécnico Nacional) Institución pública rectora de la Educación técnica en el país, ha creado el Centro de Investigación en Innovaciones educativas, organismo que dará las pautas necesarias para las estrategias que se usarán en las carreras de ingeniería que se imparten en el Instituto, para lograr una educación de calidad.

La OCDE (2001) define la educación de calidad como aquella que «asegura a todos los jóvenes la adquisición de los conocimientos, capacidades, destrezas y actitudes necesarias para equipararles para la vida adulta».

Las características que debe tener toda innovación educativa son:

- Responder a las exigencias psicopedagógicas actuales.
- Visualizar al estudiante como el destinatario principal del servicio educativo y el protagonista del proceso didáctico, al actuar como constructor de su propio aprendizaje.
- Vincular el aprendizaje con las necesidades de los alumnos, sus familias y la comunidad.
- Promover las relaciones entre la institución y la comunidad.
- Concebir la enseñanza y el aprendizaje como procesos activos, participativos, democráticos y formativos.
- Concebir al docente como el guía que estimula y orienta el aprendizaje.
- Estimular la construcción y reconstrucción de aprendizajes significativos.
- Recurre a los materiales didácticos y tecnológicos necesarios como medios fundamentales para apoyar el aprendizaje.
- Considerar como elementos básicos del modelo el alumno, el grupo, el docente, la familia, la institución educativa y la comunidad.

De aquí la necesidad de proponer un modelo desde el punto de vista de la gestión escolar.

## 2. Metodología

El primer paso, fue la necesidad de plantear un modelo de calidad en las distintas unidades y centros de educación superior del Instituto Politécnico Nacional para tratar y manejar las innovaciones educativas, considerando los factores que determinan y son los ejes focales para tener centros y unidades de calidad, estos son:

- **Los recursos materiales** disponibles: aulas de clase, aulas de recursos, biblioteca, laboratorios, patio, instalaciones deportivas, mobiliario, recursos educativos.
- **Los recursos humanos:** nivel científico y didáctico del profesorado, experiencia y actitudes del personal en general, capacidad de trabajar en equipo, relación alumnos/profesor, tiempo de dedicación... Los servicios y las actuaciones que realizan las personas son los que determinan la calidad de toda organización. En este sentido es muy importante su participación y compromiso.
- **La dirección y gestión administrativa y académica del centro o unidad:** labor directiva, organización, funcionamiento de los servicios, relaciones humanas, coordinación y control...
- **Aspectos pedagógicos:** el proyecto educativo del centro o unidad, el proyecto curricular del centro, la evaluación

inicial o diagnóstica de los alumnos, la retroalimentación inmediata al docente de tales evaluaciones, la adecuación de los objetivos y los contenidos, el tratamiento de la diversidad, la metodología didáctica, la utilización de los recursos educativos, la evaluación, las tutorías y el logro de los objetivos previstos...

Existen también factores básicos de la calidad en la educación superior, como son:

- Las actitudes, concepción de la enseñanza y la actuación del profesorado.
- La competencia del profesorado: nivel y actualidad de sus conocimientos teóricos y prácticos, capacidad para su transmisión, dotes didácticas, formación continua...
- El plan de estudios: contenidos teóricos y prácticos, adecuación a los estudiantes y a las demandas sociales de los correspondientes perfiles profesionales, grado de optatividad...
- Las infraestructuras y los materiales: instalaciones, equipos, materiales didácticos...
- La organización de la enseñanza: planificación detallada, distribución de los estudiantes entre los grupos, adecuación de los horarios...
- La evaluación de la calidad, que permita aprender de los errores y seguir mejorando.
- La transparencia informativa en la institución, que facilite la compartición del conocimiento y generará confianza.
- La participación de todos los implicados, liderazgo participativo, clima de trabajo favorable, desarrollo y crecimiento personal...

Hay factores que pueden incidir negativamente en la calidad de la educación superior como son:

- La libertad de cátedra mal entendida. Puede ser que algunos no entiendan las necesidades de los alumnos o desatiendan las necesidades de la organización a la que pertenecen.
- La absoluta falta de control.
- La indefinición del perfil de profesor. La falta de definición de los conocimientos y aptitudes pedagógicas que debe tener un profesor.

Las variables que inciden en la calidad de un curso son:

- El contenido de los estudios.
- Las actitudes del profesorado hacia los estudiantes.
- El conocimiento del profesorado.
- La capacidad de transmitir este conocimiento.
- La capacidad para organizar los aprendizajes de los estudiantes.
- El sistema de seguimiento y evaluación.
- Las instalaciones y los equipos disponibles.



Para presentar el modelo, es conveniente considerar los predictores de los resultados de los alumnos que ingresan a las ECUS.

Los principales predictores de los resultados de los estudiantes a lo largo de la etapa en la educación media superior y a su ingreso a la educación superior son:

- Los conocimientos iniciales que tienen al empezar estas etapas.
- Sus estrategias de aprendizaje.
- El contexto sociocultural.

De aquí la importancia de contar con Sistemas Institucionales de Tutorías, eficaces y no que aparezcan solo en la mente de algunos administradores o en el papel mismo, sin llevarse de una forma adecuada y sin contar con los recursos necesarios, tanto económicos como humanos, para tener adecuados Programas Institucionales de Tutorías.

Por ello se recomienda

- Apoyar la educación básica.
- Prestar una especial atención a los centros situados en contextos desfavorecidos.
- Dar prioridad al desarrollo de las habilidades metacognitivas.
- Transformar la enseñanza en el aula.
- Impulsar el desarrollo profesional del profesorado.

En el modelo, resulta preponderante tomar en cuenta, las características de las ECUS eficaces como son:

- Compromiso con normas y metas compartidas y claras.
- Búsqueda y reconocimiento de unos valores propios.
- Liderazgo profesional de la dirección.
- Estabilidad laboral y estrategias para el desarrollo del personal.
- Currículo bien planeado y estructurado, con sistemas de coordinación y actualización periódica.
- Clima de aprendizaje. La enseñanza y el aprendizaje deben constituir el centro de la organización y la actividad escolar. Se debe cuidar el ambiente de aprendizaje buscando el aprovechamiento del estudiante y el empleo eficiente de los tiempos de aprendizaje. La motivación y los logros de cada estudiante están muy influidos por la cultura o clima de cada escuela.
- Profesionalidad de la docencia.
- Expectativas elevadas sobre los alumnos y sus posibilidades, comunicación de estas expectativas, proponer desafíos intelectuales a los estudiantes...

- Atención a los derechos y responsabilidades de los estudiantes, darles una cierta responsabilidad en actividades del centro, control de su trabajo, atender a su autoestima...
- Elevado nivel de implicación y apoyo de los padres. Participación de la comunidad educativa (Consejo Escolar, PIT...etc...)
- Apoyo activo y sustancial de la administración educativa

Con todo hay que tener en cuenta que según la perspectiva sobre la noción de calidad que se adopte variará lo que se considere una escuela eficaz; sólo se puede hablar de eficacia en función del logro de unos fines específicos.

### 3. Resultados

El proceso de aplicación de un modelo para la gestión de la calidad, al aplicar las innovaciones educativas, se constituye con los siguientes pasos:

1. En cada ECU se constituye un **equipo de calidad** en el que estará integrado el equipo directivo y también personal voluntario del centro y de la comunidad educativa.
2. El equipo de calidad recibirá formación en aspectos relacionados con la gestión de la calidad y la aplicación de este modelo.
3. El equipo aplicará encuestas entre los alumnos, las familias y el personal de la ECU, para obtener una primera información sobre la situación de la misma.
4. Autoevaluación de la ECU. El equipo de calidad se dividirá en subgrupos que realizan independientemente una primera evaluación de la ECU. Luego harán una puesta en común.
5. El equipo de calidad seleccionará los **ámbitos de mejora** que sean críticos para la ECU y que consideren asumibles. Los principales ámbitos a considerar son los siguientes:
  - ✓ Liderazgo del equipo directivo.
  - ✓ Gestión del personal.
  - ✓ Planificación y estrategia de la ECU.
  - ✓ Recursos utilizados.
  - ✓ Procesos que se siguen en la ECU: efectividad, interacciones que se dan entre profesores y estudiantes, entre profesores, entre estudiantes.
  - ✓ Satisfacción del personal.
  - ✓ Satisfacción de los empleadores.
  - ✓ Impacto en la sociedad.
  - ✓ Resultados de la ECU.
6. A partir de estos ámbitos a mejorar, definirán unos **planes de mejora** que se presentarán al Consejo Escolar. Algunas de las características de estos planes de mejora, elaborado a partir de una evaluación diagnóstica de la situación del centro, son las siguientes:



- ✓ Considera tanto aspectos organizacionales y educativos.
  - ✓ Conviene que el plan sea anual, con fines de evaluación...
  - ✓ Los objetivos del plan, deben ser realistas, concretos, medibles y alcanzables.
  - ✓ Explicita objetivos, actuaciones y personas responsables de su ejecución, así como también los recursos necesarios, el calendario para su ejecución, el plan de seguimiento y su evaluación.
  - ✓ Debe lograr la implicación de las personas, propiciando la participación activa de todos los sectores de la comunidad escolar.
7. El Consejo Escolar después, seleccionará los aspectos que aceptan de los planes.
  8. Los acuerdos alcanzados se ratifican con la Administración y se incluye en la Programación General Anual.
  9. Se van ejecutando los planes de acuerdo con su calendario. Puede resultar interesante establecer comunicación con otras ECUS que sigan planes parecidos
  10. Al final se realiza una autoevaluación (sistemática, objetiva, participativa, consensuada y flexible), que se incluirá en el Reporte Anual de la ECU.
  11. La Administración articulará el seguimiento y la evaluación de las distintas fases: implantación, formación, autoevaluación, definición de los planes de mejora, ejecución de los mismos y autoevaluación final.

#### 4. Conclusiones

Para conseguir el logro de la innovación educativa, desde la gestión escolar, es conveniente considerar que en esta «sociedad de la información» y con el concurso de las nuevas tecnologías (TIC) y los desarrollos de la Psicopedagogía, estamos en condiciones de poder organizar la mejor educación que nunca hemos tenido, realizando los oportunos retoques en todos los elementos que inciden en el currículo y manteniéndola como un derecho democrático y compensatorio universal (hay que evitar mercantilarla y subyugarla a la economía).

El crecimiento de la demanda de educación superior que se avizora para las dos primeras décadas del siglo XXI, difícilmente podrá ser atendido adecuadamente con los sistemas tradicionales. Para hacer frente al crecimiento cuantitativo, al tiempo que se busca mejorar cualitativamente la calidad, es indispensable explorar formas nuevas de educación en los niveles medio superior y superior, mediante esquemas abiertos y/o a distancia, nuevos modelos de interacción profesor/alumno, establecer currículas menos recargados de horas clase, y sistemas de estudio que aprovechen la tecnología contemporánea, en

especial los sistemas computarizados y redes virtuales entre otras innovaciones.

Y es que las innovaciones promovidas por la Administración Educativa e implantadas a nivel general en todas las ECUS muchas veces no logran sus objetivos, aunque cuenten con el respaldo de eminentes especialistas. Suelen situarse en un «*paradigma técnico*» (el especialista prescribe buenas prácticas, lo que hay que hacer, y el profesor lo hace) y proponen al profesorado cambios curriculares (contenidos, metodologías...) que buscan la eficacia y la eficiencia sin tener en cuenta las especificidades de cada ECU, de sus profesores y de sus alumnos.

Desde un «*paradigma más contextual y crítico*», la consideración de cada uno de los contextos particulares (alumnado, recursos, cultura de centro, intereses y desarrollo profesional de los docentes...) en los que se quiere desarrollar la innovación, y especialmente la consideración del profesor (con sus creencias, experiencias, conocimientos, habilidades...) como un mediador e investigador en el aula que reflexiona sobre sus prácticas, abre nuevas perspectivas para lograr una innovación educativa en la que participen y se impliquen todos los integrantes de cada ECU (se valora la colaboración social, el funcionamiento democrático), entendiendo la innovación como «*un cambio planificado por la propia escuela que afecta tanto a las personas en su desarrollo profesional como a la organización (desarrollo organizativo) y a la enseñanza (desarrollo curricular)*» (ESTEVARANZ, 1994)

En cualquier caso, una condición necesaria (aunque no suficiente) para el éxito de una reforma educativa es contar con la participación activa del cuerpo docente.

**Contextos de cambio educativo** (José M. ESTEVE (2003). La tercera revolución educativa. Barcelona: Paidós). Los sistemas educativos son estructuras integradas por elementos interrelacionados. Para lograr cualquier cambio hay que considerar todas estas interrelaciones pues al alterar alguno de sus elementos se producen cambios en cadena que pueden modificar el comportamiento de casi todos los elementos del sistema, y muchas veces se generan consecuencias inesperadas. Toda reforma educativa tiene que considerar los elementos de los siguientes contextos:

- Contexto macro: las fuerzas político-sociales y los sectores económicos plantean continuamente nuevas exigencias al sistema educativo para que se ajuste a las necesidades de los cambios sociales y laborales.
- Contexto político-administrativo: pretende ordenar la realidad mediante leyes y decretos. Su capacidad de cambio es limitada, pues no pueden modificar la mentalidad de



- los profesores ni el sentido de su trabajo en las aulas.
- Contexto de la práctica docente: el trabajo real de los profesores y de los centros.

Los modelos de innovación y desarrollo tecnológico se pueden clasificar en:

- Modelo tecnológico.** Surge del paradigma científico y utiliza el método experimental. Considera la innovación (conducida por investigadores expertos) como un valor absoluto. Se considera que la tecnología es éticamente neutral; es simplemente un medio, producto de la aplicación de la ciencia, y debe estar libre de interferencias psíquicas (emociones...) y sociales (ideologías...). Otro presupuesto es el determinismo tecnológico.

A partir de evaluaciones de costos, riesgos y beneficios, se realizan las innovaciones que resultan del interés de las multinacionales. Se tiende a mantener el orden patrimonial y jerárquico existente.

- Modelo práctico o situacional.** Las innovaciones buscan el bien de todos los afectados por un problema, que deben estar presentes y participar en el análisis de alternativas y en la toma de decisiones (democratización y descentralización de las decisiones).

Hay que tener en cuenta que **el desarrollo tecnológico es interesado** porque los aparatos tecnológicos que se crean buscan sobre todo resolver los problemas de quienes poseen, conocen y controlan la tecnología. Conviene orientar la

aplicación de la tecnología de manera equitativa y respetuosa con las distintas culturas, procurando que no aumente las desigualdades entre los pueblos. **“UNA INNOVACIÓN EDUCATIVA DEBE LLEVAR AL BIEN DE TODOS LOS ACTORES DEL PEA, ASÍ COMO A LA SOCIEDAD MISMA Y A LA COMUNIDAD”**

## 5. Referencias

- [1] ANUIES «Los retos de la educación superior hacia el siglo XXI» Documento estratégico. (2000) México
- [2] OCDE Schooling for tomorrow: Trends and scenarios. Paris: CERI-OECD (2001)
- [3] Bautista, Antonio «El papel de los intelectuales y la no neutralidad de la tecnología: razones para un uso crítico de los recursos en la enseñanza». Revista de educación, 303, (1994) pp. 243-260
- [4] Estebaranz, A Didáctica e innovación curricular. Sevilla: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. (1994).
- [5] Esteve, José M. La tercera revolución educativa. Barcelona: Paidós (2003).
- [6] Robles, Esperanza, FERNÁNDEZ, Enrique, VIZOSO, Clara Actas de las Jornadas de Informática Educativa 1996.» Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). (1996).
- [7] Sevillano García, M<sup>a</sup> Luisa Estrategias innovadoras para una enseñanza de calidad. Madrid: Pearson Educación (2004)
- [8] Tébar Belmonte, Lorenzo El perfil del profesor mediador. Madrid: Santillana (2003).

# Transformaciones curriculares como estrategia de apalancamiento social

Herminia Quiceno V.

Departamento de Educación - Universidad Autónoma de Manizales

Mariela Rivero C.

Departamento de Ingeniería de Sistemas - Universidad Autónoma de Manizales

Integrantes del grupo de investigación en Informática Educativa UAM

---

## Resumen

El trabajo describe de manera general el proceso de análisis y cambio curricular del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Manizales (UAM).

Se utilizó como estrategia el estudio de programas en disciplinas similares en el país y en el mundo, la mirada detallada a las diferentes signaturas que conforman el programa, las distintas políticas institucionales, los intereses tanto de los estudiantes como de los docentes y las demandas laborales de la región, para llegar a construir un plan curricular que permitiera formar al individuo en su dimensión de hombre, como ser que utiliza de manera eficiente la ciencia y la técnica en beneficio de la comunidad.

Se reconoce la labor del Ingeniero de Sistemas de hoy y en su formación para el futuro, como un catalizador del progreso en las empresas de la región y del país, quien desarrolla soluciones que facilitan el trabajo en múltiples disciplinas, contribuyendo así al avance en el desarrollo humano en Colombia.

**Palabras claves:** currículo, ingeniería, hombre

## Abstract

This report describes in a general way the process of analysis and curricular change of the academic program called "System Engineering of the Autonomia University of Manizales"

It was need as strategy the study of programs in similar specific domains in Colombia as well as in the world, a detailed insight to different subjects of the program, the institutional policies, the interests of students and the professors, taking into account the labor needs of the region, in order to achieve a curricular plan that allow forming individuals in the human dimension, as a human being who uses in a efficient way the science and the technics in behalf of the community.

Nowadays the System Engineer roll is recognized, as a catalist of the enterprice progress in the region and in the country, which plan implementations in order to facilitate the wok in different disciplines, contributing to the advance in the human development in Colombia.

**Keywords:** curriculum, engineer, human being

## 1. Introducción

El programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Manizales, UAM en su dinámica de cualificación, retomó en el último semestre de 2005 una transformación curricular que busca formar a sus egresados de acuerdo con los retos que los profesionales enfrentan en el mundo actual y que lo preparan para el devenir de la profesión. La propuesta toma en cuenta el estado del arte en cuanto a la formación de los Ingenieros en Computación, en Sistemas de Información, en Ingeniería de Software y el Ingeniero de Sistemas propiamente dicho, en el mundo; como

profesiones que orientan los planes curriculares de Ingeniería de Sistemas en Colombia.

Además, la propuesta se lleva a cabo en el marco del Sistema de Créditos adoptado por la Universidad Autónoma de Manizales, el macrocurrículo y las recientes políticas institucionales, que buscan atender las demandas académicas de formación de la comunidad y propende por el apalancamiento económico, tecnológico, educativo y social de la región; también toma como referentes las directrices institucionales con relación a las áreas curriculares de investigación, optativas de formación profesional como

posibilidades de especialización o los cursos libres que le permiten al Ingeniero complementar su proceso de formación en disciplinas distintas a su núcleo profesional, dentro o fuera de la institución de acuerdo con el interés del estudiante.

La transformación curricular se llevó a cabo con la orientación del método deductivo-inductivo. Es así como se analizaron las propuestas curriculares que se aproximan a Ingeniería de Sistemas a la luz de los planteamientos de la ACM (Association for Computing Machinery) y de ABET (Computing Accreditation Comisión); se confrontaron con la realidad del programa en la UAM, su currículo oculto, las recomendaciones suministradas en la evaluación de pares académicos en el proceso de acreditación de alta calidad del programa, los lineamientos institucionales así como las directrices del Ministerio de Educación Nacional – MEN – vigentes para la Educación Superior en Colombia; hasta llegar a un estudio detallado de los contenidos de las asignaturas ofrecidas, sus relaciones y las estrategias para su socialización en el aula (entendida esta última como el encuentro en el que se da lugar la puesta en común del conocimiento).

Participaron en este proceso el equipo de docentes del Departamento de Ciencias Computacionales, la Coordinadora del Programa de Ingeniería de Sistemas UAM y la representante al Comité de Currículo del departamento de Educación de la institución; en coordinación con profesores de otros departamentos que nutren el currículo del programa. Este equipo de trabajo a través de su experiencia académica, como docentes que acompañan procesos de aprendizaje-enseñanza en educación superior y como magister o estudiantes de doctorado, reconstruyeron la propuesta curricular hoy en marcha.

## 2. Desarrollo

Este trabajo tiene como objetivo describir de manera general las estrategias utilizadas para llevar a cabo el proceso de reestructuración curricular del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UAM, tomando en cuenta las tendencias de esta área disciplinar tanto en Colombia como en el mundo y los lineamientos institucionales y nacionales para la educación superior.

El análisis parte del estudio de los programas de Sistemas de Información, Ciencias Computacionales, Ingeniería de Software e Ingeniería de Sistemas, planteados en la ACM y ABET, dado que éstas se constituyen en los principales referentes de la Ingeniería de Sistemas en nuestro país.

La revisión permite determinar que la mayor proximidad a Ingeniería de Sistemas en Colombia se encuentra en los programas de **Ciencias de la Computación**, cuya intensidad

es la de más alta duración: cuatro años correspondientes a 100 horas de estudio distribuidas así: 30 horas para matemáticas y ciencias experimentales (matemáticas discretas, cálculo diferencial, cálculo integral, probabilidad y estadística). En Ciencias Experimentales se encuentra una secuencia de dos semestres con laboratorio, cuyo objetivo es fomentar el contacto con la realidad y afianzarse en el uso del método científico. 30 horas están dedicadas a la educación general en la cual se incluyen Humanidades y Arte. Las 40 restantes se destinan a la Ciencias de la Computación: 16 para la formación básica (algoritmos, Estructura de Datos, Diseño de Software, Conceptos de Lenguajes de Programación y Arquitectura de Computadores). En este campo se expone al estudiante a varios lenguajes o enfoques de desarrollo de software y se busca que el mismo demuestre habilidades en el manejo de un lenguaje de alto nivel. Los aspectos avanzados de los cursos de formación básica se tratan en número equivalente de horas. Las horas restantes se dedican a la práctica y demostraciones en el área. [1]

En cuanto a **Sistemas de información**, éste es un enfoque orientado exclusivamente al estudio de organizaciones; está integrado por 84 horas de estudio que se dedican a ambiente de negocio. Éstas están distribuidas de la siguiente manera: 15 destinadas al estudio de ambiente de negocios, 9 para análisis cualitativo (estadística, cálculo, matemáticas discretas), 30 para la educación en general (comunicación oral y escrita, trabajo en equipo, impacto de las TIC en lo social lo económico y lo ético), 30 en Sistemas de Información (hardware, software, análisis y diseño, lenguaje moderno, administración de datos, redes y comunicaciones). [2]

Al comparar los contenidos de **Ingeniería de Software** con los del programa y con especializaciones que se ofrecen en el país en el área, se encuentra que es pertinente abordar éstos en programas de postgrado, una especialización por ejemplo, puesto que su orientación es hacia el desarrollo de Software (que no es la única labor que desarrolla un Ingeniero en Colombia), sus procedimientos, estrategias, herramientas y metodologías; por lo tanto el trabajo en pregrado en este campo debe retomar sólo la fundamentación básica.

La orientación de la **Ingeniería de Sistemas** en el mundo es diferente a la de Colombia. En el mundo esta Ingeniería se enfoca a identificar, analizar y proponer soluciones en sistemas de distintas áreas (mecánicos, sociales, políticos, hidráulicos, entre otros); no solo sistemas informáticos. Por ello, el plan de estudios de Sistemas de la UAM no puede abarcar esta concepción en su totalidad, máxime si se toma en cuenta que los contenidos de los planes de estudio de Ingeniería de Sistemas en Colombia han tenido una tendencia eclectica que contempla las tres áreas antes mencionadas (Ingeniería de Computación, Sistemas de Información e Ingeniería de



Software). La cantidad de créditos está sujeta a la orientación que cada institución quiera conferirle a su programa, ya sea en Sistemas de Información, Ciencias de la Computación o Ingeniería de Software; aunque la mayoría se centran en Ciencias de la Computación.

Una vez estudiados los documentos mencionados, contrastados con el currículo explícito del programa y realizados los análisis del currículo oculto, las necesidades del medio y las especialidades de formación para sus egresados (todas las realidades que determinan el programa en la UAM), se procede a considerar cuales son los contenidos fundamentales a incluir en éste y las estrategias para su enseñanza.

Entre los elementos institucionales que se contemplaron están: el sistema de créditos académicos, las concepciones en torno a macrocurrículo, mesocurrículo y microcurrículo, la política de formación en investigación para los estudiantes de pregrado y las opciones profesionales o créditos libres, entre otros aspectos.

*"El sistema de créditos, asumido como un mecanismo de organización curricular, permite flexibilizar los planes de estudio y ampliar el alcance de la autonomía del estudiante, pues le posibilita su injerencia directa en la determinación del curso, naturaleza y ritmo de sus estudios"*[3]. Este sistema busca que el estudiante, además de las sesiones presenciales, en donde suceden los encuentros entre profesores y estudiantes para realizar la clase, disponga de tiempo y recursos para ser utilizados de manera dirigida o independiente que le permitan adquirir destrezas y conocimientos complementarios o resolver las dudas surgidas durante el proceso de enseñanza - aprendizaje.

La flexibilización curricular en la institución se ve favorecida también por la concepción de las opciones profesionales o créditos libres a las que tienen acceso los estudiantes de acuerdo con sus intereses profesionales en otras áreas diferentes a su disciplina.

Con respecto al macrocurrículo la institución lo concibe como *"el sello profesional UAM, sustentado en el área socio-humanística, empresarial e idiomas; busca formar un profesional que se diferencia por su liderazgo empresarial su conocimiento integral y su responsabilidad frente al desarrollo regional"* [4]. El mesocurrículo contempla la fundamentación básica para los programas adscritos a la Facultad de Ingeniería. El microcurrículo se refiere a la formación disciplinar propiamente dicha de cada programa. Es en este último subsistema en donde se hace la reestructuración, a la luz de los planteamientos de las disciplinas que alimentan la Ingeniería de Sistemas en Colombia, sin dejar de lado las relaciones con los demás

subsistemas (Meso y macro currículo), los lineamientos institucionales y con las necesidades del medio.

El programa de Ingeniería de Sistemas de la UAM no ha estado ajeno a la visión adoptada en el país, pues siempre ha contemplado contenidos de las áreas del conocimiento antes mencionadas en mayor o menor proporción de acuerdo con la dinámica propia de la disciplina en el país. Es así como se afirma que el programa asume una formación cercana a la denominación Computer Science en el mundo, puesto que su énfasis se orienta a la delimitación, alternativas de solución y puesta en marcha de sistemas computacionales. Sin embargo el análisis determina que el currículo debe estar integrado también por elementos que forman parte de la propuesta de formación en Ingeniería de Software y en Sistemas de Información, con menor intensidad en créditos académicos, dado el desempeño que se espera de los profesionales de Sistemas. En el mismo sentido se resalta la importancia de incluir en el plan de estudios los conceptos fundamentales de estas áreas, bien sea en cursos especializados o de manera transversal en otros cursos que así lo permitan.

En cuanto a la puesta en común del conocimiento, los procesos de enseñanza y aprendizaje actuales de la Ingeniería de Sistemas en nuestra institución, establecen un balance entre la fundamentación teórica y la práctica; de tal manera que el uso y desarrollo de las herramientas tecnológicas esté sustentado por un soporte científico, lo cual a la vez, y gracias a la formación suministrada por el macrocurrículo de la UAM, busca que sus egresados conciban de manera racional la tecnología; entendiéndolo que quienes la utilizan son sujetos sociales y no meros usuarios de un producto tecnológico. Asumir este enfoque garantiza el desempeño de los egresados en diversos escenarios de trabajo y estudio en el mundo. Es así como se asume la formación del hombre como agente de desarrollo del país y constructor de la sociedad del futuro.

El programa acompaña la formación de los estudiantes a través de un proceso de investigación formativa, durante tres semestres, en el cual adquieren conocimientos pertinentes a la misma en fundamentación, métodos e implementaciones. La participación de los estudiantes en los distintos grupos de investigación de la institución (integrados por docentes, investigadores, co-investigadores y asistentes de investigación que pueden pertenecer a diferentes áreas disciplinares) busca ofrecer soluciones a problemas detectados en las diferentes áreas disciplinares y problemas regionales que ameriten una intervención; a la vez que los capacita en la formalización de dichos procesos. [5]

La integración de las disciplinas: Sistemas de Información, Ingeniería de Software, Ciencias Computacionales y de

Ingeniería de Sistemas se logra en el programa de la UAM a través de la oferta de contenidos fundamentales que apuntan a tomar en cada una de ellas su esencia.

En Ingeniería de Sistemas: Modelar y analizar sistemas con técnicas cuantitativas, cualitativas, algorítmicas y heurísticas, entre otras, para realizar procesos de optimización, reingeniería e identificación de sistemas.

Sistemas de Información: Comprender el Sistema Tecnológico como parte de otros sistemas organizacionales a los cuales influye y por los cuales se ve determinado; implica comprender las relaciones de diferente naturaleza que se generan en los sistemas y procesos organizacionales que influyen en la concepción de la tecnología.

Ingeniería de Software: Aplicar estrategias, métodos y técnicas para el desarrollo y mantenimiento de software que cumpla con estándares internacionales de calidad. [6]

El plan de estudios no deja de lado la realidad tecnológica del momento que evidencia la asociación entre los conocimientos en desarrollo de hardware y software que se pone de manifiesto por ejemplo en sistemas embebidos. Ello impone retos a realizar trabajos que integran diferentes áreas como la electrónica, la mecánica y el desarrollo de software; en consecuencia, esta última debe contemplar metodologías adecuadas para ello.

Con estas consideraciones generales, entre otras, se determinó el actual plan de estudios del programa de Ingeniería de Sistemas de la UAM que busca dinamizar procesos sociales en procura de un mejor desarrollo cultural y económico para el país.

### 3. Referencias

- [1] Association for Computing Machinery, ACM. The joint task force on computing curricula, IEEE computer society. Computing Curricula 2001. Computer Science, Final Report, (December 15, 2001)
- [2] IBIDEM.

- [3] Universidad Autónoma De Manizales. Dirección Académica. Evaluación de la Flexibilización curricular en el marco del sistema de créditos académicos. I período de 2005. La Flexibilización curricular en cifras, tres años después de la reforma. Impresión interna. pp.20
- [4] Giraldo Adriana, Quiceno Herminia, Rivero Mariela. (compiladoras) Proyecto Educativo del Programa (PEP). Ingeniería de Sistemas. Universidad Autónoma de Manizales. Impresión interna. UAM. 2004. pp.20
- [5] Coordinación Red de Investigaciones UAM. Estructura institucional de investigación y políticas de investigación. Documento interno. UAM 2005. pp 22
- [6] Quiceno Herminia, Rivero Mariela. (Relatoras). Acta Número 5. Comité de Currículo Programa de Ingeniería de Sistemas. Impresión Interna. Universidad Autónoma de Manizales. Noviembre - Diciembre de 2005. pp 22

### 3. Bibliografía general

- ABET. Computing Accreditation Comisión. Criteria for accrediting computing programs. Effective evaluations During the 2005 – 2006. Accreditation cycle.
- ACM. Association for Computing Machinery, Guidelines for Undergraduate. Degree Programs in Software Engineering. A Volume of the Computing Curricula Series. August 23, 2004. National Science Foundation under Grant No. 0003263.
- ACOFI. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. Contenidos programáticos básicos para Ingeniería. (Primera Versión). Bogotá: Opciones gráficas Editores. Ltda. 2004.
- ACOFI. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. Y ECAES. Marco de fundamentación conceptual. Especificaciones de prueba. Versión 6.0
- Universidad Autónoma de Manizales. Dirección Académica. Directiva Número 001. Noviembre 23 de 2005. Impresión interna.
- Universidad Autónoma de Manizales. Consejo Académico. Acuerdo Número 007. Noviembre 18 de 2005. Impresión interna.



# Integración de la labor académica e investigativa de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño a través de un gestor de contenidos orientado a la web

Nelson Antonio Jaramillo Enríquez  
Oscar Orlando Ceballos Argote  
Universidad de Nariño

---

## Resumen

Se busca integrar e incentivar en forma efectiva las labores académicas e investigativas de la Facultad de Ingeniería, mediante la aplicación de un modelo educativo basado en la comunicación y en ambientes colaborativos, donde, las labores del docente y el estudiante estén debidamente relacionadas.

Para el soporte y seguimiento de los proyectos, se desarrolló una herramienta orientada a la Web que brinda la posibilidad de plasmar toda la información de la experiencia investigativa en un documento virtual bajo una estructura relacional. De esta manera, se garantiza la ubicación y reutilización de la información en las diferentes prácticas académicas e investigativas.

El estudiante además de producir un documento virtual, explora diferentes medios de comunicación, de tal forma que, cada investigación produce documentos en formatos de audio, video e impresos.

**Palabras claves:** investigación, ambiente colaborativo, gestor de contenidos.

## Abstract

It aims to complete in an effective way the academic and research of the Engineering Faculty, by means of the application of an educational model based on the communication and in a collaborative environment, where the work of the teacher and the student will be properly connected.

For the supporting and following of the projects, we developed a tool on the Web which facilitates the possibility of putting all the information of the research experience in a virtual document under a relational structure. In this way, we guarantee the location and reuse of the information in the different academic and investigative practices.

The student, besides producing a virtual document, explores different means of communication, in such a way that each research produces documents in audio, video and print formats.

**Keywords:** research, collaborative environment, managing of contents.

## 1. Introducción

La universidad actual inmersa en diferentes procesos de aprendizaje plantea una búsqueda permanente de aquella metodología que permita al profesor llegar a sus alumnos en forma satisfactoria y a estos a sacar el máximo provecho de la propuesta presentada por el docente o la institución. La aplicación de diferentes paradigmas ya sea por disposiciones gubernamentales o muchas veces por iniciativas propias, pretenden que la misión de la universidad se cumpla en forma eficiente, desafortunadamente el contexto de muchas instituciones mediadas por políticas presupuestales y administrativas, estructuras curriculares, formación académica e investigativa del personal docente y estudiantes, han

determinado que la naturaleza de la universidad se vea muy limitada sobretodo en la investigación pilar importante en la razón de ser de una institución de educación superior.

La Universidad de Nariño en concordancia con lo anterior, presenta en su contexto elementos que no le han permitido sobresalir en forma eficiente en la investigación, un presupuesto deficitario, un sistema investigativo con administración independiente, falta de motivación e incentivos para los docentes y estudiantes son entre otras, las posibles causas. Conscientes de éstos aspectos, la Facultad de Ingeniería y más concretamente el programa de Ingeniería de Sistemas, apoyados en los conocimientos acerca de las Nuevas Tecnologías de la Información y la

Comunicación comenzó a buscar estrategias que permitan mejorar el aprendizaje a través de la investigación, enmarcados dentro de estas nuevas tecnologías. Esta búsqueda lleva a plantear una estrategia que integra en forma efectiva las labores académica e investigativa a través de dos modelos, un modelo de Aprendizaje Colaborativo y un modelo comunicativo basado en los mass media, soportados funcional y administrativamente por un gestor de contenidos orientados a la Web, desarrollado por el programa en software libre, el cual brinda un lugar de encuentro de profesores y alumnos a través de proyectos de investigación que surgen en forma natural en el proceso de aprendizaje.

El desarrollo del presente trabajo va a mostrar las características de un aprendizaje colaborativo con soporte computacional y redes, el modelo comunicativo resultante, las implicaciones administrativas y educativas que su implementación implica y las características generales del gestor de contenidos.

## 2. Modelo de aprendizaje colaborativo

La determinación de un modelo que permita recontextualizar el ambiente de aprendizaje con características de jerarquización en la relación profesor-alumno lleva a la facultad a obtener del enfoque sociocultural derivaciones educativas que permiten una flexibilización en la relación planteada, de tal forma que, no sea un proceso jerarquizado ni con orden de precedencia. Conceptos como el trabajo en equipo y aprendizaje colaborativo se esgrimen como orientadores de las nuevas tendencias dentro de un marco tecnológico que trata de aprovechar los avances en el manejo de la información y la comunicación, TICs (Crook 1998), y aprovechar así el desarrollo de un nuevo paradigma denominado CSCL (Computer Supported Collaborative Learning o Aprendizaje Colaborativo Asistido por Computador ACAC), que se va a convertir en el eje de este proyecto.

### 2.1 Aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo no es sinónimo de trabajo en grupo. Lo que distingue a los grupos colaborativos de otro tipo de situaciones grupales, es el desarrollo de la interdependencia positiva entre los estudiantes, es decir, de una toma de conciencia de que solo es posible lograr las metas individuales de aprendizaje si los demás compañeros del grupo logran también las suyas.

En un ambiente de aprendizaje colaborativo, los estudiantes trabajan en grupos pequeños para lograr metas comunes, procurando así, un beneficio tanto para sí mismos como para los demás integrantes del grupo.

De acuerdo con Johnson y Jonhson y Sapon-Shevin, Ayres y Duncan un grupo que trabaja bajo el enfoque del aprendizaje colaborativo ha de sustentarse en los siguientes principios:

- Cada estudiante contribuye un modo particular al logro de las metas del grupo. Nadie gana méritos «a costa» del trabajo de los demás.
- Los estudiantes se brindan ayuda y apoyo mutuo en el cumplimiento de las tareas y el trabajo hacia la obtención de metas comunes.
- Cada estudiante es individualmente responsable de una parte equitativa del trabajo de grupo.
- Las actividades colaborativas están basadas en habilidades interpersonales tales como: confianza mutua, comunicación clara y sin ambigüedades, apoyo mutuo y resolución constructiva de conflictos.
- El grupo se somete a procesos de reflexión acerca de su proceso de trabajo y, a partir de ello, toma decisiones en cuanto a su funcionamiento.
- El trabajo colaborativo es una expresión formalizada de los valores y acciones éticas que imperan en una situación de enseñanza-aprendizaje, caracterizada por una comunidad de aprendizaje en la que se respeta la expresión de puntos de vista diferentes.
- La formación de grupos es intencional y basada en la heterogeneidad. Los grupos se constituyen con base a las diferencias de habilidades, así como de características de personalidad y género de los estudiantes.

Con base en estos principios se proponen dentro de la facultad proyectos de investigación que deben ser desarrollados por grupos de alumnos de todos los niveles que entran a desempeñar diferentes roles para la consecución definitiva del proyecto.

### 2.2 Aprendizaje colaborativo con soporte computacional

Las experiencias de aprendizaje colaborativo asistido por computador, ACAC, apuntan a entender el aprendizaje como un proceso social de construcción de conocimiento en forma colaborativa. Podemos definir el ACAC, como una estrategia de aprendizaje por la cual interactúan dos o más sujetos para construir conocimiento a través de la discusión, reflexión y toma de decisiones, proceso en el cual los recursos informáticos actúan como mediadores. El resultado de este proceso es la generación de conocimiento compartido.

En el ACAC se dan básicamente las siguientes premisas:

- El aprendizaje se realiza mediante procesos telemáticos a través de una construcción colectiva.
- La mediación principal se produce a través del computador y sus recursos asociados.



- El conocimiento se construye socialmente a través de la interacción profesor – alumno – alumno – profesor (no es un proceso jerarquizado, ni con orden de precedencia).

Entre los logros del aprendizaje colaborativo asistido por computador podemos identificar las siguientes competencias (Johnson, 1993):

1. Genera una interdependencia positiva, abarcando las condiciones organizacionales y de funcionamiento que deben darse al interior del grupo. Los miembros del equipo se necesitan unos a otros y confían en el entendimiento y éxito de cada persona. EL ACAC considera interdependencia en el establecimiento de metas, tareas, recursos, roles, premios.
2. Promueve la interacción de las formas y del intercambio verbal entre las personas del grupo, lo que afecta finalmente los resultados del aprendizaje. En la medida en que se posean diferentes medios de interacción, el grupo podrá enriquecerse, aumentar sus refuerzos y retroalimentarse.
3. Valora la contribución individual dado que cada miembro del grupo asume íntegramente su responsabilidad en la tarea, a la vez que al socializarla recibe las contribuciones del grupo.
4. Estimula habilidades personales y de grupo al permitir que cada miembro participante desarrolle y potencie las habilidades personales y grupales como: escuchar, participar, liderar, coordinar actividades, realizar seguimiento y evaluar.
5. Obliga a la autoevaluación del grupo. El aprendizaje colaborativo exige evaluar la efectividad del grupo y lo realizado por los integrantes en la consecución de los objetivos.

El gestor de contenidos que es una plataforma tecnológica propuesta y que permite la consecución de los diferentes proyectos por parte de los estudiantes, contempla los elementos esenciales, que permiten controlar y realizar un seguimiento de los pasos ejecutados por cada uno de los grupos de tal forma que no se pierdan las características que propenden los ambientes colaborativos asistidos por computador.

### 3. Modelo comunicativo

Se busca a través de este modelo, que el estudiante explore los medios de comunicación de fácil accesibilidad (formatos de

audio, video, impresos e Internet) para dar a conocer los resultados de sus investigaciones.

El individuo por naturaleza es un ser comunitario inmerso en un ambiente comunicativo, aspecto que determina en gran medida su comportamiento ante el ámbito en el cual se mueve, lo que permite establecer si el individuo sabe que sus receptores son un grupo reducido, el esfuerzo que le imprime para realizar el producto es mínimo (Ej. Aula de clase), Si sus receptores involucran un ambiente universitario, el esfuerzo será mayor que el anterior (Ej. producción de artículos para medios impresos), su esfuerzo se incrementa cuando sabe que su trabajo se expondrá a través de un medio de comunicación masivo como la radio o la televisión, alcanzará su máximo nivel de esfuerzo cuando su trabajo va a ser conocido a nivel mundial a través de los mass media. (Ej. Internet).

En esencia y de acuerdo a lo anterior, el esfuerzo que se aplica para desarrollar un trabajo específico, está de acuerdo con el ámbito en el que el individuo quiere ser reconocido. Se busca entonces, que los diferentes trabajos que el estudiante realice no se limite única y exclusivamente al aula de clase, sino que trascienda a través de la utilización óptima de los diferentes medios de comunicación, los que por sus características van a establecer niveles de reconocimiento, que dependiendo de lo positivo que estos sean, van a incidir en el nivel de desarrollo de la estructura mental del individuo y por ende en el rendimiento académico e investigativo que este puede llegar a tener.

### 4. Soporte tecnológico

El Gestor de Contenidos es una aplicación Web que permite construir una presentación multimedia para publicarse a través de Internet. Cuenta con herramientas que facilitan a los estudiantes, la integración y organización de textos, videos, sonidos e imágenes dentro de una página Web, e igualmente, al docente brinda la posibilidad de controlar el desarrollo y publicación de la experiencia investigativa. Para lograr esto, el gestor de contenidos se divide en tres módulos: edición de contenidos, navegación de contenidos y administración (Ver gráfico 1).

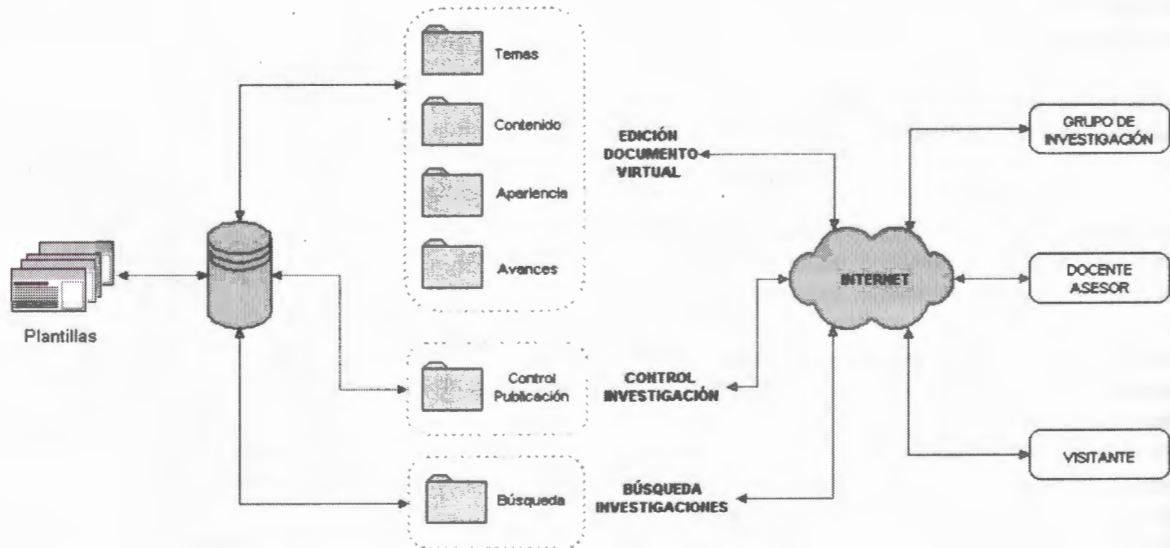


Gráfico 1.

#### 4.1 Edición de contenidos

Integra el proceso de construcción de la presentación multimedia. Para ello, cuenta con asistentes interactivos que guían al usuario en la inserción de los temas, contenidos, palabras clave y, de igual manera, en la personalización de la apariencia.

Los temas se insertan uno a uno teniendo presente su nivel jerárquico con el fin de formar un treeview y así, facilitar la navegación. Cada tema, está relacionado directamente con un contenido, que a su vez, puede estar integrado por cuatro tipos de archivos multimedia: textos, videos, sonidos e imágenes. La herramienta permite su inclusión mediante la utilización de plantillas (tablas divididas en celdas) de las cuales, existen gran variedad de diseños. Así mismo, cada tema puede estar relacionado con palabras clave, que posteriormente, posibilitarán su búsqueda.

La apariencia puede ser personalizada en aspectos tales como: fondo de página, bordes de tablas, imágenes y textos, tamaño y tipos de letra, entre otros.

#### 4.2 Navegación de contenidos

Permite a los usuarios en general la consulta de las investigaciones que hasta el momento se encuentren publicadas. Por defecto, se dispone de una paginación de resultados que lista todas las investigaciones en grupos de veinte. Sin embargo, se puede clasificar la consulta de

acuerdo a unos criterios de búsqueda definidos por el usuario, entre los cuales se pueden mencionar: palabras clave y tipo de investigación.

En cualquiera de los listados que se presenten, el usuario encuentra por cada investigación el título, una breve descripción, el tiempo de duración, el tipo y los autores de la misma. Podrá consultar la investigación que desea simplemente con hacer clic en el título y se visualizará la presentación multimedia que sus autores han construido a través del editor de contenidos.

#### 4.3 Administración

La herramienta, contribuye al control y seguimiento en el desarrollo del proceso de investigación, pues posee un carácter participativo, dinámico y activo tanto del docente como del estudiante a través del establecimiento de un cronograma de actividades. A su vez, las actividades se conforman por avances informativos realizados por los estudiantes y que describen el desarrollo de las mismas en tiempos determinados. Por ende, las investigaciones publicadas contemplarán una alta calidad, resultado del seguimiento y acompañamiento por parte del docente.

#### 5. Operatividad

Para lograr una verdadera integración entre academia y la investigación dentro de la facultad de ingeniería, los proyectos de investigación a llevarse a cabo se los clasifica

de acuerdo a los semestres en tres grupos así: grupo uno, mediante de primero a cuarto, grupo dos, estudiantes de los semestres quinto a séptimo y grupo tres estudiantes de los semestres octavo a décimo, además se establecen labores que deben cumplir cada uno de los participantes con el fin de garantizar el correcto funcionamiento del modelo propuesto de la siguiente forma:

#### 4.4 Labor del estudiante

- Buscar un grupo de investigación con el cual va a realizar su trabajo.
- Seleccionar o proponer trabajos de investigación de acuerdo al grupo al que pertenezca.
- Estar en contacto permanente con su asesor y con los integrantes de su grupo a través del gestor.
- Cumplir con las actividades que presentó en el cronograma y con las actividades que el asesor establezca.
- Realizar avances (avances significativos de acuerdo a su asesor) de su investigación durante el semestre y al finalizar el mismo.

#### 4.5 Labor del docente

- Los docentes desde su especialidad y acorde con las líneas de investigación que maneja el programa, propone una serie de posibles proyectos, para que puedan ser seleccionados por los estudiantes.
- Acompañar al estudiante en la estructuración y consecución de su proyecto.
- El docente al iniciar el semestre está en la obligación de mirar los diferentes proyectos que los estudiantes están llevando a cabo, con el propósito de establecer desde los objetivos de su materia, los nuevos elementos que debe incluir y las características evaluativas que debe tener.
- Todos los docentes que participan a través de los objetivos de sus materias, deben ser responsables de los avances que cada estudiante realiza y que ameritan ser publicados. El acompañamiento del docente tiene que ser dinámico.

#### 4.6 Labor de la administración

- La Universidad debe brindar la posibilidad de acceder a los medios de comunicación necesarios para que las diferentes investigaciones tengan la divulgación suficiente.
- Cada programa debe tener bien definidas las líneas de investigación las cuales deben soportar los diferentes trabajos a llevarse a cabo.

- Realizar el seguimiento y control de las labores ejecutadas por los estudiantes y docentes, a través del gestor de contenidos.
- Establecer un buen sistema de incentivos (fundamentado principalmente en los valores evaluativos para las materias en que la investigación se apoya) que permita establecer una relación directa entre la investigación y la academia. Estos estímulos deben ser establecidos por el comité curricular de acuerdo a las características de la investigación y las materias implicadas.
- Establecer incentivos para los mejores trabajos realizados al final de cada ciclo (semestre cuarto, semestre séptimo y décimo).
- Establecer incentivos a los profesores hora cátedra para que su participación sea más activa.

Establecidas las condiciones anteriores dentro del programa de Ingeniería de Sistemas se incorpora en forma voluntaria 10 grupos de investigación con propuestas propias y suministradas por docentes que se encuentran al frente de las diferentes líneas de investigación. En una etapa posterior el proceso se va a volver obligatorio para todos los semestres y todos los programas.

#### 5. Resultados obtenidos

Los diferentes grupos inscritos muestran un gran interés por sacar adelante su proyecto, y varios trabajos de los inscritos han sido presentados al sistema de investigaciones de la universidad para ser aprobados por este como investigaciones debidamente aprobadas, lo que ha motivado a docentes y a estudiantes a seguir adelante.

Cada grupo está realizando una producción permanente de conocimiento en diferentes formatos, lo que ha permitido al programa disponer de un material académico e investigativo que puede ser utilizado por éste para dar a conocer las producciones realizadas a la comunidad académica e investigativa a través de los diferentes medios de comunicación que la universidad maneja. Programas de televisión, programas de radio, artículos de revista, documentos virtuales, son los productos que se están conformando, en donde los principales protagonistas son los mismos estudiantes, aspecto que ha a servido de motivador para que cada uno cumpla a cabalidad el rol que le corresponde.

#### 6. Conclusiones

La incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación TICs a los procesos

educativos, encuentran en los ambientes de aprendizaje colaborativo una estrategia educativa que permite mejorar las relaciones entre los docentes y los estudiantes.

En el aprendizaje colaborativo se estimula la iniciativa individual, los integrantes del grupo participan con sus habilidades y desde sus roles, en la toma de decisiones, con lo que se despierta la motivación de todos los miembros del grupo favoreciendo una mejor productividad en los proyectos de investigación.

La utilización de una plataforma orientada a la Web, para uso específico de los proyectos de investigación, se presenta como un lugar de encuentro para docentes y estudiantes, en donde se puede potencializar la generación de conocimientos de cada uno de los integrantes del grupo.

Brindar al estudiante la posibilidad de construir conocimiento para ser reconocido en diferentes formatos comunicativos, hace que éste no se limite única y exclusivamente al aula de clase, sino que trascienda al mundo a través de la utilización óptima de los diferentes medios de comunicación.

La integración de la academia y la investigación dentro de un modelo de aprendizaje colaborativo implica un gran

compromiso de la administración, los docentes y los estudiantes.

## 7. Referencias

- [1] Crook, Ch. Ordenadores y aprendizaje colaborativo. 1998. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura y Ediciones Morata. 315 p.
- [2] Johnson, D.W. Johnson, R.T., & Holubec, E.J. El aprendizaje cooperativo en el aula. 1999. Barcelona: Paidós. 358 p.
- [3] Johnson, C. Aprendizaje Colaborativo, referencia virtual del Instituto Tecnológico de Monterrey. 1993. México. 272 p.
- [4] Salinas, J. El aprendizaje colaborativo con los nuevos canales de comunicación. 2000. Madrid: Síntesis. pp 199 -227.
- [5] Cabero, J. Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. 2000. Madrid. 297 p.  
<http://www.geocities.com/edured2001/mision.html>  
<http://www.angelfire.com/az2/educacionvirtu/usodelinternetporelaprendizajecolaborativo.html>  
<http://www.contexto-educativo.com.ar/2003/4/n02.htm>  
<http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>



# Análisis de la mortalidad académica en el curso de matemáticas I

José Gómez Espíndola, Abel Enrique Posso Agudelo, Victor Moises Barros Argote,  
Fabio Valencia Molina, Withman Antonio Arias, Vivian Libeth Uzuriaga Lopez,  
Oscar Fernandez Sánchez, Jairo Rodas Estrada, Paula Andrea Ballesteros  
Universidad Tecnológica de Pereira

## Resumen

Es bien conocido que los estudiantes que ingresan a la universidad colombiana llegan sin el nivel académico requerido para lograr un buen aprovechamiento en el curso de matemáticas I ofrecido durante el primer semestre a los estudiantes que ingresan a los programas de ingeniería y/o tecnología. Además se matriculan en programas que no son los que ellos quieren porque les ha hecho falta una orientación profesional adecuada. Por estas razones el alto fracaso académico y la deserción estudiantil se presenta en un gran porcentaje durante los dos primeros semestres; resultado obtenido después de investigado el tema por parte de la oficina de planeación de la Universidad Tecnológica de Pereira y otros investigadores.

Una vez realizadas visitas a diferentes universidades del país, haber aplicado encuestas a profesores y estudiantes y realizada una capacitación para cada uno de los participantes del grupo de investigación, se formuló una propuesta que consiste en clasificar a los estudiantes mediante un examen. Los que aprueban el examen, pueden matricularse en el curso de Matemáticas I, los que no, entran al programa preparatorio para la vida universitaria. En este programa se preparará a los estudiantes durante un semestre en lectura y escritura, orientación profesional y matemáticas (lógica y teoría de conjuntos, aritmética, álgebra, geometría y trigonometría). Quienes aprueban el examen del programa de preparación para la vida universitaria, se pueden matricular en el programa inicialmente elegido, en caso contrario, vuelven a repetir.

La anterior propuesta permite: Ampliar la cobertura, disminuir la deserción por bajo aprovechamiento académico, disminuir la deserción por falta de interés o gusto por la carrera, disminuir el número de estudiantes repitentes, establecer una articulación entre la universidad y los colegios, preparar pedagógicamente al profesor del Departamento de Matemáticas para que cambie su forma tradicional de enseñar matemáticas y acaba con la discriminación entre los estudiantes mal preparados y bien preparados en el curso actual de Matemáticas I.

**Palabras claves:** estudiantes, mortalidad, deserción, matemáticas

## 1. Introducción

La mayoría de los estudiantes que ingresan a las universidades colombianas llegan con un desarrollo deficiente en las técnicas de la comunicación oral y escrita (no comprenden lo que leen, ni se entiende lo que escriben), en los conceptos matemáticos y además no han alcanzado el nivel del pensamiento formal; generalmente sus concepciones son erradas acerca de lo que es la matemática y la actividad matemática, lo que constituye un obstáculo para su aprendizaje. No emplean o no han desarrollado estrategias de aprendizaje adecuadas a la disciplina matemática, ni estrategias metacognitivas. Lo anterior conlleva a no lograr un adecuado aprovechamiento en los cursos de matemáticas que se ofrece durante el primer semestre a los estudiantes que ingresan a los programas de ingeniería y tecnología. Por otra parte, la falta de una orientación profesional adecuada y el bajo puntaje en el Icfes hacen que un alto porcentaje de estudiantes se matriculen en programas que no son de su interés, lo cual se refleja en el bajo aprovechamiento estudiantil.

En la búsqueda de soluciones de este problema, el Departamento de Matemáticas ha utilizado varias alternativas, tales como:

Propuesta del Grupo Lema, Exámenes de Entrada, Matemáticas Fundamentales, Semilleros de Matemáticas, Preuniversitario, Cursos Introdutorias, Unificación de Matemáticas y Preicfes; pero las dificultades continúan.

Este grupo de trabajo con la intención de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y lograr un mejor aprovechamiento, por parte de los estudiantes, en los cursos de matemáticas que imparte el Departamento de Matemáticas en los programas de ingeniería y tecnología, propone desarrollar estrategias didácticas que potencien el Desarrollo de las competencias básicas y el proceso motivacional de estudiantes y profesores, para lo cual formula la propuesta "Programa de Preparación para la Vida Universitaria (PPVU)".

Para el estudio del problema, se realizaron entre otras las siguientes actividades:

- Encuesta a los estudiantes de matemáticas I, encuesta a profesores de matemáticas I, encuesta a los otros profesores del Departamento de matemáticas.
- Visita a universidades de diferentes ciudades (Cali, Medellín, Bogotá, Barranquilla).
- Visitas a colegios del Área Metropolitana.
- Entrevistas con profesores universitarios, profesores de secundaria y con estudiantes que han visto todas las matemáticas de ingeniería.
- Adicionalmente se ha recibido capacitación mediante cursillos y conferencias orientados por personal especializado (visitantes). También se ha recibido capacitación interna en el grupo de trabajo.

Aparte de los logros académicos individuales para los estudiantes, la propuesta aporta beneficios generales para el desarrollo académico de los programas de ingeniería y tecnología.

Entre estos logros de la propuesta tenemos:

- Mejora el nivel académico, baja los índices de reprobación en matemáticas y los exámenes de suficiencia.
- Aumenta la cobertura y baja los índices de deserción.
- Disminuye el número de grupos de repitentes de matemáticas I.
- Cualifica tanto a los profesores del Departamento de Matemáticas de la Universidad como a los profesores de los colegios de secundaria de Risaralda.
- Articula la universidad con los colegios.
- Es un instrumento de presión para la revisión de los PEI de los colegios.

La propuesta no es un programa de operación comercial, es un proyecto de la universidad, en donde los estudiantes aunque no están matriculados en ningún programa de ingeniería ni de tecnología, son estudiantes de la universidad.

Para la implementación del **Programa de Preparación para la Vida Universitaria**, se requiere el diseño y la construcción de su currículo y para ello el grupo presentó el respectivo proyecto que en la actualidad se encuentra en trámite en la oficina de Investigación y Extensión de la universidad.

## 2. Propuesta de solución al problema

Es ampliamente reconocido el problema de la educación colombiana. Son escasos los estudiantes que al terminar sus estudios secundarios han desarrollado sus competencias lectoras adecuadamente, que le permiten encontrar las

diversas características de un objeto que se les pide describir y que hacen que ese objeto sea lo que es y no otra cosa. En general, el estudiante que ha terminado la secundaria tiene una lectura deficiente.

En cuanto al aprendizaje se reduce a lo concreto, se siente incapaz de reconocer, utilizar y aplicar el conocimiento adquirido. Lo común es que cuando el estudiante se enfrenta a un objeto, un hecho o un fenómeno solo intenta memorizarlo sin interesarse en conocer qué es, por qué ocurre, cómo es o para qué es.

En los niveles de primaria, secundaria y aún en los primeros semestres universitarios el proceso de enseñanza aprendizaje se caracteriza por:

- El predominio de un aprendizaje repetitivo.
- La tendencia del estudiante a repetir y memorizar procesos mecánicos para resolver ejemplos y ejercicios que supone serán temas del examen.
- Falta de comprensión del estudiante por lo que hace.
- La falta absoluta de interés del estudiante por los temas tratados.

Tradicionalmente el alumno es un gran receptor de información que deficientemente procesa, pasivo y repetitivo en el aprendizaje, en el cual el conocimiento se vincula muy poco con la vida. Es natural que si el conocimiento es transmitido por el profesor mientras el estudiante mantiene una conducta pasiva, la tendencia será a reproducir y no ha reflexionado para establecer nexos entre diversas partes del conocimiento. En tales condiciones de aprendizaje al estudiante le resulta difícil interpretar, integrar, generar y aplicar el conocimiento.

En el nivel superior de educación, las instituciones reciben los efectos de una formación básica deficiente, no solo en cuanto a la cultura necesaria sino, en lo relacionado con el estado de las competencias para aprender, colectiva e individualmente.

La situación anterior se hace mas grave cuando nos detenemos en el caso de la formación de las competencias matemáticas. A tal punto que, las universidades han tenido que ofrecer, ellas mismas, la formación necesaria para intentar desarrollar sus programas sin traumatizarlos. Sin embargo, son muchos los obstáculos y muy complejas las variables requeridas para que este proceso pueda ser exitoso.

Desde hace ya varios años se vienen desarrollando una serie de asignaturas con nombres como «Matemáticas Básicas», «Matemáticas Operativas», «Matemáticas Fundamentales», etc, pretendiendo con esto dar respuesta al déficit detectado. Pero un análisis objetivo nos obliga a reconocer el fracaso

de estas estrategias cuando se piensa en la mayoría de los estudiantes.

Se han detectado otros factores secundarios que inciden fundamentalmente en el bajo rendimiento de los estudiantes de matemáticas I. Entre ellos tenemos:

- **Falta de motivación (orientación profesional).** Al estudiante definitivamente no le gusta la carrera, se matriculó por que no tuvo más opción, no esperaba que ese programa tuviera tan alto contenido en ciencias básicas, etc.
- **El decreto 1855.** No es extraño encontrar estudiantes cursando matemáticas I que aun deben logros en matemáticas y otras áreas en su colegio. Los estudiantes reciben el grado de bachiller con base al decreto 1855.
- **Diferentes PEI en los colegios.** Hace que los contenidos matemáticos no sean iguales para todos los estudiantes.
- **Asignación a tiempo de profesores de matemáticas en los colegios de secundaria.** Esta asignación por lo regular se hace cuando el curso esta muy adelante o no se hace, lo que provoca que profesores de otras áreas se encarguen de materias que no tienen nada que ver con su especialidad.
- **La edad.** Cada día llegan a la universidad estudiantes más jóvenes, algunos de ellos toman el estudio sin el compromiso debido.
- **Pensamiento concreto.** En el estudio realizado por la psicóloga Cruz Elena Henao de bienestar universitario de la UTP, encuentra que la mayoría de los estudiantes admitidos al primer semestre de la Universidad no han alcanzado la etapa del pensamiento formal y se desenvuelven en un tipo de pensamiento concreto.
- **Sobrecarga de materias en el primer semestre.** En el primer semestre los estudiantes deben responder por seis o más materias diferentes, que no guardan ninguna relación entre ellas.

Con la implementación de un instrumento de este tipo se resolverían entre otras las siguientes anomalías:

- **Exagerada cantidad de grupos de matemáticas I.** Cada semestre se programan aproximadamente treinta grupos de esta asignatura, mas de la mitad de estos son de estudiantes repitentes. Esto tiene un alto costo económico para la universidad.
- **Pensamiento negativo por parte del estudiante.** Una gran cantidad de estudiantes inicia la matemáticas I, sintiéndose de antemano derrotado, sabe que va a perder la materia, que tiene que repetirla y que lo más posible es que le toque presentar varias veces la prueba de suficiencia.

- **Acumulación de materias para pruebas de suficiencia.** Algunos estudiantes deben matemáticas I, matemáticas II y están tomando Matemáticas III.
- **Traumatismo en el flujo de estudiantes.** Al tener que repetir, se interrumpe el flujo natural que debería existir. Le quitan la oportunidad a otros estudiantes que efectivamente quieren estudiar ingeniería.
- **Problemas económicos para los padres de familia.** Para el padre de familia el sostenimiento en la universidad de un hijo de forma indefinida, se hace más difícil.

Consecuentemente, la universidad debe crear mecanismos que garanticen a los estudiantes admitidos en ingeniería y/o tecnología satisfacer ciertas condiciones, que podemos definir como condiciones de admisión.

### 2.1 Condiciones de admisión

Las condiciones para que un estudiante sea admitido en los programas de ingeniería y/o tecnología y que garanticen poder tener un buen aprovechamiento de las matemáticas I, requieren de parte de este haber desarrollado competencias básicas para:

- Comprender lo que lee, comunicarse correctamente en forma oral y escrita. Calcular, interpretar, proponer y resolver problemas (competencias básicas).
- Convivir con otros, trabajar y decidir en grupo (competencias interpersonales).
- Actuar con responsabilidad, integridad, autocontrol y desarrollar la autoestima (cualidades personales).

Además es necesario realizar una evaluación diagnóstica que permita determinar que tanto ha desarrollado el estudiante las competencias matemáticas y comunicativas, es decir la capacidad para comprender, interpretar y analizar diversos tipos de textos.

### 2.2 Prueba de clasificación

Esta prueba es obligatoria para los aspirantes a los programas de ingeniería y/o tecnología que hayan obtenido en el examen del ICFES un puntaje inferior a 55 puntos.

Dependiendo del resultado de esta prueba, el estudiante podrá o no matricularse en un programa de ingeniería y/o tecnología. Si el puntaje del estudiante es igual o superior a 55 puntos, puede matricularse en el programa por él escogido. Si el puntaje es inferior a 55 puntos el estudiante presenta un examen de clasificación, si no lo pasa, el estudiante debe matricularse en el Programa de Preparación para la Vida Universitaria P.P.V.U.

### 3. Programa preparatorio para la vida universitaria – P.P.V.U.

Este programa se desarrolla durante 16 semanas, 4 horas diarias de lunes a viernes. Su contenido se plantea con la integración de tres disciplinas:

- Lectura y escritura (español) con intensidad de 70 horas.
- Matemáticas (lógica y teoría de conjuntos, aritmética, álgebra, geometría, trigonometría) con intensidad de 180 horas.
- Orientación profesional y asesorías psicológicas con intensidad de 60 horas.
- Ciclo de conferencias

El objetivo general del Programa preparatorio para la vida universitaria, es potenciar las competencias del estudiante, hasta alcanzar las condiciones de admisión.

El PPVU es un programa de la universidad. No es un proyecto de operación comercial. El estudiante debe pagar los derechos de matrícula reglamentados en la universidad.

Un estudiante que apruebe el PPVU, adquiere el derecho a matricularse en el primer semestre de ingeniería o de tecnología.

El diseño curricular de este programa queda a cargo del grupo de profesores que presentan esta propuesta en conjunto con los profesores que han venido trabajando durante varios años en Matemáticas I y se ampliará con aquellos profesores del departamento de matemáticas y física que se comprometan con el proyecto.

Un grupo de orientadores psicológicos en acompañamiento con profesores de matemáticas, diseñará el programa de asesoría psicológica.

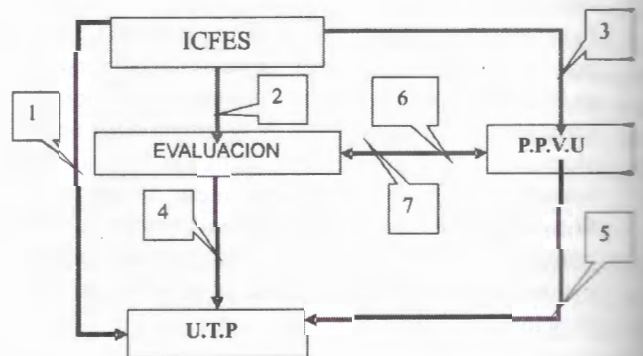
Los profesores de licenciatura en español y literatura, diseñarán un programa de lectura y escritura de acuerdo a las necesidades que manifiesten los profesores de matemáticas.

Todo profesor del programa necesita participar en los seminarios orientados por personal especializado con el fin de homogeneizar el equipo de profesores del programa, y lograr una afinidad en cuanto a la concepción pedagógica del mismo.

**El Funcionamiento de la propuesta:** El funcionamiento de la propuesta se puede sintetizar en los siguientes puntos.

- La Universidad aplicará un examen de clasificación a todos los aspirantes a los programas de ingeniería y tecnología, cuyo puntaje en las pruebas del ICFES sea inferior a 55 puntos de acuerdo a la ponderación vigente para calcular el puntaje de entrada a un programa. Aquellos aspirantes que tengan puntaje superior o igual a 55 puntos tienen acceso directo a matricularse en el programa de ingeniería o tecnología por ellos escogido.
- Los aspirantes que aprueben examen de clasificación, adquieren el derecho a matricularse en el programa escogido.
- Los aspirantes que no aprueben el examen de clasificación tienen el derecho a matricularse en el P.P.V.U., ingresando de esta manera a la universidad.
- Los estudiantes que aprueban el P.P.V.U pueden matricularse en el programa sugerido de acuerdo a la orientación profesional impartida o en el programa escogido inicialmente por ellos.
- Si el estudiante no aprueba el P.P.V.U, tiene la opción de presentar nuevamente el examen de clasificación. Es decir, inicia otra vez el proceso.

El siguiente gráfico ilustra la mecánica y funcionamiento de la propuesta:



1. El aspirante obtuvo en la prueba del ICFES un puntaje superior o igual a 55 puntos.
2. El aspirante tiene puntaje del ICFES inferior a 55 puntos.
3. El aspirante tiene el puntaje del ICFES inferior a 55 puntos y no quiere presentar evaluación.
4. El aspirante aprobó la evaluación. Ingresó a la Universidad.
5. El aspirante aprobó el P.P.V.U. Ingresó a la Universidad.
6. El aspirante no aprobó la evaluación. Ingresó al P.P.V.U.
7. El aspirante no aprobó el P.P.V.U. y quiere presentar nuevamente la evaluación.



**Nota:**

- Aquellos aspirantes que tienen el derecho de ingresar a la Universidad directamente, pueden optar por cursar el P.P.V.U. para después ingresar automáticamente al primer semestre del programa solicitado en la Universidad.
- El estudiante solo puede repetir 1 vez el P.P.V.U.

**4. Impacto de la propuesta**

- **Aumenta la cobertura.** Esta propuesta conlleva a un aumento apreciable de la cobertura, puesto que todos los bachilleres pueden ingresar a la universidad en el P.P.V.U. con el solo requisito de haber presentado las pruebas del ICFES sin importar el puntaje obtenido en dichas pruebas.
- **Disminuye la deserción por bajo rendimiento académico.** Si un estudiante aprueba el P.P.V.U, es porque ha logrado potenciar sus competencias básicas (lectoras, comunicativas y matemáticas) que le permite continuar sin traumatismo sus estudios universitarios.
- **Disminuye la deserción por la de interés o el gusto por la carrera.** El P.P.V.U. tiene un alto contenido de orientación psicológica y profesional lo que le permite al estudiante darse cuenta si en realidad quiere estudiar y posteriormente desempeñarse dentro de la ingeniería.
- **Disminuye el número de grupos de repitentes de matemáticas I.** No tiene presentación que por semestre existan tantos grupos de estudiantes repitentes de matemáticas I. El programa lograría un flujo normal de estudiantes de matemáticas I a Matemáticas II.
- **Establece una articulación entre la universidad y los colegios.**
- **Cualificación metodológica del profesorado del departamento de matemáticas.**

- **Acaba con la discriminación.** Todos los aspirantes tienen la misma oportunidad sin importar su procedencia (negritudes, desplazados, indígenas o deportistas)

**5. Bibliografía**

- Acero Hugo. Desarrollo Histórico de las Pruebas de Admisión en la Educación Superior – Icfes
- Castiblanco C. Amanda y Bedoya Olga Lucía. Modelos de Ver: Los Sentidos de la Comunicación Educativa – (1990 – 2002)- – Universidad Tecnológica de Pereira.
- Collazo Delgado Basilia y Puentes Alba María. La Orientación en la Actividad Pedagógica — Editorial Pueblo y Ecuación – La Habana Cuba.
- Coley Acosta Efrain. Autoaprendizaje en la Educación Superior – Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – Tunja.
- Gauldrón de Aceros Lucía, Marín Muñoz Gloria Inés y Chaupart Jean Michel. La Evaluación del Aprendizaje , una propuesta para Educación a Distancia – Universidad Industrial de Santander.
- Gómez Pedro y Gómez Cristina. Sistemas Formales Informalmente — Universidad de los Andes.
- Gómez Pedro y Perrey Patricia Inés. La Problemática de las Matemáticas Escolares — Universidad de los Andes.
- Jean – Deslauries Pierre. Investigación Cualitativa – guía práctica - Editorial Papiro.
- Perry Patricia, Valero Paola, Castro Mauricio, Gómez Pedro y Agudelo Cecilia. Calidad de la Educación Matemática en Secundaria - Actores y Procesos en la Institución Educativa — Una empresa docente Universidad de los Andes.
- Savater Fernando. El valor de Educar.

# Sitio web de apoyo a las actividades independientes de aprendizaje autónomo en la Universidad de Santander sede Bucaramanga

Ingrid Johana Jiménez Arias, Isis Nirvana León Jaimes  
Efraín Alonso Nocua Sarmiento, docente y director de gridits, UDES Bucaramanga (Santander)  
Universidad de Santander - UDES

---

*El ser humano constantemente está aprendiendo aunque no sea bajo el seguimiento de un programa de estudio, pues las experiencias de la vida enseñan pero es mejor combinar el aprendizaje casual con el aprendizaje programado.*

*David Paul Ausubel*

## Resumen

En la Universidad de Santander UDES se siguen métodos de estudio basados en la interacción presencial Docente-Estudiante, donde el Docente es quien desarrolla y controla el proceso de aprendizaje, y donde la proximidad física entre ellos es un modo de motivación, con la que no siempre se cuenta en las asesorías fuera del aula de clases. Esto ha sido insuficiente e inadecuado a las circunstancias actuales, en donde se requieren Individuos Autónomos dispuestos hacia la investigación y generadores de alternativas de solución a los problemas de una sociedad que está en un proceso de adquisición de avances tecnológicos en los campos de la ciencia, tecnología, humanidades, artes y filosofía. Debido a la necesidad de mejorar la interacción docente-estudiante utilizando herramientas tecnológicas, el Grupo de Investigación + Desarrollo en Ingeniería y Tecnologías de Software **GRIDITS - UDES** con su línea de investigación en software educativo encargó a ISIS NIRVANA LEÓN JAIMES (nirvakdc@yahoo.com) e INGRID JOHANA JIMÉNEZ ARIAS (ingojimenez@hotmail.com) bajo la asesoría y dirección del Ing. EFRAIN ALONSO NOCUA SARMIENTO (ing\_eans@yahoo.es), la realización de un estudio de las diversas actividades de trabajo independiente que se plantean en el marco de trabajo del Aprendizaje Autónomo, y la búsqueda de la mejor manera de favorecer con la mediación de las Tecnologías de Información y las Comunicaciones (TIC's) el proceso de aprendizaje sin que se requiera la presencia cara a cara docente-estudiante en la orientación de los procesos educativos. Así, la aplicación web desarrollada brinda un espacio de interacción para Directivos, Docentes y Estudiantes en donde cada uno de estos usuarios cuenta con un módulo con herramientas que le facilitan la supervisión, orientación, implementación y ejecución de actividades de trabajo independiente promoviendo el Aprendizaje Autónomo en las asignaturas a su cargo.

**Palabras claves:** aprendizaje autónomo, trabajo independiente, web

## Abstract

In the University of Santander UDES methods of study are followed based on the actual interaction Educational - Student, where the Educational one is the one who it develops and controls the learning process, and where the physical proximity among them is a motivation way, on which not always it is counted in the consultant's offices outside the classroom of classes. This has been insufficient and inadequate to the present circumstances, in where Independent Individuals had towards the investigation and generators alternatives of solution require themselves to the problems of a society that is in a process of acquisition of technological advances in the fields of science, technology, humanities, arts and philosophy. Due to the necessity to improve the interaction educational-student using technological tools, the Group of Investigation + Development in Engineering and Technologies of Software GRIDITS - UDES with their line of investigation in educative software ordered to ISIS LEON NIRVANA ARYAN JAIMES and INGRID JOHANA JIMÉNEZ under the consultant's office and direction of Eng. EFRAIN ALONSO NOCUA SARMIENTO, the accomplishment of a study of the diverse activities of independent work that consider within the framework of work of the Independent Learning, and the search of the best way to favor with the mediation of the Technologies of Information and the Communications (TIC's) the learning process without the expensive presence to expensive educational-student in the direction of the educative processes is required. Thus, the developed application Web offers to a space of interaction for Directors, Educational and Students in where each one of these usuary account with a module with tools that ensure the supervision, direction, implementation and completion to him of activities of independent work promoting the Independent Learning in the subjets to their position.

**Keywords:** independent learning, independent work, web

## 1. Siguiendo un modelo pedagógico en la UDES

Tal como se plantea en el Proyecto Educativo Institucional de la UDES, la institución se construye con una filosofía en función del desarrollo de Profesionales Autónomos en beneficio de la sociedad a la cual sirve; y en consecuencia, considera como parte de su misión el preparar un profesional que además de saber su oficio de forma competente, sepa también con su conocimiento, tomar las decisiones adecuadas en beneficio de la sociedad y el desarrollo de la comunidad.

El aprendizaje autónomo [1] es un proceso que permite a la persona ser autora de su propio desarrollo, eligiendo los caminos, las estrategias, las herramientas y los momentos que considere pertinentes para aprender y poner en práctica de manera independiente lo que ha aprendido. Es una forma íntima y absolutamente personal de su experiencia humana, que se evidencia (o debe evidenciarse) en la transformación y el cambio. Un estudiante Autónomo es emocionalmente independiente, tiene su auto aprobación y por lo tanto desarrolla la habilidad o la capacidad de relacionar problemas por resolver, buscar la información necesaria, analizar, generar ideas, sacar conclusiones y establecer el logro de sus objetivos.

El trabajo independiente, por su parte, hace referencia al momento cuando se identifica la necesidad de aprendizaje y se decide como satisfacerla. La actividad independiente se realiza sin la presencia física del Docente aunque se mantienen algunos contactos con él. Es importante saber que el Estudiante que sigue actividades de trabajo independiente no está aislado sino bajo la orientación de un facilitador, sin ser controlado o vigilado, siempre teniendo su propio control. Cabe anotar que el estudio independiente no es un término nuevo, de una forma u otra se lleva a cabo cuando se va a dar uso de un aparato nuevo y se acude al manual, o cuando se observa a alguien para luego intentar su labor. En la educación tradicional el Docente es quien desarrolla y controla el proceso del aprendizaje, en donde la proximidad física entre Docentes y Estudiantes es un modo de motivación. En el estudio independiente el Estudiante diseña su estrategia y emplea la mejor manera para favorecer el proceso de aprendizaje sin que se requiera la presencia cara a cara.

De acuerdo con lo anterior se pensó en implementar una aplicación software que apoyara los métodos de estudio que se siguen actualmente en la UDES encaminando a los estudiantes hacia el estudio Independiente mediante el

desarrollo de Actividades propias del Aprendizaje Autónomo. De esta manera los estudiantes asumirán con responsabilidad su propia formación educativa, y se estará cumpliendo con la Misión de la Institución de formar Individuos íntegros capaces de liderar proyectos de desarrollo en torno al beneficio social de la comunidad y generadores de alternativas de solución a los diferentes problemas crecientes a medida de los avances tecnológicos y culturales de la sociedad.

## 2. Utilizando los aportes de la ingeniería y la tecnología

Según la IEEE<sup>1</sup>: Institute of Electric and Electronics Engineers, Inc., Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos., *Software* se define como "la suma total de los programas de computadora, procedimientos, reglas, la documentación asociada y los datos que pertenecen a un sistema de cómputo". Según el mismo autor, «un producto de software es un producto diseñado para un usuario». En este contexto, la *Ingeniería de Software* es un enfoque sistemático del desarrollo, operación, mantenimiento y retiro del software; es decir, que «la Ingeniería de Software es la rama de la ingeniería que aplica los principios de la ciencia de la computación y las matemáticas para lograr soluciones costo-efectivas (eficaces en costo o económicas) a los problemas de desarrollo de software», que «permite elaborar consistentemente productos correctos, utilizables y costo-efectivos».

El proceso de ingeniería de software es un conjunto de etapas parcialmente ordenadas con la intención de lograr un objetivo, en este caso, la obtención de un producto de Software de calidad. El proceso de desarrollo de Software «es aquel en que las necesidades del usuario son traducidas en requerimientos de Software, estos requerimientos transformados en diseño y el diseño implementado en código, el código es probado, documentado y certificado para su uso operativo». El proceso de Desarrollo de Software requiere por un lado un conjunto de conceptos, una metodología y un lenguaje propio. A este proceso también se le llama el ciclo de vida del software que comprende cuatro grandes fases: concepción, elaboración, construcción y transición.

La *World Wide Web* e *Internet* han introducido a la población en general en el mundo de la informática considerándose como los avances más importantes en la historia de la informática. Los sistemas y aplicaciones (*WebApps*) basados en Web hacen posible que una población extensa de usuarios finales dispongan de una gran variedad

<sup>1</sup> IEEE: Institute of Electric and Electronics Engineers, Inc., Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.



de contenido y funcionalidad. La **Ingeniería Web** no es un clásico perfecto de la Ingeniería del Software, pero toma prestado muchos de los conceptos y principios básicos de ésta, dando importancia a las mismas actividades técnicas y de gestión. Al igual que cualquier disciplina de ingeniería, la Ingeniería Web aplica un enfoque disciplinado y genérico que se suaviza con estrategias, tácticas y métodos especializados. El proceso de Ingeniería Web comienza con una formulación del problema que pasa a resolverse con las WebApps. Se planifica el proyecto y se analizan los requisitos de la WebApp, entonces se lleva a cabo el diseño de interfaces arquitectónicas y de navegación. El sistema se implementa utilizando lenguajes y herramientas especializadas asociadas con la Web, dando paso a las pruebas respectivas. Dado que las WebApps están en constante evolución, deben establecerse los mecanismos para el control de configuraciones que garantizan la calidad y el soporte continuo [2].

**Internet** es una red informática, se trata de un conjunto de ordenadores conectados entre sí intercambiando información. El rápido y ascendente crecimiento de Internet ha conseguido que esta red haya pasado a llamarse “la red de redes”, debido a la existencia de ordenadores conectados a la vez y a la misma en todo el mundo. La principal diferencia entre Internet y cualquier otra red informática reside en que ésta no pertenece a ningún país, ni organismo oficial, ni a una empresa determinada, es decir, se trata de una red libre ya que cualquier persona puede acceder a ella desde cualquier punto del planeta, de la misma forma que no existe ningún tipo de restricción para toda la información que circula por la misma. Hoy en día, Internet es un medio de comunicación pública, cooperativa y autosuficiente en términos económicos, asequible a cientos de millones de personas en el mundo entero. Físicamente, el Internet usa parte del total de recursos actualmente existentes en las redes de telecomunicaciones. Técnicamente, lo que distingue al Internet es el uso del protocolo de comunicación llamado **TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)**. Con respecto a sus servicios, el correo electrónico es la aplicación de mayor uso en la red; también se pueden realizar conversaciones «en vivo» con otros usuarios en otras localidades usando el IRC (*Internet Relay Chat*). Más recientemente, el software y hardware para telefonía en Internet permite conversaciones de voz en línea.

Con respecto a las herramientas tecnológicas utilizadas se hace una breve mención de ellas:

### **Servidor Apache**

Apache es el servidor Web por excelencia, con algo más de un 60% de los servidores de Internet confiando en él. Entre sus características más sobresalientes están:

- **Fiabilidad.** Utilizado en alrededor del 90% de los servidores con más alta disponibilidad.
- **Gratuidad.** Apache es totalmente gratuito, y se distribuye bajo la licencia Apache Software License, que permite la modificación del código.
- **Extensibilidad.** Se pueden añadir módulos para ampliar las ya de por sí amplias capacidades de Apache. Hay una amplia variedad de módulos, que permiten desde generar contenido dinámico (con PHP, Java, Perl, Python,...), monitorizar el rendimiento del servidor, atender peticiones encriptadas por SSL, hasta crear servidores virtuales por IP o por nombre.

### **PHP**

El lenguaje PHP es un lenguaje de programación de estilo clásico que comprende manejo de variables, sentencias condicionales, bucles, funciones, etc. No es un lenguaje de marcas como HTML. A diferencia de Java o JavaScript que se ejecutan en el navegador, PHP se ejecuta en el servidor, lo cual permite acceder a los recursos del servidor (p.e., una base de datos). El programa PHP es ejecutado en el servidor y el resultado enviado al navegador. El resultado es normalmente una página HTML aunque podría ser una página WML. Al ser PHP un lenguaje que se ejecuta en el servidor, aunque es independiente del navegador, para que las páginas PHP funcionen, el servidor donde están alojadas debe soportar PHP.

### **MySQL**

Es un sistema de administración para bases de datos relacionales (rdbms) que provee una solución robusta a los usuarios con poderosas herramientas multi-usuario, soluciones de base de datos SQL (*Structured Query Language*) multi-threaded. Es rápido, robusto y fácil de utilizar. MySQL es el SQL más popular en la plataforma UNIX. Uno de los puntos fuertes de las páginas en PHP es la posibilidad de explotar bases de datos mediante funciones de una simplicidad y potencia muy favorables. Estas bases de datos pueden servir a un sitio para almacenar contenidos de una forma sistemática que nos permita clasificarlos, buscarlos y editarlos rápida y fácilmente.

### **PhpMyAdmin**

Es un programa de libre distribución en PHP, creado por una comunidad sin ánimo de lucro. Es una herramienta muy completa que permite acceder a todas las funciones típicas de la base de datos MySQL a través de una interfaz Web muy intuitiva. La aplicación en sí no es más que un conjunto de archivos escritos en PHP que se puede copiar en un directorio del servidor Web, de modo que, cuando se accede

a esos archivos, muestran unas páginas donde se puede encontrar las bases de datos a las que se tiene acceso en el servidor de bases de datos y todas sus tablas. La herramienta permite crear tablas, insertar datos en las tablas existentes, navegar por los registros de las tablas, editarlos y borrarlos, borrar tablas y un largo etcétera, incluso ejecutar sentencias SQL y hacer un backup de la base de datos.

### Macromedia Dreamweaver

Macromedia Dreamweaver MX 2004 es un editor HTML profesional para diseñar, codificar y desarrollar sitios, páginas y aplicaciones Web. Tanto si se desea controlar manualmente el código HTML como si se prefiere trabajar en un entorno de edición visual, Dreamweaver proporciona útiles herramientas que mejoran la experiencia de creación Web. Las funciones de edición visual de Dreamweaver permiten crear páginas de forma rápida, sin escribir una sola línea de código. Se puede agilizar el flujo de trabajo de desarrollo mediante la creación y edición de imágenes en Macromedia Fireworks o en otra aplicación de gráficos y su posterior importación directa a Dreamweaver, o bien añadir objetos Macromedia Flash. Dreamweaver también ofrece un entorno de codificación con todas las funciones, que incluye herramientas para la edición de código (tales como coloreado de código y terminación automática de etiquetas) y material de referencia sobre HTML, hojas de estilos en cascada (CSS), JavaScript, *ColdFusion Markup Language* (CFML), *Microsoft Active Server Pages* (ASP) y *JavaServer Pages* (JSP). Por último, Dreamweaver permite crear aplicaciones Web dinámicas basadas en bases de datos empleando tecnologías de servidor como CFML, ASP, NET, ASP, JSP y PHP.

### 3. Siguiendo una motivación para la webapp

La Universidad de Santander UDES a partir del decreto 808 del 25 de Abril de 2002 asume el crédito académico "como mecanismo de evaluación de calidad, transferencia estudiantil y cooperación interinstitucional". Este instrumento de trabajo se contextualiza en el marco de una política más amplia de modernización curricular y de generación de cambios culturales al interior de las Instituciones de Educación Superior colombianas, a través de la cual se hace posible introducir prácticas académicas y administrativas caracterizadas por la flexibilidad, la pertinencia y el trabajo cooperativo. Así mismo, se ha adoptado una metodología de soporte para la enseñanza presencial como es el Aprendizaje Autónomo, en la cual se brindan herramientas de aprendizaje e interacción académica Docente-estudiante que hacen esta última más fácil, rápida,

autodirigida y de participación activa. Este cambio se presenta en la medida que el método de aprendizaje presencial utilizado por la Institución no está entregando los resultados esperados o es medianamente obsoleto debido a múltiples fallas tanto de Directivos como de Docentes y alumnos por falta de control, administración, mantenimiento de los recursos e investigación.

Como la Universidad tiene la función de preparar individuos íntegros capaces de liderar proyectos de desarrollo en torno al beneficio social y a su vez dar posibles soluciones a los diferentes problemas humanitarios crecientes a medida de los avances tecnológicos y culturales de la sociedad, se quiere apoyar la formación académica por medio del Aprendizaje Autónomo que desarrolla en cada estudiante la madurez de asumir con responsabilidad su propia formación educativa al igual que su proyecto de vida, además con la implementación de la aplicación se obtendrán beneficios como establecer actividades para apoyar el trabajo independiente por parte del estudiante, seguimiento personal y preciso sobre cada uno de los estudiantes en la aplicación de la metodología, y el seguimiento por el Director de carrera de las actividades propuestas por el Docente. En la formación de los Estudiantes se requiere un gran aporte por parte de Directivos, Docentes y demás componentes y metodologías académicas, pero es el propio Estudiante quien decide avanzar en su aprendizaje o esperar a que le proporcionen todo o que le digan que hacer; cada Estudiante debe ser participe en la enseñanza impartida mediante la búsqueda insaciable de conocimientos teniendo en cuenta que el personal académico debe estar en disposición de brindar el apoyo o la asesoría indicada para llevar a cabo los procedimientos del aprendizaje suministrados al Estudiante.

Se toma la iniciativa de realizar el sitio Web de apoyo a actividades de aprendizaje autónomo en la UDES, debido a la necesidad de incentivar a los estudiantes a utilizar metodologías que ayuden y fortalezcan los métodos de estudio que se siguen actualmente; y de orientar al estudiante y al Docente en la aplicación de las actividades propias del trabajo independiente permitiéndoles a su vez analizar y clasificar información obteniendo una mejor retención en la aplicación del conocimiento adquirido; lo cual es en el momento insuficiente por no contar con un espacio en donde el estudiante pueda adquirir herramientas de soporte para desarrollar habilidades y estrategias cognitivas.

De lo anterior nace la motivación de brindar una herramienta bajo ambiente Web: práctica, sencilla, dinámica<sup>2</sup> y eficaz<sup>3</sup> que posibilite y aporte soluciones permitiendo la realización de las actividades propias del trabajo independiente.

<sup>2</sup> Dinámica: Nivel de intensidad de una actividad dirigida a un fin y eficaz

<sup>3</sup> Eficaz: Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.



Aprendizaje Autónomo a los estudiantes y profesionales de la Universidad de Santander UDES. Las necesidades que obligan a implementar una herramienta de soporte para realizar actividades de trabajo independiente son muchas entre las que se destacan:

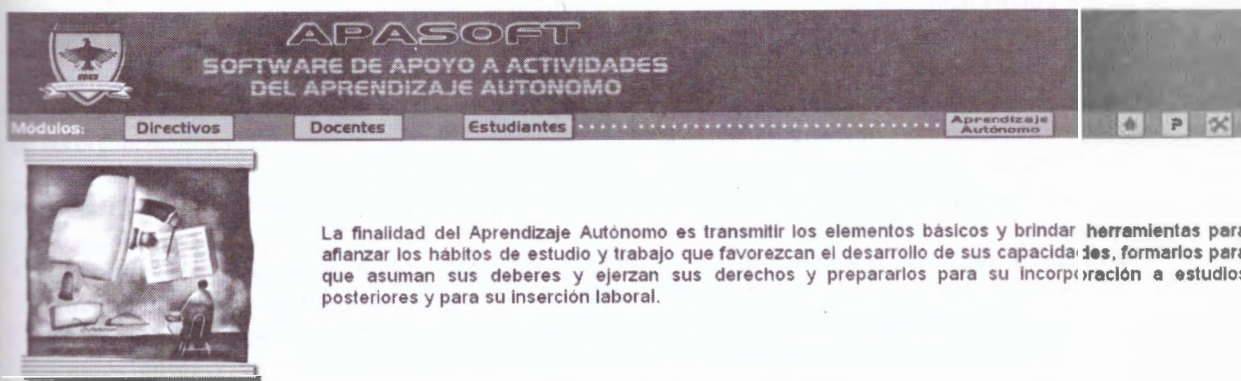
- La necesidad de mejorar y crear nuevos espacios de interacción estudiante-docente más flexibles y efectivos.
- La necesidad de compartir y adquirir conocimientos nuevos.
- La necesidad de una herramienta dirigida a apoyar las actividades de trabajo independiente propias del Aprendizaje Autónomo.
- La necesidad de favorecer la formación de profesionales auténticos y eficientes que aporten con autonomía y sean líderes en cada uno de sus campos.
- La necesidad de contar con las herramientas y metodologías a seguir, estando al alcance de todos los estudiantes en cualquier momento o lugar.
- La necesidad de los Docentes, de hacer seguimiento, brindar asesoría y realizar un acompañamiento permanente a los estudiantes en el desarrollo de las metodologías y procesos indicados en el trabajo independiente.
- La necesidad de las Directivas, de tomar registro de las actividades propuestas por los Docentes hacia los estudiantes para desarrollar las habilidades y estrategias cognitivas del Aprendizaje autónomo.
- La necesidad de motivar en el estudiante el trabajo cooperativo y colaborativo como estrategia para lograr aprendizaje autónomo.

#### 4. Presentación del sitio web obtenido.

El sitio Web de apoyo a las actividades independientes del Aprendizaje Autónomo para los estudiantes de la Universidad de Santander sede Bucaramanga, es un proyecto diseñado para dar soporte a un marco de educación autónomo.

Tal como se aprecia en la figura, el sitio Web posee una interfaz gráfica conformada por tres módulos principales: el módulo Directivos, el módulo Docentes y el módulo Estudiantes; y dos módulos secundarios: el módulo Aprendizaje Autónomo y el módulo Administrador, además cuenta con los iconos de inicio y ayuda general del sitio Web. Cada usuario posee distintas acciones y menús dentro del módulo correspondiente al campo de trabajo ya sea para registrar (acción de Directivos y Docentes), consultar (acción de Directivos), proponer (acción de Docentes) o realizar (acción de Estudiantes) las Actividades independientes propias de la implementación del Aprendizaje Autónomo. Cada uno de ellos puede participar en los Servicios con que cuenta la aplicación: el Chat al cual podrá acceder cuando una sala esté activada y participar en las opiniones del Foro. Así mismo, considerando que los usuarios deben estar instruidos y documentados en la metodología de Aprendizaje Autónomo, podrán encontrar información al ingresar al Módulo de Aprendizaje Autónomo que ofrece el sitio Web.

En la realización del *Sitio Web de Apoyo a las Actividades Independientes de Aprendizaje Autónomo* se denotan diferentes componentes vitales para el buen funcionamiento tanto en la infraestructura del sistema como la interacción del usuario con la aplicación. En primer lugar, el sistema interactivo para el proyecto se desarrolla utilizando el lenguaje de programación PHP bajo un Servidor Web Apache, y con una base de datos en MySQL, todos estos servicios obtenidos usando el Programa AppServer, que instala todos los programas necesarios para trabajar sobre un servidor web. Mediante el lenguaje de programación PHP se crea el código de las distintas plantillas que facilitan la secuencia de la aplicación, la navegación y continuidad en el momento de ingreso al sistema. En segundo lugar, al ingresar al sitio se visualiza un Módulo específico para cada actor o usuario de la aplicación, en ese momento se despliega una lista de opciones referentes a las posibles acciones que cada actor o usuario puede llevar a cabo dentro



La finalidad del Aprendizaje Autónomo es transmitir los elementos básicos y brindar herramientas para afianzar los hábitos de estudio y trabajo que favorezcan el desarrollo de sus capacidades, formarlos para que asuman sus deberes y ejerzan sus derechos y prepararlos para su incorporación a estudios posteriores y para su inserción laboral.

Trabajo de Grado realizado por:  
Ingrid Johana Jiménez Arboles e Iza Nirvana León Jaimes  
UDES, 2005

del Módulo correspondiente a la posición que ocupa en la UDES, estas pueden ser: Directivos, Docentes y Estudiantes. A su vez la aplicación cuenta con un módulo que es único para el administrador del sistema.

La información que se suministra inicialmente en el sistema es registrada únicamente por el administrador a cargo del manejo de la aplicación de entorno Web, de aquí en adelante la información que se manipula será suministrada por los Directivos o Docentes de la Institución y se almacenará automáticamente en la base de datos creada especialmente para almacenar todos los registros del proyecto.

## 5. Conclusiones

Se estableció la necesidad de implementar una aplicación que fortalezca los métodos de estudio que se siguen actualmente ya que se determinó que son insuficientes e inadecuados, en donde se debe proporcionar al estudiante elementos conceptuales y metodológicos para que inicien y puedan desarrollar sus actividades de trabajo independiente como parte del proceso del aprendizaje autónomo.

De acuerdo a las necesidades que se determinaron, se logró elaborar un Sitio Web que sirve de apoyo a las actividades independientes del aprendizaje autónomo, brindando el espacio para la interacción Docente-Estudiante promo-

viendo la utilización de herramientas tecnológicas en el sistema educativo.

Se logra que los Estudiantes accedan a las herramientas que brinda el Sitio Web aprovechando los avances que brindan las nuevas tecnologías como Internet facilitando las comunicaciones desde cualquier lugar donde se encuentren.

Para la fácil interacción entre los usuarios y el Sitio Web, se creó una interfaz gráfica muy sencilla y agradable, contando con menús, iconos y botones que hacen que la aplicación sea de fácil manejo para que el usuario no se pierda sin llegar a confundir al usuario.

Se logró el desarrollo de un módulo independiente para cada tipo de usuario, en donde cada uno cuenta con herramientas propias que le facilitan la supervisión, orientación, implementación y realización de las actividades de apoyo al aprendizaje autónomo.

## 6. Referencias

- [1] Insuasty, Luis D., Aprendizaje Autónomo. Especialización en pedagogía para el Desarrollo del Aprendizaje autónomo. Convenio UNAD-CAFAM.
- [2] Pressman, Roger. Ingeniería del Software, un enfoque práctico. 5ª ed. España: McGraw-Hill. 2002.



# Arquitectura de procesos de enseñanza

Ricardo Llamosa-Villalba - Ph. D. Ing. de Telecomunicación - Director CIDLIS  
Herly Johanna Herrera Lizcano - Ingeniera Electrónica - Auxiliar de Investigación  
Lilia Yarley Estrada Díaz - Ingeniera Electrónica - Auxiliar de Investigación

## Resumen

Este artículo presenta un modelo de procesos de enseñanza (APE), orientado a la gestión y mejora continua de la capacidad de los procesos estratégicos (dirección), de desarrollo (gestión y autoría de conocimiento), de operación (enseñanza - aprendizaje), de mantenimiento (adaptativo, perfectivo, preventivo y correctivo), y de soporte (calidad y gestión de activos de conocimiento), orientado al sector educativo. El modelo de APE ha propiciado el uso de sistemas de gestión y control estadístico de procesos de aprendizaje (LMS) del recurso humano. Con el modelo de APE, se demuestra cómo una organización educativa puede evidenciar el estado de evolución de la madurez y competencia en individuos y/o colectivos respecto a un cuerpo de conocimiento (establecido a través del diseño instruccional), con lo cual, se puede crear un ambiente de aseguramiento y control de calidad de procesos, sustentados en portafolios de competencias automatizados de información y el conocimiento de las lecciones aprendidas en los ciclos de aprendizaje.

**Palabras claves:** Metodologías TIC's en el contexto educativo, aprendizaje colaborativo, concepción, desarrollo y evaluación de software educativo

## Abstract

This article presents an education processes model (APE). This is oriented to the capacity management and continuous improvement of the strategic processes (direction), development processes (management and responsibility of knowledge), operation processes (education-learning), maintenance processes (adaptive, perfective, preventive and corrective), and support processes (quality and management of knowledge assets), oriented to the educative sector. The APE model has caused the use of learning processes management systems and statistical control (LMS) of the human resource. With the APE model, it is demonstrated how an educative organization can demonstrate the evolution maturity and competence state in individuals and/or groups with respect to a knowledge body (established through instructional design), with which, it is possible to be created processes assurance and quality control environment, sustained in information competences automated portfolios and the lessons learned knowledge in the learning cycles.

**Keywords:** ITC methodologies of the educative context. Collaborative learning, conception, educative software development and evaluation.

## 1. Introducción

Este artículo se contextualiza en el problema de identificación, estructuración, desarrollo, implementación, gestión y operación de procesos educativos, bajo el enfoque de la mejora continua de procesos, los modelos de gestión por competencias, la adopción de nuevas tecnologías, la automatización de tareas y el establecimiento de las mejores prácticas y los factores críticos de éxito cultural y competitivo de las organizaciones [1].

Para clasificar los procesos, se define un proceso como:

- Un conjunto de actividades ó procedimientos [5] [11] que transforman insumos en productos de valor agregado al convertir al recurso humano en individuos competentes y capaces de desarrollar ciclos de

evolución personal, grupal, profesional, económica, financiera y social.

- Una estructura funcional (figura No. 1) constituida de entradas y salidas. En donde las entradas son recursos o variables y las salidas son productos o resultados ó efectos, y los recursos se clasifican en roles humanos, tecnológicos, financieros u activos de conocimiento de causa y logro de efectos, susceptibles de comprobación y aprobación a través de requisitos, principios, políticas, objetivos y metas de calidad (requisitos profesionales, ocupacionales y éticos), oportunidad (tiempo de entrega), eficiencia (relación costo - beneficio en experiencias y expectativas) y eficacia (confiabilidad ó garantía de usabilidad, comunicación y atención).



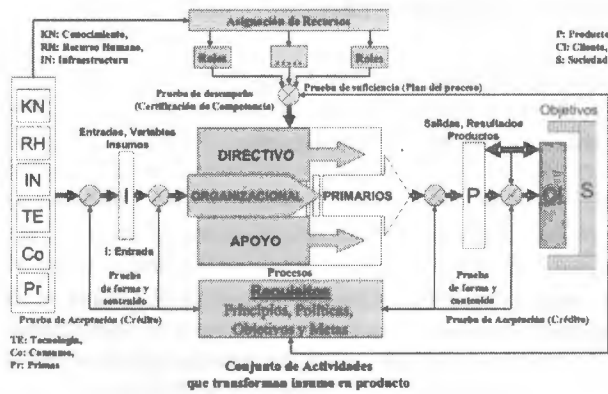


Figura 1. Modelo de Procesos del CIDLIS [11]

Especializando los procesos en los procesos educativos, es posible clasificarlos [6] según metas generales y específicas, prácticas y sub-prácticas y su estabilidad y capacidad, en procesos organizacionales (procesos patrón, susceptibles de adaptar o reutilizar en nuevos procesos), de dirección (gestión de procesos), de apoyo (gestión de calidad de procesos) y operación ó primarios ó principales (procesos del día a día).



Figura 2. Modelo de Desarrollo de un proceso [5]

El modelo de APE (Figura No. 2), objeto de este artículo, sintetizado por el Centro de innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería de Software de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) de la Universidad Industrial de Santander, de sus experiencia en gestión de calidad (certificación ISO-9001:2000, desde el 2001) [10], el proyecto de mejora de procesos del CIDLIS (actualmente, en proceso de certificación CMMI) [7], las guías de madurez de capacidad de procesos [8-9] del Instituto de Ingeniería de Software (CMMI-SEI), ISO15504 e

ISO9000, el modelo de gestión de proyectos del Instituto de Gerencia de Proyectos (PMI), los estudios de los modelos de madurez de procesos [1-6] y los diversos estándares de certificación de competencias profesionales como CSDP-IEEE y PMP-PMI, es una alternativa de aseguramiento de calidad en la enseñanza – aprendizaje.

La mencionada experiencia, que se describe en el presente artículo, está organizada en cuatro partes:

- El modelo de APE.
- Los resultados de evaluación de la APE [8] en su segunda prueba piloto (Curso de Estadística para Ingenieros) efectuada en el periodo 2004-2005)
- La discusión sobre el uso del modelo APE como herramienta de gestión de calidad en procesos estratégicos, de autoría, de gestión y mejora de procesos de enseñanza – aprendizaje.
- Las conclusiones de impacto de resultados y restricciones.
- Los reconocimientos y agradecimientos.

## 2. Arquitectura y metodología

Dado que una arquitectura de procesos tiene como alternativas: (a) La adherencia a un modelo ó (b) una guía estándar, la APE combina las dos alternativas, adhiriendo las áreas de proceso (PA) del modelo CMMI de sistemas y estableciendo las prácticas estándar de PMI e ISO para gestionar planes, programas y proyectos (Figura No 3), con planes que asocian el pensamiento estratégico organizacional para adaptar patrones de procesos y establecer políticas y estrategias de desarrollo y mejora de procesos; los programas asocian estrategias por categorías de dirección, gestión, apoyo y autoría; y, los proyectos establecen planes de acción de investigación, docencia y extensión, los procesos se agrupan en cuatro metaprocesos: dirección, autoría, apoyo e instrucción.

El metaproceso apoyo, soporta todos los metaprocesos. El metaproceso dirección, orienta todos los metaprocesos. El metaproceso autoría, produce activos de conocimiento para todos los metaprocesos, y el metaproceso instrucción, transfiere conocimiento, al interior ó el exterior, de la organización. Los metaprocesos son soportados por los procesos direccionales, primarios y de apoyo.

Categoría	Áreas de proceso	Acciones
Dirección	-Enfoque de Procesos (OPF) -Desarrollo de Procesos (OPD) -Calidad producto-proceso (PPQA) -Rendimiento de procesos (OPP) -Medición cuantitativa (QPM) -Análisis-solución causal (CAR) -Análisis-solución decisional (DAR) -Despliegue e Innovación (OID)	Gestión estratégica
Mejora	-Enfoque de Procesos (OPF) -Calidad producto-proceso (PPQA) -Rendimiento de procesos (OPP) -Monitoreo y control (PMC) -Medición y análisis (MA) -Análisis-solución causal (CAR) -Análisis-solución decisional (DAR) -Despliegue e Innovación (OID)	Mejora de procesos, planes, programas y proyectos
Recurso Humano	-Planeación (PP) -Entrenamiento (OT)	Competencias

Tabla No. 1. Áreas de proceso direccional

Categoría	Áreas de proceso	Acciones
Suministro	-Desarrollo de requisitos (RD) -Gestión de requisitos (REQM) -Planeación (PP) -Gestión de riesgos (RSKM)	Viabilidad de desarrollo
Planeación, seguimiento y control	-Planeación (PP) -Gestión integral de proyectos (IPM) -Monitoreo y control (PMC) -Medición cuantitativa (QPM) -Gestión de riesgos (RSKM)	Mejora de procesos, planes, programas y proyectos
Desarrollo	-Solución técnica (TS) -Desarrollo de requisitos (RD) -Gestión de requisitos (REQM) -Integración de producto (PI) -Verificación (VER) - Validación (VAL) -Calidad producto-proceso (PPQA)	Gestión configuración
Cierre	-Medición y análisis (MA) -Calidad producto-proceso (PPQA)	Lecciones
Operación	-Gestión de cambios y mejoras -Medición y análisis (MA)	

Tabla No. 2. Áreas de procesos primarios

### 2.1 Procesos direccionales

Esta categoría de procesos está integrada por:

- La dirección, encargada de gestionar y desplegar orientaciones y decisiones estratégicas, tácticas, logísticas y operacionales de planes, programas, proyectos ó procesos de instrucción
- La mejora, encargada de desarrollar estrategias de mejora de planes, programas, proyectos ó procesos, a través de la medición cuantitativa y comparativa estratégica, táctica, logística y operacional.
- La gestión del recurso humano, ente que explicita y sintetiza las competencias de conocimiento.

La tabla No. 1 resume las AP de dirección, mejora y recurso humano.

### 2.2 Procesos primarios

Esta categoría de procesos está integrada por:

- El suministro, en el que se establece la viabilidad de proyectos.
- La planificación, supervisión y control de programas, procesos o autoría instruccional.
- El desarrollo de programas, procesos u operación (componentes instruccionales o desarrollo de procesos de instrucción).
- El cierre de procesos, en el que se establece cuantitativamente las lecciones aprendidas y las acciones de mejora.
- Los procesos de instrucción (operación) que se corresponden con la gestión de proyectos de aula.

La tabla No. 2 resume las PA suministro, planificación, supervisión y control, desarrollo, cierre y operación.

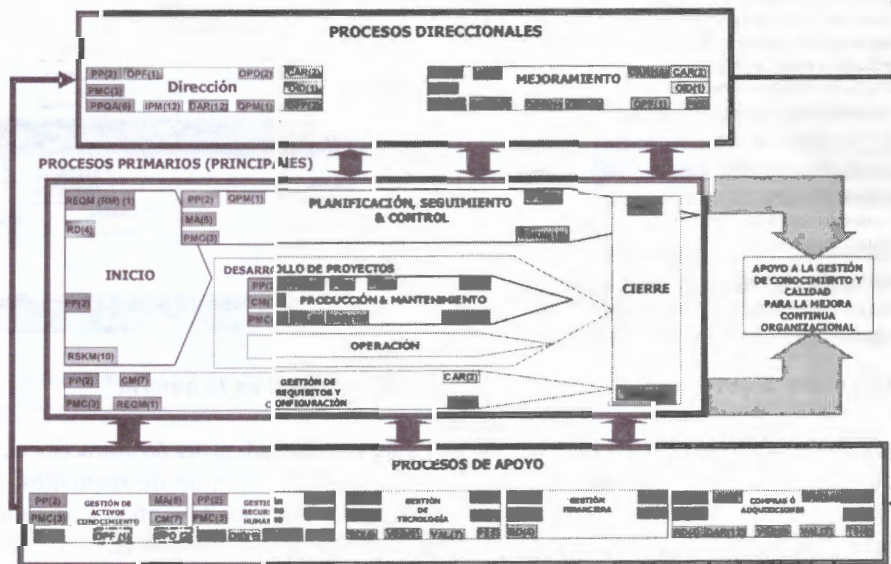


Figura 3. Modelo de procesos de educación

### 2.3 Procesos de apoyo

Esta categoría de procesos está integrada por:

- La gestión de activos de cuerpos de conocimiento, configurables y aplicables como marcos de trabajo multinivel en planes, programas, proyectos y cursos.
- La gestión de mediciones y métricas de pruebas de comprobación y aprobación, para asegurar y controlar el cumplimiento de requisitos, objetivos y metas, en los diferentes niveles organizacionales
- La gestión de subcontratación ó adquisiciones de los diferentes entes de la organización.

La tabla No. 3 resume las AP de gestión de activos de conocimiento, medición y adquisiciones.

### 3. Resultados

El modelo de APE ha tenido dos ciclos de desarrollo. El primer ciclo [9] estableció los procesos del curso de estadística y probabilidad para Ingenieros (CEPI), y el segundo ciclo es objeto de conocimiento, análisis y medición cuantitativa, sigue el método 6-sigma [12], para establecer variabilidad y capacidad de procesos, para construir estrategias prácticas y patrones de mejora reutilizables en Educación Superior. La APE del CEPI como objeto de conocimiento para el segundo ciclo, se desarrolló

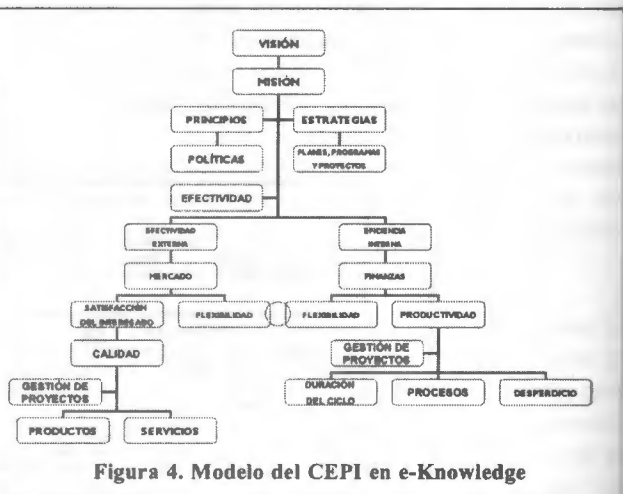
Categoría	Áreas de proceso	Acciones
Gestión de activos de conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Enfoque de Procesos (OPF)</li> <li>-Desarrollo de Procesos (OPD)</li> <li>-Calidad producto-proceso (PPQA)</li> <li>-Gestión de configuración (CM)</li> </ul>	Acciones de conocimiento
Gestión de medición	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Calidad producto-proceso (PPQA)</li> <li>-Integración de producto (PI)</li> <li>-Medición y análisis (MA)</li> <li>-Gestión de configuración (CM)</li> <li>-Solución técnica (TS)</li> </ul>	Medición
Gestión de adquisiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Planificación (PP)</li> <li>-Contratación</li> <li>-Verificación (VER)</li> <li>-Validación (VAL)</li> <li>-Monitoreo y control (PMC)</li> <li>-Gestión de proveedores (ISM)</li> </ul>	Contratación

**Tabla No. 3. Áreas de procesos de apoyo**

en el periodo 2004-2005, usando el prototipo software “e-knowledge”, tal como se aprecia en la figura No. 4. El modelo se compone de tres vistas: gestión de autoría e instrucción, autoría e instrucción. La gestión sigue los principios de gestión de proyectos, la autoría mantiene los principios de desarrollo de ingeniería y la instrucción usa los principios de “e-learning” asociados a la gestión de competencias.

### 3.1 Efectividad en la dirección

El modelo estratégico de APE muestra en la figura 5, el ciclo de desarrollo de procesos, que requirió el análisis de entorno y el establecimiento de un mapa temático de estadística, para definir, cómo desarrollar competencias técnicas y profesionales, sobre estructuras de información e inferencia estadística, y así entonces probar, problemas y soluciones en el campo de la ingeniería, según el método científico. La figura 6, presenta la plantilla estructural del pensamiento estratégico, que se despliega como un plan de gestión de proyectos en el curso. Es importante notar, que la eficiencia interna asocia a la autoría del curso, y la eficacia externa al proceso de instrucción del curso, a través de dos planes de gestión de proyectos interdependientes; uno interno, para la gestión administrativa y la autoría, y otro, para el despliegue y control del curso, con lo cual, se miden objetivos y metas de productividad y calidad, eficiencia y eficacia. En concreto, al analizar la figura No. 7, se muestra un 80% de eficacia en la dirección, un 15% de oportunidades.



### 3.2 Efectividad en la gestión de proyectos

La efectividad de la gestión de proyectos en las áreas de integración, alcance, costos, tiempo, calidad, riesgos, recurso humano y contrataciones, fué estable sin variaciones importantes (Figura No. 8).

### 3.3 Efectividad en la autoría

La autoría, asociada al diseño instruccional, la solución técnica, el desarrollo y gestión de requisitos, la integración de productos y servicios, la verificación y validación, y, la calidad producto-proceso se cumplió en un 97% (Figura No. 9)



### 3.4 Efectividad en la instrucción

Los servicios de instrucción se prestaron en un 72%, con un sub-uso del 28% (Fig. No. 9).

### 3.5 Efectividad de productos y/o servicios

Los resultados y las pruebas del proceso de instrucción de competencias en los estudiantes del CEPI, se controlaron a través de un plan de gestión de cursos, aplicados a individuos y equipos de trabajo (colectivos) a través de cinco módulos o capítulos, durante 16 semanas, con un promedio semanal de una conferencia, un trabajo, tres consultas, seis pruebas de seguimiento y el uso del instructivo "Proceso Educativo

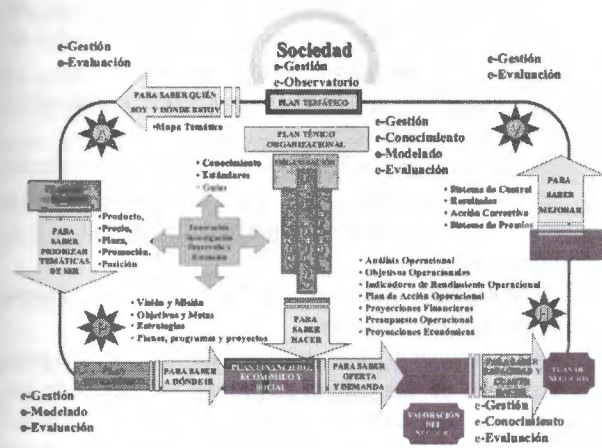


Figura No. 5 Modelo de Emprendimiento del MEP

Personal" (PEP) para llevar el registro de cada esfuerzo ejecutado, con un impacto (figura No. 10) del 71% de aprobación y el 29% de no aprobación.

## 4. Discusión

El desarrollo educacional, personal, técnico y profesional, como competencias [2-3] es un factor crítico en la educación que implica un cambio de paradigma en el diseño de procesos de autoría y en las actividades de instrucción, en las condiciones de planeación y medición para institucionalizar los procesos de mejora continua, como estrategia organizacional imperativa y de evidencia en la aplicación, análisis, síntesis y valoración de saberes y conocimiento.

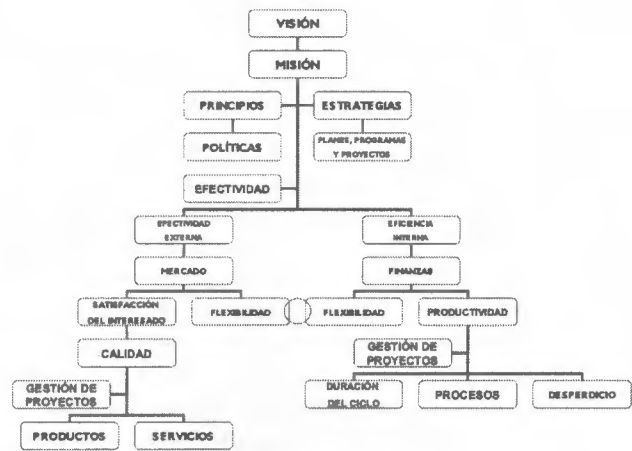


Figura No. 6 Plantilla de Pensamiento Estratégico

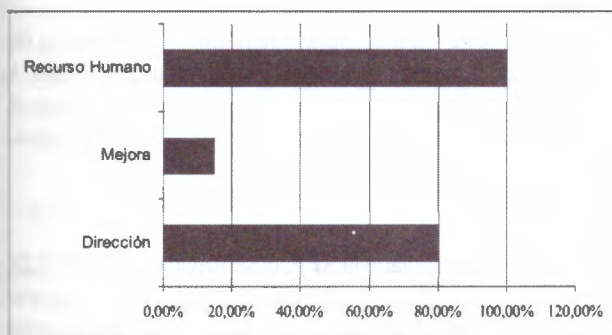


Figura No. 7. Medición de efectividad de Dirección

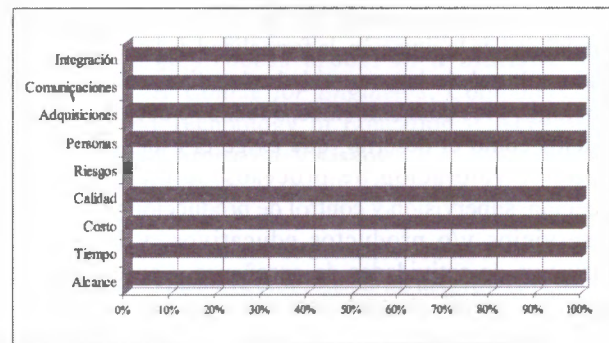


Figura No. 8. Medición de efectividad de proyectos

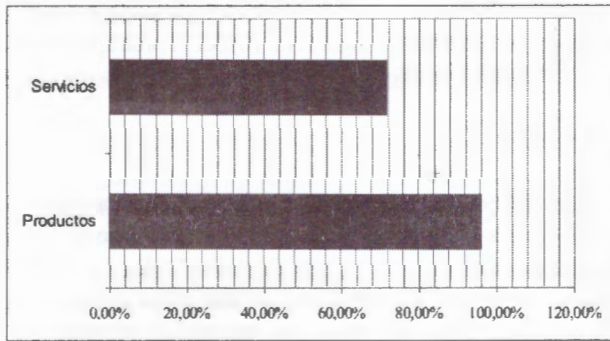


Figura No. 9 Efectividad de autoría y prestación de servicios

Como complemento al anterior argumento, se deduce la necesidad de disponer de sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) automatizado para el control y entrenamiento de cada uno de los agentes como lo son, los autores, administradores, desarrolladores de contenido y material educativo, supervisores de calidad, entre otros, que surgen de esta formalización.

Tras la justificación de los sistemas de aprendizaje automatizado y la complejidad y el tamaño de la problemática que sugiere el modelo de APE, se requiere el uso de tecnologías de información y comunicaciones, como instrumento de gestión de los portafolio de evidencias de personas o miembros de grupos de trabajo, sobre los cuales se pueden generar razonamientos formales de causa-efecto para establecer alternativas de decisión estratégica, logística, táctica y operativa, respecto a la pedagogía, la gestión y la organización, para garantizar continuidad al ejercicio de la enseñanza – aprendizaje, dentro de límites competitivos acordes con las exigencias sociales.

La discusión, que resulta del ejercicio realizado, descrito en este documento, asocia al establecimiento de cómo cubrir la brecha que de la visión de la APE descrita, dada la complejidad de la situación, la formalidad de la solución y el estado cultural de la comunidad educativa, respecto a la tecnología y los conocimientos, cuando se decida, adoptar modelos como el descrito; que exige el establecimiento, gestión y valoración de procesos de planificación, ejecución, supervisión y control de producción y/o autoría de servicios y/o productos educativos, y la gestión exhaustiva de actividades de enseñanza – aprendizaje, a través del seguimiento posterior continuo, interno y externo, sobre entornos, recursos de aprendizajes y evolución de los mismos recursos humanos certificados como competentes, sin importar localización y estado.

Del análisis presentado en los párrafos anteriores, surgen múltiples factores por analizar, como los mencionados a continuación:

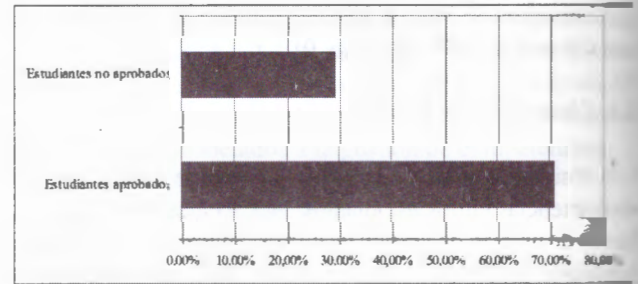


Figura No. 10 Efectividad de resultados

- La complejidad y tamaño de la organización que requiere la adherencia a la APE.
- El cómo establecer un proceso formal de desarrollo de materiales e instrumentos de aprendizaje acordes al desarrollo de competencias por ciclos de aprendizaje.
- El cómo cuantificar el esfuerzo de emprender y sostener la implementación de la APE.
- El cómo determinar las formas adecuadas de seguimiento y control al estudiante y los responsables del proceso educativo, en el logro de objetivos de aprendizaje y competencia.
- El cómo capacitar docentes para que entiendan la ventaja de la medición de procesos.
- Cómo determinar el estado y las estrategias efectivas para el desarrollo de una cultura en pro del uso eficaz de las nuevas tecnologías de la información y comunicaciones.
- Cómo inculcar y determinar el uso de marcos de trabajo para gestionar, reutilizar y garantizar derechos de autor sobre los productos, como ítems configurables susceptibles de versionamiento y control.
- Cómo comprobar y validar la efectividad de los productos (objetos ó instrumentos de aprendizaje) antes de utilizarlos oficialmente.
- El cómo, desarrollar y disponer herramientas de gestión de aprendizaje automatizadas para administrar programas, a través de cuerpos enteros de conocimiento, para evitar el fraccionamiento actual que se realiza a través de los cursos.

## 5. Conclusiones

Este artículo ha presentado la APE, desarrollada por el CIDUIS de la UIS, con el cual, se han formalizado procesos de gestión de enseñanza - aprendizaje en condiciones de aseguramiento y control de calidad.

El artículo ha incluido:

- La presentación y descripción del modelo APE y los resultados de su uso en una prueba en el Curso de



- Estadística para Ingenieros (periodo 2004-2005),
- La discusión sobre los resultados logrados como instrumento de gestión estratégica, autoría y mejora de procesos de enseñanza – aprendizaje
- Las conclusiones del impacto de los resultados obtenidos
- Los reconocimientos y agradecimientos a los colaboradores e interesados en la APE.

Es importante resaltar, que la validación del modelo dio a conocer alternativas de gestión y mejora de procesos de gestión, autoría e instrucción, que pueden afectar los modelos mentales actuales de la educación, cuando se desarrollan competencias en estudiantes, administrativos y docentes, evidenciando, así, nuevos roles y procesos de enseñanza, hasta ahora poco detectados, que requieren, especial atención si se quiere conseguir una educación de calidad, comprobable en todos los entornos de la sociedad.

En síntesis, la APE exige instrumentos de gestión de conocimiento, recursos humanos calificados y personal especializado, para desarrollar procesos de diseño, fabricación y prueba de productos y servicios de enseñanza-aprendizaje, flexibles, abiertos y de alcance a la comunidad, sin importar tecnología y localización.

#### 6. Trabajo futuro

Los resultados logrados con el modelo de APE han motivado el establecer nuevos esfuerzos como los siguientes:

- Establecer ambientes de enseñanza de profesores acordes con el modelo de APE.
- Desarrollar guías metodológicas para el diseño e implementación de material a nivel cognitivo, aplicativo, de síntesis y análisis y de valoración de competencias
- Definir y establecer laboratorios de ensayo y prueba para validar y verificar necesidades de instrucción y la verificación del logro de competencias.
- Definir y establecer modelos de medición de procesos educativos para identificar metas, preguntas y mediciones de estabilidad y competencia sobre procesos educativos.

#### 7. Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a:

- Los equipos de mejora de procesos del CIDLIS por sus aportes en la interpretación del significado de mapas y áreas de proceso.
- Los estudiantes de la E<sup>3</sup>T que colaboraron en las actividades de prueba del modelo.

- Los miembros de los grupos de Investigación del CIDLIS, GISEL y CEMOS de la E<sup>3</sup>T que apoyan el proceso de formación de investigadores.

#### 8. Reconocimientos

Merece muy alto reconocimiento el equipo de trabajo del CEPI por sus aportes, dedicación y responsabilidad demostrada, en el segundo ciclo piloto, objeto de análisis en este documento.

#### 9. Referencias

- [1] THINQ's Research Department, Addressing the critical learning issues in the manufacturing sector, *A THINQ White Paper*, July 2002
- [2] Elearnity. Enterprise Learning: LMS Versus HRMS. *White Paper*, September, 2001.
- [3] Marshall S. and Geoff Mitchell, Applying SPICE to e-Learning: ¿An e-Learning Maturity Model? Uni. Teaching Development Centre, Flexible Learning & Access Services, Griffith University, 2005
- [4] Llamosa-Villalba et all, Memorias del Curso de Estadística para Ingenieros. CIDLIS, 2006.
- [5] THINQ's Research Department, Learning management maturity Model, *A THINQ White Paper*, 2004.
- [6] Llamosa –Villalba R. et all, *Calidad y modelado de conocimiento educativo en Colombia*, XXIV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería ACOFI, 2004.
- [7] Llamosa –Villalba R. et all, “*Logística de conocimiento para la gestión de registro calificado*”, XXV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería, ACOFI, 2005.
- [8] Llamosa R., et all, Quality Management System Of Higher Education Courses, *The IASTED International Conference on Education And Technology*, Calgary, Alberta, Canada 2005.
- [9] Llamosa –Villalba R. et all, *Using the Educative Knowledge Process Model in a Statistic and Probability Course for Engineers*, Computers and Advanced Technology in Education -CATE 2005-Oranjestad, Aruba, Ed. V. Uskov.
- [10] Llamosa –Villalba R. et all, *Memorias del Curso de Estadística y Probabilidad para Ingenieros*, Universidad Industrial de Santander, Junio 2006.
- [11] Llamosa –Villalba R. et all, *Memorias del proyecto CMMI-CIDLIS*, Proexport – Colombia, E<sup>3</sup>T, Universidad Industrial de Santander, Febrero-Junio 2006.
- [12] Escalante E. *Seis-Sigma: Metodología y técnicas*, ed. Limusa, 2003.

# El trabajo colaborativo como herramienta pedagógica en los procesos de enseñanza aprendizaje: un resultado de la introducción de la gestión del conocimiento en la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria de la Costa -CUC-

Claudia Baloco Navarro<sup>1</sup>, Olga Martínez Palmera<sup>2</sup>, Henry Amaury Ardila<sup>3</sup>

## Resumen

Con este documento se pretende mostrar como ha sido la experiencia en la Introducción de la Gestión de conocimiento en la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria de la Costa CUC, desde donde se han generado propuestas académicas encaminadas a la aplicación de herramientas colaborativas en busca del mejoramiento en los procesos de enseñanza aprendizaje y la organización de las líneas de investigación de la Facultad. La experiencia se inició en el 2002, por la necesidad de organizar las áreas de conocimiento para el desarrollo de proyectos de investigación, por lo cual los docentes del Programa de Ingeniería de Sistemas se dieron a la tarea de desarrollar un proyecto denominado "Introducir Gestión de Conocimiento en la Facultad de Ingeniería", este proyecto arrojó resultados preocupantes en materia de colaboración académica, por lo que surgió una propuesta. A principios del 2003 el Programa de Ingeniería de Sistemas, puso en práctica la propuesta resultante del proyecto "Introducir Gestión de Conocimiento en la Facultad de Ingeniería", y de esta aplicación se fortalece el proyecto de montar una herramienta colaborativa para toda la Facultad y dentro de esta definir las áreas comunes para que estudiantes, docentes y personal administrativo pudieran conformar una comunidad académica virtual acorde con su perfil y preferencia que les permita compartir conocimiento y generar nuevos conceptos basados en la colaboración; A partir de la ejecución de la propuesta de usar una herramienta colaborativa, estudiantes y docentes se motivaron para desarrollar proyectos de investigación formativa desde su opción de grado, de manera que se ha fortalecido el enfoque de trabajo colaborativo como herramienta pedagógica. Entre los trabajos de estudiantes podemos citar: 1. Diseño y Desarrollo de una herramienta didáctica usando un ambiente virtual de aprendizaje para la asignatura de simulación en el programa de Ingeniería de Sistemas de la CUC; y 2. Diseño e implementación de una herramienta pedagógica basada en agentes inteligentes para soportar el aprendizaje colectivo en la asignatura de redes de computadoras en el Programa de Ingeniería de Sistemas de la Corporación Universitaria de la Costa CUC. La difusión de proyectos como estos han jalonado a estudiantes y docentes a usar herramientas colaborativas de manera que se ha creado una comunidad virtual que tiene hoy resultados positivos, los cuales se pueden mostrar como una experiencia pedagógica donde las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones juegan un papel importante en el proceso de enseñanza aprendizaje.

**Palabras claves:** trabajo colaborativo, procesos de enseñanza aprendizaje, gestión de conocimiento.

## Abstract

This paper shows the results of the project "Introduction of the Management of Knowledge in the Engineering Department of the Corporacion Universitaria de la Costa CUC", institution that has made academic proposals towards the application of collaborative tools to improve the learning process and the organization of the research lines of the department. The experience began in 2002, by the necessity to organize the areas of knowledge for the development of research projects in the Engineering Department, thus the faculty of the System Computer Engineering Program developed the research project, "To Introduce Management of Knowledge in the Engineering Department". The results of the project show low academic collaboration, raising a new proposal. A collaborative tool was set up in the Engineering Department, defining common areas in which students, faculty and administrators conformed a virtual academic community, set to their profiles and preferences that allows them to share knowledge and to generate new concepts based on the collaboration. Students and Faculty were motivated to developed research projects using these tools. Some of the projects are: 1. Design and development of a didactic tool using a virtual atmosphere of learning for the subject of simulation in the System Computer Engineering Program of CUC; and 2. Design and implementation of a pedagogical tool based on intelligent agents to support the collective learning in the subject of networks of computers in the System Computer Engineering Program of CUC. Projects like these have motivated the academic

<sup>1</sup> Ingeniera de Sistemas, Universidad del Norte, especialista en Estudios Pedagógicos, Corporación Universitaria de La Costa CUC, Especialización en Gerencia de Sistemas de Información, Universidad del Norte, Maestría en Educación (en curso) Universidad del Norte. Directora de Programa de Ingeniería de Sistemas, Corporación Universitaria de la Costa CUC. Email: cbaloco@cuc.edu.co

<sup>2</sup> Ingeniera de Sistemas, Universidad del Norte, Especialista en Estudios Pedagógicos, Corporación Universitaria de La Costa CUC, Especialista en Gerencia de Sistemas de Información, Universidad del Norte Especialista en Redes de Telecomunicaciones, Universidad del Norte. Directora de Programa de Tecnología en Informática y Telecomunicaciones, Corporación Universitaria de la Costa CUC. Email: omartinez@cuc.edu.co

<sup>3</sup> Ingeniero Químico, Florida State University, Especialista en Finanzas y Sistemas, Corporación Universitaria de La Costa CUC, Magister en Alta Gerencia, Miami, Florida, Estados Unidos. Decano de Ingeniería, Corporación Universitaria de la Costa CUC.

community to use collaborative tools to form virtual communities with positive results, showing a pedagogical experience where the new technologies of information and communications play an important role in the education process learning.

**Keyword:** Collaborative work, processes of education learning, management knowledge

## 1. Introducción

Si hay un sector especialmente intensivo en conocimiento, es el de la Educación Superior. La creación de conocimiento y su transmisión forman parte de la razón de ser de la universidad. Los profesores de la universidad han sido, probablemente, unos de los primeros trabajadores del conocimiento reconocidos socialmente como tales. No parece descabellado, por lo tanto, reflexionar sobre cómo las ideas de la gestión del conocimiento pueden incorporarse a las instituciones universitarias.

El auge de la gestión de conocimiento coincide, probablemente porque algunas de las causas de ambos fenómenos están estrechamente relacionadas, con un período en el que se plantean importantes debates en el mundo universitario. Las exigencias de la vida profesional hacen que ya no se contemple una formación universitaria inicial que sirva para toda la vida sino que cada vez más pensemos en el "lifelong learning"; es decir, en una formación a lo largo de toda la vida que nos permita actualizar periódicamente nuestros conocimientos. Las universidades deberán competir, pues, por atraer a un estudiante con experiencia profesional y que sabe mucho mejor lo que quiere [1].

Además, las posibilidades que nos brindan a todos niveles las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) nos permiten pensar en nuevas maneras de plantear la actividad universitaria basadas en la virtualidad y la interactividad [2].

Todo ello hace que tanto la docencia como la investigación, las dos funciones principales de la universidad, deban responder a nuevos retos. La gestión de conocimiento puede hacer aportes, al igual que en todo tipo de organización, a la gestión de las instituciones universitarias. Y esos aportes pueden ser especialmente interesantes cuando el grado de virtualidad y de estructura en red de la universidad aumenta, notándose las mejoras específicas en la vertiente de docencia e investigación [3].

Se muestra en este documento como partiendo de un tema como la gestión de conocimiento se llega a operacionalizar su impacto en el área pedagógica con el trabajo colaborativo entre estudiantes, docentes y administrativos logrando una comunidad académica integrada y a la vez interesada en fomentar sus áreas específicas de conocimiento.

## 2. La gestión del conocimiento en la Corporación Universitaria de La Costa CUC.

Para administrar el conocimiento y su continuo desarrollo, surge la gestión del conocimiento. Su finalidad es crear medios para que una institución responda de forma dinámica y eficiente al ambiente, valorizando sus activos intangibles y considerando como principal activo intangible el conocimiento [4].

Sin embargo, la gestión del conocimiento no está siendo aplicada solamente en las empresas. La propia ciencia (del Latín: "scientia", conocimiento) esta en la búsqueda constante de nuevos procesos de gestión del conocimiento que auxilien la manipulación de la enorme cantidad de conocimiento e información acumulada en los días actuales. Las comunidades científicas desesperadas por la necesidad de gerenciar y almacenar el intercambio realizado entre investigadores: trabajan bajo la forma documental, como relatorías técnicas, artículos y libros, o bajo la forma interactiva, a través de aulas, seminarios, experimentos e investigaciones de campo. A través de este intercambio es que nuevos conocimientos son generados y agregados a instituciones de investigación [5].

El problema que enfrenta actualmente la Gestión del Conocimiento es que gran parte del conocimiento necesario se encuentra inaccesible a los individuos durante el proceso de la toma de decisiones y la planeación. Y en las organizaciones el problema se agranda por el acuerdo de decisiones fundamentales para la permanencia de las organizaciones en el medio [6].

Muy a pesar del surgimiento creciente de los apoyos tecnológicos, hay cuestionamientos sobre los sistemas de información disponibles, y son muchas las críticas acerca de si son suficientes para atender las nuevas necesidades individuales y colectivas que se refieren al cambio, adquisición y diseminación de conocimiento. Una de las críticas a los sistemas de información ha sido que su desempeño se enfoca más sobre actuaciones individuales que colectivas. [7]. Sin embargo la propuesta de introducir la Gestión de Conocimiento en la Facultad de Ingeniería, se ha extendido a toda la institución y ha contribuido a mejorar procesos de investigación, producción bibliográfica, gestión de la información y formación de una comunidad gestora de conocimiento en red.





Los resultados han interesado a la Institución porque se trata de una organización donde se produce conocimiento, y necesariamente se tiene que enfrentar a una serie de retos y cambios de magnitud tan importantes que le llevarán a replantear su misión, dentro de esta acción. La gestión del conocimiento, se convierte entonces en una herramienta de apoyo administrativo frente a una sociedad que demanda cada día una universidad más responsable y más competitiva y abierta a las exigencias de la globalización.

La definición estratégica para introducir gestión del conocimiento en la Facultad de Ingeniería ha incidido en el mejor desempeño administrativo y docente orientando a la institución a dar respuesta mas adecuada con los tiempos de hoy.

### 3. Las estrategias para introducir gestión de conocimiento

La CUC como muchas Instituciones de educación superior en Colombia, está viviendo un proceso de revisión de la estrategia y la práctica institucional, un proceso de revisión interna de su propio quehacer con el fin de generar nuevos espacios de encuentro y de aprendizaje dinamizadores de la vida organizacional. En ese marco, la situación ideal que guía las acciones es la de conseguir una organización compuesta, principalmente, por gente motivada para el aprendizaje, que busca las mejores prácticas para su trabajo, que contrasta y se supera continuamente; con una estructura descentralizada por la que debe fluir cómodamente y sin complejos el conocimiento y la información, con espacios eficientes para compartir y aprender; y con unos procesos de gestión del conocimiento compartidos y utilizados por todos, que fomenten las habilidades para el aprendizaje y se incentive a socializar experiencias, a reflexionar sobre ellas, a comunicar, buscar nuevos caminos y a incorporar y asimilar lo aprendido.

Teniendo en cuenta lo anterior se identificaron estrategias para compartir, debatir y reflexionar sobre las mejores prácticas y aprendizajes que vamos adquiriendo a través de la experiencia y la socialización y otros puntos de acceso por donde difundir y poner al servicio de la institución aquella información y aquel conocimiento que pudiera resultar útil a los demás.

#### 3.1 Puntos de encuentro

Reuniones de Conocimiento. Con el objeto de captar, recuperar y compartir experiencias o lecciones concretas

producto de una buena o mala práctica (bien podrían ser positivas o también negativas debido a diferentes factores que habría que identificar.)

Grupos de Trabajo Interdisciplinarios y Multidisciplinarios. Se sugirió con el objeto de desarrollar temas puntuales y generales que afectarán y beneficiarán los procesos de investigación al interior de la Institución y en general a la comunidad.

#### 3.2 Puntos de acceso

Un centro de documentación virtual. La institución cuenta con un centro de documentación virtual, de esta manera se tiene la tarea de realizar una buena difusión y un buen uso de todo el material existente y aprovechar mejor los recursos propios. Por tanto, un punto de acceso clave a toda la información y conocimiento que se produce internamente sería el centro de documentación, pero no sólo informatizado, sino también virtual, accesible desde cualquier lugar a través del buscador de la Intranet.

Publicaciones periódicas y específicas: El principal objetivo de las publicaciones periódicas que se editen en la Universidad es el de recuperar experiencias y prácticas interesantes, pensamientos e ideas sobre áreas de trabajo específicas, que circulan entre el personal docente e investigador y administrativo de la Institución. Se han potenciado las publicaciones de aquellos trabajos que aportarán mayor conocimiento a la comunidad internacional en los diferentes temas de interés social y científico. Dentro de este espacio se tiene previsto publicar aquellas enseñanzas que se recuperan de las evaluaciones de impacto que se realicen en los proyectos.

El correo electrónico. Esta herramienta es la más sencilla y la más utilizada por su rapidez en la comunicación, independientemente de la ubicación física de las personas, a la vez que se elige directamente a los destinatarios de la información. Es uno de los principales puntos de acceso.

#### 3.3 Definición de plataforma para complementar la formación

La elección de una plataforma para complementar la formación de profesionales, y fomentar la adquisición y generación de conocimientos nos ha llevado a elegir: MODDLE como herramienta pedagógica en los procesos de enseñanza aprendizaje [8]. Con la utilización de esta plataforma se han operacionalizado muchas de las estrategias

propuestas inicialmente y se ha llegado a poner en práctica las experiencias de trabajo colaborativo entre estudiantes, docentes y administrativos.

#### 4. La experiencia en la Corporación Universitaria de La Costa CUC

La Sociedad del Conocimiento o Sociedad de la Información, ha traído consigo grandes impactos que han generado cambios significativos en lo social, cultural, educativo, económico y político. Esto sugiere grandes transformaciones en los sistemas educativos, las instituciones, los modelos pedagógicos, metodológicos y didácticos, los roles de docentes y estudiantes, los diseños curriculares, los proyectos educativos institucionales y las políticas educativas.

La educación virtual se ha convertido en una opción educativa, donde la información se encuentra al alcance de todos y donde lo más importante es saber que hacer o producir con la misma. Actualmente existen numerosas herramientas tecnológicas orientadas al manejo de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA), que facilitan y fomentan el aprendizaje autónomo y colaborativo como WebCT, Blackboard y MOODLE, entre otras. La aplicación combinada de herramientas AVA y multimediales, permite a los estudiantes interactuar con diferentes culturas en todo contexto y en todo momento, aprender sin traumatismos e identificar y seleccionar la información de su interés, todo esto con la participación de todos sus sentidos.

Estos retos que debemos afrontar en la formación integral trae consigo grandes implicaciones para las Instituciones en cuanto a sus currículos, sus recursos, sus docentes y estudiantes; retos que deben ser asumidos con responsabilidad y en forma oportuna.

De acuerdo con lo anterior, la Corporación Universitaria de la Costa - CUC, a partir del primer periodo del 2005, incluyó dentro de las políticas de mejoramiento continuo, un proyecto de Educación Virtual como apoyo a la educación presencial con el propósito de masificar el uso de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones entre la comunidad académica y generar una cultura de educación virtual que propiciará al interior de la Institución el aprendizaje colaborativo entre los estudiantes y docentes.

El proyecto se desarrolló en etapas: en la primera etapa se llevó a cabo un programa de sensibilización de la educación virtual, donde se iniciaron las actividades conducentes a desarrollar contenidos para trabajarlos con ayuda de una herramienta. En esta fase se preparó al docente en los

procedimientos académicos que debía clarificar para entrar en la línea de la virtualidad. Teniendo total claridad que lo más importante es la definición de los procesos académicos con objetivos claros, de manera que se logre el aprendizaje en los estudiantes y una retroalimentación en el docente.

En la segunda etapa se llevó a cabo un programa piloto como apoyo a la educación presencial de la Institución, utilizando la herramienta virtual de acceso libre denominada "MOODLE", apoyado en esta herramienta el docente pudo planificar su currículo, montar los contenidos de sus asignaturas por competencias, establecer sistemas de evaluación, trabajos, talleres, utilizar herramientas virtuales sincrónicas o en línea como chats, y las asincrónicas como foros de discusión, correos, lo que fomentó una interacción constante entre la comunidad académica.

Generada una nueva cultura pasamos a una tercera etapa (en proceso): En esta, se ha desarrollado un plan de acción de educación virtual que nos permitirá impartir educación formal tanto en pregrado como postgrado, educación continua, capacitación empresarial, capacitación y formación de comunidades en general.

Se busca al finalizar la tercera etapa del proyecto, proporcionar un modelo integral de educación virtual totalmente en línea, que aproveche las características y propiedades que nos ofrecen las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones para el proceso de enseñanza- aprendizaje.

Como requisito fundamental para la puesta en marcha del proyecto se hizo al interior de la Institución un proceso de sensibilización y capacitación tecnológica de docentes, estudiantes y personal académico administrativo. De manera que, desde la puesta en marcha del proyecto se ha capacitado tecnológicamente a 150 docentes de los 260 existentes en la Institución y 4.600 estudiantes. Se han registrado en la base de datos de la herramienta más del 70% de las asignaturas pertenecientes a la totalidad de los planes de estudios de cada uno de los programas académicos ofrecidos por la Institución.

#### 5. Conclusiones

La gestión del conocimiento aplicable a la Universidad permitirá ampliar las capacidades de aprendizaje colectivo haciendo el conocimiento explícito. Esto se fundamenta en que al enfatizar en la difusión del conocimiento generado en procesos de cooperación se hará disponible para un número más amplio de usuarios investigadores del conocimiento creado en forma individual.



La importancia de estos aspectos, es que educar sobre el valor de contribuir, cooperar y compartir, es un medio adecuado para el logro de metas comunes y para lograr una cultura organizativa atenta a los procesos de calidad.

Se puede mostrar como conclusiones los beneficios obtenidos a lo largo de un proceso que apenas inicia en la Institución:

- Generación de una comunidad virtual de docentes y estudiantes
- Masificación del uso de las tecnologías al interior de la Institución
- Fortalecimiento de los procesos didácticos con el apoyo de la tecnología.
- Fomento de proyectos de investigación colaborativos de docentes y estudiantes.
- Fomento de la creación y desarrollo y usos de Objetos de Aprendizajes entre los docentes.
- Intercambio de presentaciones, trabajos, talleres y contenidos entre los docentes de asignaturas complementarias.
- Revisión y actualización de los contenidos de las asignaturas en forma colaborativa entre los docentes.
- Fomento de debates en temas de interés entre docentes y estudiantes a través de foros y chats.
- Planificación de las actividades semestrales de cada docente en todas sus asignaturas.
- Investigación de conocimientos previos, expectativas e intereses de los estudiantes en cada asignatura a cursar; esto, a su vez, retroalimenta al docente para mejorar los contenidos y estrategias metodológicas.
- Mejoramiento por parte de los docentes del proceso de selección y presentación de los contenidos y actividades de sus asignaturas.
- Control y seguimiento a distancia del trabajo independiente de los estudiantes, lo que ha permitido a los docentes realimentar sus actividades, sugerir ideas y motivar constantemente al estudiante a través de foros y chats.
- Mejoramiento académico de los estudiantes debido a la motivación y a la interacción constante.

- Mejoramiento de las competencias de lectura y escritura de los estudiantes por el fomento de las lecturas previas de contenidos y el desarrollo de trabajos escritos como ensayos, presentaciones, informes, resúmenes, artículos, entre otros.
- Apoyo académico de los estudiantes sobresalientes a los estudiantes de menor rendimiento académico lo que ha propiciado el mejoramiento de la calidad académica.
- Fomento entre los estudiantes del trabajo autónomo
- Estímulo a la investigación entre los estudiantes
- Docentes con mayor capacidad y actitud investigadora
- Estudiantes con mayor conciencia de la globalidad
- Reducción de trámites y flujo de papeles en la Institución
- Control docente y académico para los administrativos
- Facilidad de acceso a la información a toda la comunidad educativa.

## 6. Referencias

- [1] De Gues, A. "The living company: Habits for survival in a turbulent business environment" Cambridge, Mass. Harvard Business School Press., 1997
- [2] Barbara Gross, D. "Collaborative Learning Group Work and Study Teams." Chapter 18 in Tools for Teaching, 147-158. San Francisco: Jossey-Bass, 1993
- [3] Coleman, D. "Groupware: Colaboration and Knowledge Sharing" Edited by Jay Leibowitz, 1999 pp12-1
- [4] Crossan, M M. Lane H, W. "An organizational learning framework from intuition to institution." Academy of Management Review, Vol 21 No.3, pp 522-537.
- [5] Oliveira, J., Epistheme - Ambiente de Gestão de Conhecimento Científico, Tese de MSc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro 2003
- [6] Wiig K., "Introducción Knowledge Management into the Enterprise" Edited by Jay Leibowitz, 3-1. 1999
- [7] Moreno Molina, M. "Uma arquitetura baseada em agentes para detectar oportunidades de Colaboração" Tese de MSc COPPE/UFRJ., Rio de Janeiro 2005
- [8] Moodle en Español Consultado el 2 de agosto de 2006 en <http://moodle.org/course/view.php?id=11>

# Trabajo independiente apoyado en un ambiente virtual de aprendizaje

Alexandra Pomares Quimbaya, IS, MSC, Oscar Castiblanco, John Portela  
Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá D.C.  
Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería de Sistemas.

## Resumen

Este artículo propone un modelo para estructurar una asignatura con componentes presencial y no presencial, éstos últimos empleando el estándar SCORM, el cual es aplicado a un caso de estudio, la asignatura Sistemas de Información del programa de Ingeniería de Sistemas. El modelo presentado incluye la creación de un AVA (Ambiente Virtual de Aprendizaje) teniendo en cuenta tres puntos de vista: funcional, tecnológico y de arquitectura. Tanto el modelo generado, como el AVA pueden ser utilizados por cualquier profesor, el primero como guía y el segundo como parte de su propio AVA, pues su construcción sigue el modelo de referencia SCORM.

**Palabras claves:** Trabajo independiente, Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA), Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA).

## Abstract

This article proposes a model to structure a course with presencial and non-presencial components, these last ones using the standard SCORM, which is applied to a case of study, the course Information systems of the program of Systems Engineering. The presented model includes the creation of a LMS (Learning Management System) considering three points of view: functional, technological and of architecture. As much the generated model, as LMS can be used by any professor, the first as guide and second like part of their own LMS, because its construction follows the model of reference SCORM.

## 1. Introducción

Según los lineamientos entregados por el Ministerio de Educación en donde un crédito corresponde a 48 horas de dedicación semestral, de las cuales, según lo propuesto, por cada hora presencial se deben tener dos horas no presenciales, se vuelve indispensable la definición de lineamientos y guías para estructurar éstas últimas de tal forma que contribuyan efectivamente a mejorar la formación del ingeniero. Para dar un adecuado manejo al trabajo no asistido, en este artículo se propone la creación de un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) que apoye y Enriquezca el trabajo no presencial del estudiante y favorezca la comunicación entre maestro, universidad y estudiante empleando nuevas tecnologías, con una fuerte articulación con el ambiente presencial tradicional. Se propone un modelo para estructurar una asignatura con componentes presencial y no presencial, éstos últimos empleando el estándar SCORM, el cual es aplicado a un caso de estudio, la asignatura Sistemas de Información del programa de Ingeniería de Sistemas.

Un AVA es “un conjunto de elementos (contenido, Interacción, evaluación, seguimiento y ayudas de navegación) organizados en el tiempo y el espacio para el logro de una intencionalidad formativa”[1]. Este artículo

presenta un modelo para el desarrollo de un AVA teniendo los puntos de vista: funcional y de arquitectura-tecnológico, donde lo funcional hace referencia a actividades que el usuario desarrollará en el AVA siguiendo una metodología de aprendizaje adecuada para un ambiente virtual y la arquitectura - tecnología se refiere a los componentes que van a permitir la implementación, integración y distribución del AVA incluyendo los componentes que conformarán la interfaz que va a manipular el usuario y el procesamiento de la información que él ingrese. Al finalizar se presentan las conclusiones obtenidas después del desarrollo del AVA, desde su definición hasta la puesta en marcha en el Learning Management System (LMS), entendido éste último como la plataforma tecnológica para hacer el montaje.

## 2. Modelo propuesto

El modelo propuesto para estructurar el aprendizaje independiente del estudiante fue generado como un modelo semipresencial apoyado en un AVA, como respuesta a la necesidad de crear herramientas que apoyen el aprendizaje no presencial. Los AVA brindan una alternativa a través de la integración de un conjunto de elementos organizados en el tiempo y el espacio para el logro de objetivos de aprendizaje.

Esta organización se logra a través de la incorporación de las tecnologías que mejor respondan a una situación específica (población objetivo, elementos definidos para el ambiente y condiciones de ejecución), enmarcadas dentro de una metodología de aprendizaje que le de validez y coherencia a los ambientes virtuales como elementos para dar cumplimiento de los objetivos propios de cada asignatura.

En la Figura 1 se describe el artefacto que permitirá definir una asignatura, a través de la relación entre un Ambiente Presencial de Aprendizaje (APA), con un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) y éste a su vez con los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) que lo soportan.

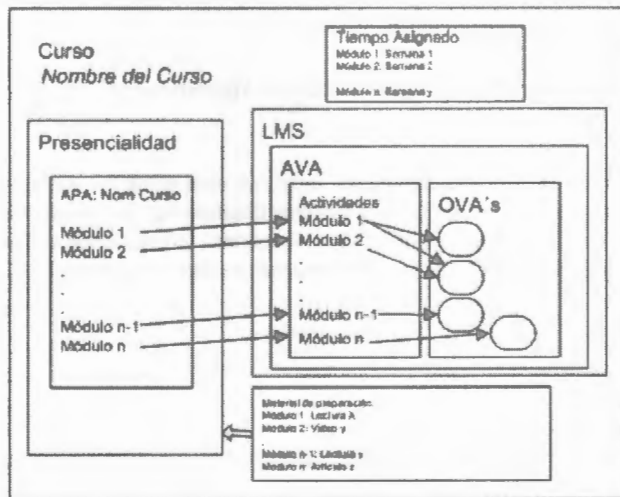


Figura 1. Estructura General

La estructura está compuesta por los siguientes elementos:

- Componente presencial denominado *Presencialidad*, dentro del cual se encuentra un ambiente presencial de aprendizaje (APA) compuesto de módulos y actividades que van a desarrollar en el salón de clases o con asesoría directa del docente.
- Componente LMS (*Learning Management System*) entendido como la plataforma tecnológica que contendrá el AVA, además de las herramientas adicionales que lo componen.
- El AVA está compuesto por actividades no presenciales que se vinculan con los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA). Cabe anotar que los OVA están previamente definidos y están ligados con los recursos y los SCO (*Sharable Content Object*) del estándar SCORM. Los OVA's propios del LMS podrán hacer parte del curso.
- Componente de definición del tiempo: Este componente define el tiempo definido para cada uno de los módulos especificando el tiempo para la parte presencial y la no presencial.

- Material de preparación corresponde al repositorio de material con el que contará el curso y el cual será empleado en cada uno de los módulos en la sección presencial.

Como se puede observar los componentes de la estructura están relacionados con flechas que indican la función del componente y la asociación entre ellos.

Para que la arquitectura anteriormente presentada pueda ser llevada a cabo, es necesario establecer en detalle la manera en que se ejecutarán cada uno de los módulos tanto a nivel funcional como tecnológico. A continuación se describe cada uno de ellos.

### 3. Diseño funcional del curso

Con respecto al espacio de diagnóstico preliminar o análisis educativo del AVA se debe tener en cuenta el aseguramiento del aprendizaje a través de la utilización de distintas teorías de aprendizaje. Es importante resaltar que llegar a un proceso óptimo de aprendizaje requiere compromiso, disciplina y mente abierta a las nuevas tecnologías. En la utilización de un AVA se espera este compromiso y disciplina por parte de los usuarios para estimular el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje autónomo y el aprendizaje significativo que es aquel que ocurre cuando nueva información se conecta con un relevante y preexistente en la estructura cognitiva del ser humano [2].

Este modelo implica una estrategia de formación individualizada centrada en el alumno, y funda las bases para la autogestión del aprendizaje a lo largo de la vida al convertir al alumno en el propio gestor de su formación. Por esto se hace necesario aplicar modelos y técnicas de aprendizaje específicas que garanticen este tipo de formación. Se propone la utilización de la PNL (Programación Neuro-Lingüística) por su validez en el aprendizaje, ya que se basa en las relaciones que desarrolla una persona entre los conceptos básicos que se adquieren al principio de la carrera con los conceptos que se van obteniendo en la mitad y al final de su carrera, sin dejar de lado las experiencias adquiridas por el individuo a través del diario vivir.

Los tres conceptos claves de la PNL son descritos a continuación según el análisis realizado en [3] citando a Bandler y Grinder (1993):

- Programación: se refiere al proceso de organizar los elementos de un sistema (representaciones sensoriales) para lograr resultados específicos.
- Neuro: (del griego «Neurón», que quiere decir nervio), representa el principio básico de que toda conducta es el resultado de los procesos neurológicos.
- Lingüística: (del latín «Lingua», que quiere decir

lenguaje), indica que los procesos nerviosos están representados y organizados secuencialmente en modelos y estrategias mediante el sistema del lenguaje y comunicación.

La Programación neuro-lingüística ofrece técnicas como herramientas de trabajo, para que los alumnos las pongan en práctica y así tener más eficacia en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje. Estas técnicas aplicadas al aprendizaje semipresencial son:

- **Las Metáforas:** Manejo de las palabras en sentido distinto del que les corresponde pero que tiene con este alguna conexión, correspondencia o semejanza, en virtud de una comparación tácita. Se debe desarrollar esta técnica para asociar conceptos clave de las asignaturas con conceptos de la vida cotidiana del estudiante.
- **Anclaje:** Es el proceso mediante el cual, un estímulo o una situación externa se asocia con una conducta que se desea adquirir. Anclar es asociar, entonces se pueden promover conductas de excelencia por medio de señales como palabras, gestos, sonidos, entre otras, "las anclas pueden fijar muchos estados deseables diferentes y también pueden encadenarse, activarse unas tras otras como una serie de eslabones, de forma tal que el efecto de una, se sume a la otra"[4]. "Las anclas también pueden colapsarse utilizando simultáneamente dos anclas opuestas. Esto es útil para neutralizar un estado inadecuado que espontáneamente se haya a una experiencia determinada"[4].
- **Reencuadre:** Técnica utilizada en la PNL para modificar el marco de referencia, según la experiencia de vida que se tenga, es decir, aprender a ubicar el marco posible de referencia a través del recuerdo y la imaginación, con la intención de cambiar el significado de ese marco de referencia y en consecuencia también se cambia el estado emocional, las respuestas y las conductas de las personas. Dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje se puede aplicar la técnica del reencuadre concientizando al alumno de que tiene todos los recursos para cambiar de actitud en una actividad determinada, en la cual presente dificultades. Se puede lograr resaltando la parte positiva de esa actividad, el provecho que tiene, a fin de que el alumno cambie libremente el modo de realizar la actividad y así cambiará el significado traumático que tenía de ésta por un significado positivo.
- **Mapas mentales:** El mapa mental es una técnica que permite organizar y presentar la información en forma fácil, espontánea, divertida y creativa, para ser asimilada y recordada por el cerebro. Para elaborar los Mapas Mentales se requiere la utilización de imágenes, palabras, claves, símbolos, dibujos, colores, representaciones humorísticas, entre otras. Esto, con la intención de utilizar

todos los sentidos para que el cerebro trabaje en forma global haciendo conexiones y asociaciones.

### 3.1 Definición funcional

Una vez definida la metodología de aprendizaje que se empleará para el desarrollo del curso es indispensable definir la taxonomía del AVA, la propuesta en este modelo se basa en la estructura definida por ADL (*Advanced Distributed Learning*)[5] y se ilustra a continuación a través del caso de estudio:

- **Paquete:** El paquete que se quiere modelar es la asignatura sistemas de información, por esto el paquete toma el nombre de "Sistemas de Información"
- **Objetivo del paquete:** Transmitir a los estudiantes la relación, el rol y el sentido de los sistemas de información dentro de la organización. Mostrar mediante ejercicios prácticos el análisis y diseño de sistemas de información desde casos reales de estudio. Identificar los aspectos básicos de un sistema de información.
- **Introducción al curso y al tema** (Fundamentos de Sistemas de Información)

#### Objetivo

Conocer las reglas de la asignatura Sistemas de información y aprender los conceptos básicos sobre qué son los sistemas de información.

#### Temas

- ✓ Qué es un sistema de Información.
- ✓ Conceptos Básicos de Sistemas de Información (Información, datos, entrada procesamiento, salida y retroalimentación).
- ✓ Sistemas de información basados en computadores.
- ✓ Sistemas de Información formal e informal.
- ✓ Niveles en los que existen los sistemas de información (Estratégico, Administrativo, del Conocimiento y Operativo).
- **Esfuerzos:** Consultar las reglas que tiene la asignatura como por ejemplo horario, trabajos, entregas, puntualidad y demás indicaciones según el profesor. Analizar las definiciones de sistemas de información y hacer un paralelo comparativo de los conceptos.
- **Actividades:**
  - ✓ Explicación de conceptos núcleo: El profesor estará encargado de dictar una charla teórica de la explicación del tema relacionado con este módulo.
  - ✓ Presentación: El profesor le asignará a cada uno de los

estudiantes o grupos en el caso que el número de estudiantes sea mayor al número de clases a asignar. El profesor escogerá a un estudiante o grupo por clase para que realice una presentación y explicación del tema asignado.

- ✓ Leer para preparar la clase (Lau04, Cáp. 1.1, 1.3, Cáp. 3.1, 3.2, 3.4, Ken05, Cáp. 1): Cada estudiante debe realizar la lectura de los temas planeados en el cronograma del curso.
- ✓ Reconocimiento del sistema representativo de cada estudiante: El profesor en el salón realizará un taller para la identificación y documentación del sistema representativo de cada estudiante. Esto estará relacionado con las actividades presentadas a cada estudiante en el ambiente virtual de aprendizaje. Este reconocimiento está relacionado con las actividades de PNL aplicadas.
- ✓ Formular glosario de conceptos claves: Para esta actividad el estudiante debe tener preparada la lectura especificada para este módulo. Cada alumno debe ingresar dos palabras nuevas, es decir, debe aportar palabras que no estén expuestas. Antes de dar su opinión se le pedirá al estudiante que asocie el concepto con una situación gratificante en el ámbito de los estudiantes, permitiendo asociar un objeto o imagen con el concepto abarcado en el glosario. Después el estudiante dará una explicación de la unión de estos elementos, explicando su vivencia y vinculando el objeto visual escogido.
- ✓ Discusión glosario: La discusión acerca del glosario consiste en que cada uno de los participantes escriba una opinión del contenido del glosario. Para promover el aprendizaje colaborativo.

- **Objeto virtual de aprendizaje:** Foro: Discutir Glosario, Tabla Glosario (Página html).

- **Requerimientos de la tabla Glosario**

- ✓ Se debe mostrar una tabla donde se puedan ingresar conceptos por parte de los estudiantes
- ✓ Es necesario que esta tabla después pueda ser desplegada y consultada por los estudiantes.
- ✓ Debe estar escrita en forma clara y correcta.

- **Requerimientos Foro discusión de glosario**

- ✓ Se utilizará el foro contenido en el LMS.

- **Aplicación de la PNL**

En este módulo se aplicará uno de los recursos de la PNL, este es: el anclaje. Se desea que el estudiante fije un ancla con los términos de la asignatura sistemas de información mediante su opinión acerca del glosario definido por los estudiantes. Se le pedirá al estudiante que antes de dar su

opinión se concentre en una situación que le genere satisfacción, seguidamente se le pedirá que piense en un objeto o imagen que relacione esta actividad de plenitud con uno de los conceptos abarcados en el glosario. Después el estudiante dará una explicación de la unión de estos elementos, explicando su vivencia y vinculando de alguna manera el objeto visual escogido.

- **Tiempo Presencial:** 2 horas.
- **Tiempo No Presencial:** 4 horas.

#### 4. Diseño tecnológico

A partir de la definición de la estructura de la asignatura sistemas de información y más precisamente la definición de sus componentes no presenciales se generó la implementación del AVA y cada uno de sus componentes. Las herramientas que se utilizaron para la implementación del paquete y los componentes que lo conforman son el RELOAD EDITOR y RELOAD SCORM PLAYER, herramientas para crear, importar, editar y exportar los contenidos de un paquete modelados a través de SCORM. Se siguieron los siguientes pasos para la definición del paquete.

- Organización de archivos
- Creación del manifiesto
- Empaquetar
- Prueba del paquete SCORM en la herramienta RELOAD SCORM PLAYER
- Ubicación de los archivos de comunicación entre componentes:
- Empaquetado final.
- Importación y publicación del curso.
- Pruebas adicionales.

Una especificación más detallada de todos los pasos se pueden encontrar en [6]. Es importante resaltar los beneficios de la utilización de las herramientas RELOAD EDITOR Y RELOAD SCORM PLAYER como una fácil creación del manifiesto, además de permitir una fácil integración entre la organización de los ítems, recursos y otros componentes del paquete

##### 4.1 Implementación de los OVA

La implementación de los OVA consiste en la creación de los SCO y los recursos (imágenes, sonido, video, animación y juego interactivo) asociados a cada una de las partes que componen un módulo. Para cada uno de estas creaciones se utilizaron diferentes tecnologías al igual que herramientas.

A continuación se muestran los pasos del proceso de implementación del caso de estudio:



- Implementación de imágenes
- Implementación de Sonidos
- Implementación de Animaciones
- Implementación de Video
- Implementación de SCO
- Implementación de Juego interactivo

### Conclusiones

- La construcción de un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) completo consiste en el desarrollo de pasos estructurados que se deben cumplir para lograr integrar una investigación del área, los contenidos pedagógicos, la estructuración de la asignatura, el diseño digital y la implementación de los componentes.
  - El aseguramiento del aprendizaje utilizando herramientas de la PNL, consiste tanto en la integración de actividades presenciales como de actividades no presenciales, ya que estas herramientas influyen en la conducta del individuo y es necesario tener contacto físico con él mismo.
  - El Sharable Content Object Reference Model (SCORM) es un modelo más no una guía para el modelado de un AVA, por lo que la utilización de todas las partes definidas en dicho modelo son limitadas por el autor del AVA y las necesidades que la asignatura presente.
- Las herramientas RELOAD EDITOR y RELOAD SCORM PLAYER facilitan la creación de un AVA, haciendo de esta tarea algo poco complicado y sin requerir de un alto nivel de entendimiento de la persona que está interesada en el desarrollo de su propio AVA.

### 6. Referencias

- [1] Creación de un ambiente virtual CEANTIC (2004). Consultado el 7 de Febrero de 2006 en <http://www.javeriana.edu.co/ceantic/servicios.html>.
- [2] Schunk, D. Teorías de Aprendizaje. Segunda Edición. Prentice Hall may, 1997, 140 pp.
- [3] Istúriz, N., & Carpio, M., ¡Mira! ¡Escucha! Y contáctate con la PNL. II, 1998
- [4] González, H, El paradigma personal: un modelo integrador en psicoterapia, Mérida: Universidad de los Andes, Consejo de Publicaciones, 2001
- [5] Advanced Distributed Learning (2004). SCORM, Sharable Content Object Reference Model, SCORM Content aggregation model version 1.3.1 Consultado el 8 de Marzo de 2006 en <http://www.adlnet.gov/downloads/197.cfm>
- [6] Implementación del estándar SCORM 1.2, como un estándar de calidad técnico Consultado el 31 de Marzo de 2006 en <http://www.javeriana.edu.co/ceantic/scorm/>



# Relación entre el desarrollo de la lógica y el aprendizaje de la matemática en la universidad

Jaime E. Díaz O, Javier Olaya O.  
Escuela de Ingeniería de los Recursos Naturales y del Ambiente  
Universidad del Valle, Cali

---

## Resumen

Como muchas universidades la facultad de ingeniería de la Universidad del Valle, se encuentra preocupada por los bajos resultados en matemáticas obtenidos por los estudiantes que ingresan al primer semestre. Se ha detectado que los estudiantes en su primer curso de matemáticas, generalmente de Cálculo I; obtienen porcentajes promedios de fracaso en rangos que varían entre el 50% y el 70%. Adicionalmente este hecho se ha atribuido a deficiencias en la formación matemática producidas durante el ciclo secundario y se responsabiliza a los cambios de exigencia académica producto de distintas reformas educativas. La universidad en algunas ocasiones intentando superar estos resultados, ha modificado los niveles de enseñanza de la matemática proponiendo menores niveles de profundidad en este primer curso de matemáticas, cambiando los conocimientos del curso de cálculo I, por conocimientos de matemáticas fundamentales. De esta forma se intentan superar los vacíos de formación matemática en los estudiantes que ingresan a los cursos de ingeniería. Estos cambios no han producido los resultados esperados y los estudiantes continúan reportando porcentajes igualmente altos de fracaso académico.

Los resultados de los estudiantes de primer nivel de ingeniería muestran deficiencias de formación matemática, que exigen nuevas miradas con el fin de identificar otras posibles causas que intenten explicar los resultados mencionados.

Este trabajo intentando examinar otras miradas, plantea como causa principal del fracaso matemático, la falta de estructuración y desarrollo de un pensamiento matemático básico y de aplicación lógica, que facilite a los estudiantes acceder al conocimiento de un lenguaje matemático.

Para dilucidar el problema se elaboró un experimento basado en la aplicación de un cuestionario de preguntas de matemática básica, que pueden ser respondidas mediante un razonamiento de desarrollo lógico, sin que intervenga para nada el conocimiento de un lenguaje matemático. La encuesta fue aplicada a todos los estudiantes de primer semestre de la facultad de ingeniería de la Universidad del Valle en el primer periodo del año 2006. El experimento reportó que aproximadamente el 70% de los estudiantes solo pudo responder en forma acertada el 25% de las preguntas formuladas. Los resultados de la prueba se correlacionaron con los obtenidos por los estudiantes en el curso de cálculo I, para el mismo periodo académico. Se sugiere que la falta de desarrollo de un pensamiento matemático básico y de raciocinio lógico, afecta la capacidad para poder comprender las estructuras del conocimiento matemático más abstracto.

**Palabras claves:** prueba de lógica, pensamiento matemático, ejercicio.

## Abstract

The Universidad del Valle is worried about the deficient results of the mathematics tests. Between the 50 and 70% of the students did not approve the first calculus course. One explanation could be the poor-average level of high school education that most of the students had receive also the constantly changes in education laws on the last years may be one of the causes of this. This research tries to explain the main cause of this problem as the lack of a basic math thinking and a logical application that allows the students to knowledge the math language.

An experiment based upon some basic math questions was made to the engineering first semester students. The results indicated that only about the 70% of the students answered the 25% of the questions. The test results were related to those obtained from the calculus course. Finally it is suggested that the lack of a basic math thinking development and logical thinking, affects the capacity to understand the structures of abstract math knowledge.

**Keywords:** logical test, math thinking, exercises.

## 1. Introducción

Estudios realizados por el Icfes y la Asociación Colombiana de Universidades (Ascun), consideran que la cifra de deserción académica en los niveles de educación superior supera el 30%. Según Daniel Bogoya, ex-director general del Icfes, los índices de deserción son cada vez más preocupantes, y nos encontramos frente a un problema bastante crítico de la Educación Superior en Colombia en donde la tasa de abandono supera el 50%, es decir que de cada 100 estudiantes que ingresan al sistema, alrededor de 50 abandonan su proyecto en algún momento».

Colombia posee una de las mayores tasas de deserción en América Latina, en lo referente a la educación superior con cifras cercanas al 50%. Las cifras presentadas por el Ministerio de Educación, no especifican las causas de la deserción, pero mencionan como problema relacionado la falta de cobertura educativa, situación que constituye uno de los factores esenciales de aumento de pobreza y desigualdad.

Durante la última década la Educación Superior en Colombia pasó de una cobertura de 13% a 21.8%, sin embargo esta cifra se encuentra por debajo de los niveles internacionales. Por otra parte el Ministerio de Educación reconoce que el sistema de educación superior continúa siendo poco equitativo.

De acuerdo con cifras presentados por el ministerio en 1993, sólo el 3.5% de personas de escasos recursos asistió a una institución de Educación Superior, comparado con un 36% de aquellas con recursos altos. Para 1997, la distancia entre estos dos grupos se había incrementado: el 9% de los más pobres asistió frente al 65% de los más ricos.

Un estudio realizado por la Universidad Pedagógica Nacional, definió las principales causas de deserción estudiantil en los niveles de Educación Superior, y encontró que éstas se dividen principalmente en ocho grandes factores: estructural, familiar, cultural, institucional, individual, económico, educativo y social.

Con relación al factor individual se encontró que una de las causas más recurrentes en la deserción es “la mala preparación” que lleva el estudiante del colegio hacia la universidad.

En el caso de los estudiantes que ingresan a las carreras de ingeniería, esta “mala preparación” está focalizada principalmente en las áreas de matemáticas y lenguaje. La matemática, a diferencia de otras ciencias, tiene en la demostración un criterio final para aceptar una proposición sobre una teoría cualquiera. Esto, aunado al hecho de que la

matemática trata a la lógica con los mismos métodos que cualquiera de sus teorías, hace que la enseñanza de esta disciplina a los estudiantes de ciencia e ingeniería sea un ejercicio con características muy distintas de las que se le pueden atribuir en general.

Cuando en la universidad se habla de lógica, se entiende por ello la lógica matemática, cuyos orígenes se remontan al siglo XIX. Esta disciplina alcanza su madurez en el primer tercio del siglo XX y comprende esencialmente cinco áreas: la teoría de conjuntos, la teoría de la demostración, la teoría de los algoritmos, la teoría de modelos y una zona de contacto con las ciencias de la computación. En muchos casos, estas cinco áreas se mezclan entre sí, de modo que la división anterior es de alguna manera artificial.

Así como en el análisis matemático el sistema de los números reales constituye un sustrato común a todas sus ramas, en la base de prácticamente toda la lógica matemática se hallan los lenguajes de primer orden, que incluyen como un sublenguaje al de la lógica proposicional. Esto de alguna forma impone una línea de acción en la enseñanza de esta disciplina. No contando con un método fijo para su enseñanza, se intentará hablar de la enseñanza de la lógica para los estudiantes de las carreras de ingeniería.

Uno de los factores que mayor desconcierto provoca entre los estudiantes de primer año en la Facultad de Ingeniería es la insistencia en la demostración como «criterio de verdad» y la insistencia también en el empleo del método axiomático. Esto último se debe sobre todo a que dicho método ha sido considerado como recurso para sistematizar el conocimiento. Desde los griegos se tiene la idea de que el sostén de las proposiciones matemáticas es la demostración, no la evidencia empírica.

Por otra parte considerando los distintos tipos de inteligencia definidos por Howard Gardner se puede decir que la inteligencia es la suma de varios tipos de inteligencia entre los cuales la lógica-matemática, que es la utilizada para resolver problemas de lógica y matemáticas, es solo una de ellas. Pero esta sola no garantiza el éxito en la vida y a la hora de desenvolvernos en la vida se hacen necesarias otras tipos de inteligencia. La inteligencia lógico-matemática es la inteligencia que tienen los científicos. Se corresponde con el modo de pensamiento del hemisferio lógico y con lo que nuestra cultura ha considerado siempre como la única inteligencia. Gardner también define la inteligencia como una capacidad, no solo como algo innato e inamovible y al definirla de esa manera, la inteligencia se convierte en una destreza que se puede desarrollar, aunque no se niega el componente genético.



Todas las personas nacen con unas potencialidades marcadas por la genética. Pero esas potencialidades se van a desarrollar de una manera o de otra dependiendo del medio ambiente, las experiencias, la educación recibida, etc.

## 2. Antecedentes

En la Universidad del Valle se aplicó el examen de clasificación en matemáticas desde el año de 1985, a los estudiantes admitidos a los planes de ingeniería y ciencias, durante cinco años consecutivos. Estos exámenes encontraron una población bien diferenciada en su formación matemática. Establecer esta diferencia permite desarrollar estrategias, tendientes a estimular a aquellos estudiantes de mejor nivel y a mejorar su formación en otros de nivel inferior con el fin de afrontar con mayor éxito su carrera.

En los años 1992 y 1993 el Departamento de Matemáticas conjuntamente con la Decanatura de Ingeniería implementó una estrategia de clasificación para los estudiantes de primer semestre, logrando identificar cuatro grupos de estudiantes en términos de su formación matemática. Estos grupos fueron denominados como aceptable, bueno, regular y deficiente y la estrategia curricular establecida permitía que los estudiantes tomaran cursos diferenciados de formación matemática, de acuerdo al grupo en el cual habían sido clasificados. Los resultados finales mostraron un descenso en la mortalidad académica.

Mediante una serie de preguntas del tipo ejercicio o problema, el examen se encontraba elaborado para examinar en los estudiantes conceptos en el aspecto operativo, conceptual, demostrativo, matemático, de comprensión de lectura y clasificatorio. Los resultados de los estudiantes permitieron clasificarlos en cuatro categorías de tal manera que en la clasificación mas alta se agrupó al 7% de los estudiantes, la siguiente al 13%, a continuación se agrupó el 24%, posteriormente se ubicó el 56% de la población, diferenciando esta última en dos sub-poblaciones caracterizadas por una formación matemática deficiente, agravado en la segunda de éstas, por problemas en comprensión de lectura y escritura. La muestra estudiada fue de 1745 estudiantes.

Estos resultados fueron complementados mediante un análisis de los rendimientos de estudiantes de ingeniería a lo largo de los dos primeros semestres de estudios universitarios, elaborado por el profesor del Departamento de Matemáticas de la Universidad del Valle, Jaime Robledo, para lo cual se tomó una población de 128 estudiantes. Los resultados fueron los siguientes: Estudiantes que aprobaron todas las asignaturas de matemáticas 30%, estudiantes que perdieron una asignatura 12%, estudiantes que reprobaron

dos cursos de matemáticas 28% y estudiantes que reprobaron todos los cursos de matemáticas 30%.

En la actualidad se maneja la hipótesis de que los estudiantes que ingresan al primer semestre de los programas de ingeniería, traen una formación matemática deficiente producto de malos procesos de enseñanza de la asignatura en los colegios a los cuales hacen responsables debido a la baja exigencia académica, como producto de distintas reformas educativas.

Intentando encontrar otras respuestas este estudio intenta manejar una hipótesis diferente, que consiste en demostrar que además los estudiantes que ingresan a primer semestre no han logrado desarrollar una capacidad lógica mínima que les permita acceder al conocimiento de un lenguaje matemático que les facilite la comprensión de temas matemáticos mas avanzados.

## 3. Metodología

Se aplicó a los estudiantes de primer semestre un examen de conocimiento matemático mínimo, que tenía cuatro preguntas del tipo ejercicio que se encontraba elaborado para examinar en los estudiantes solo conceptos matemáticos, de comprensión de lectura y clasificatorio. El cual podía ser respondido sin proponer ninguna ecuación, aunque también podían plantearse las ecuaciones necesarias para la solución de cada uno de los problemas planteados. El Examen debería ser respondido de manera individual y no tenía límites de tiempo.

Los resultados del examen fueron contrastados con los resultados obtenidos por los mismos estudiantes en su primer curso de matemáticas en la universidad.

## 4. Resultados

La prueba se aplicó a estudiantes matriculados en el primer semestre de nueve programas de la facultad de ingeniería, (Agrícola, Alimentos, Civil, Eléctrica, Electrónica, Mecánica, Química, Materiales, Topografía). Setecientos ochenta y seis (786) estudiantes finalizaron el curso de Cálculo I, de los cuales obtuvieron calificación aprobatoria el 43%. Para el análisis de los resultados se dispone de información correspondiente a la prueba de lógica y a la asignatura de Cálculo I de un poco más de 243 estudiantes de la totalidad de los estudiantes que finalizaron el curso. Se utilizarán los resultados obtenidos por estos 243 estudiantes en ambas pruebas, para evaluar el grado de asociación en los resultados.

Las preguntas del examen de lógica fueron tomadas de pruebas realizadas por empresas de los Estados Unidos, con el fin de conocer la capacidad lógica que tienen los aspirantes a

diferentes tipos de empleo técnico. La Tabla 1 muestra los resultados globales de la aplicación de las pruebas. Se observa que de los 243 estudiantes 82 (34%) no aprueban ambas pruebas y solo 59 estudiantes (24%) no aprueba la prueba de lógica y supera el examen de Cálculo. En total 126 estudiantes (52%) no aprueban el curso de Cálculo I. Este resultado tiene una correspondencia muy alta con el número de estudiantes que no aprobaron el curso de cálculo en el primer semestre para toda la población de estudiantes de la Facultad de Ingeniería. Una prueba estadística de independencia entre estas evaluaciones permite concluir que los resultados están asociados y que la hipótesis de independencia no es defendible. (En este caso se utilizó la prueba exacta de Fisher para tablas 2X2, la cual produce un valor  $p$  de 0,021.) Esto se puede interpretar como que es posible asumir que aquellos estudiantes más hábiles para construir asociaciones lógicas tienen más posibilidades de éxito en el primer curso de matemáticas en la universidad. Debe precisarse que esta conclusión se obtiene cuando se analizan como un conjunto único todos los estudiantes de ingeniería para los cuales los resultados están disponibles. Y aunque este resultado debería estudiarse para cada programa separadamente, el número de observaciones disponible por programa académico produce tablas 2X2 que no satisfacen las frecuencias mínimas esperadas por celda para que la prueba pueda aplicarse.

Tabla 1. Resultados globales de la aplicación de las pruebas

		Cálculo I		
		No aprueban	Aprueban	Totales
Lógica	No aprueban	82	44	126
	Aprueban	59	58	117
	Totales	141	102	243

La Tabla 1 revela además que el 24% de los estudiantes que sí pasan la prueba de lógica, sí aprueban el curso de Cálculo

I. Como podría esperarse, solo el 18% de los estudiantes que aprobaron el examen de lógica no aprobaron el curso de Cálculo I. Estudios posteriores podrían revelar nuevas luces sobre este problema.

## 5. Conclusiones

El desarrollo de aptitudes matemáticas en la educación básica contribuye de manera substancial al desempeño académico de los estudiantes en los cursos fundamentales de matemáticas en el nivel superior.

Basados en observaciones cualitativas de la información disponible, los autores formulan como hipótesis que otro elemento crítico en los resultados es la motivación de los estudiantes hacia el programa académico que han elegido.

La validación de esta y otras hipótesis solo es posible en la medida que se puedan adelantar estudios posteriores de esta y de nueva información.

## 6. Referencias

Alvarez, J. Marmolejo, M. Informe sobre el ensayo docente realizado en los primeros cursos de matemáticas en las carreras de ingeniería. Universidad del Valle. 1990.

Delgado G, Cesar A. Examen de clasificación o la línea de partida del currículo matemático universitario. Documento de trabajo. Universidad del Valle. 2001.

Delgado, Cesar. 1998. Formación matemática y objetivos mínimos. Memorias del primer coloquio Caldense de matemáticas. Universidad Nacional. Manizales.

Gadner, H. Las cinco mentes del futuro. En ensayo educativo. Ed. Paidós Asterisco\*. Barcelona, 2005. 120 pp

Ríos, Juan P. El tiempo universitario. Colombia La enseñanza de la lógica a los estudiantes de ciencias. 2005



# Dualidad: utilidad cognositiva, predictiva y didáctica

<sup>1</sup>I.E. Emiro Díez Saldarriaga, <sup>2</sup>I.E. Iván Camilo Díez Restrepo  
Universidad Pontificia Bolivariana. Escuela de Ingenierías

## Resumen

La dualidad, como característica esencial del universo, debe ser aprovechada dentro de la Ingeniería Eléctrica y Electrónica, en los campos de la pedagogía y de la investigación, así como para obtener un conocimiento más profundo del universo, ya que todo teorema, conocimiento, desarrollo o máquina tiene necesariamente su dual.

Durante el desarrollo del presente trabajo se presenta la forma como la dualidad se hace presente en todos los aspectos de la Ingeniería Eléctrica, desde la teoría de circuitos eléctricos hasta las máquinas eléctricas, enfatizando en la manera como se puede aprovechar la dualidad como una herramienta para mejorar la capacidad cognositiva en el estudio de la Ingeniería, así como de aquellos que quieran reforzar los conceptos básicos, todo esto a través de ejemplos prácticos y didácticos.

El trabajo también se enfoca en el carácter predictivo de la dualidad y de su importancia en la investigación, mediante una serie de ejemplos donde se ilustran nuevos teoremas y desarrollos.

**Palabras claves:** Dualidad, pedagogía, investigación, máquinas eléctricas, circuitos eléctricos.

## Abstract

The duality, as essential characteristic of the universe, must be been useful inside the Electrical and Electronic Engineering, in the fields of the pedagogy and of the investigation, as well as to obtain a deeper knowledge of the universe, since any theorem, knowledge, development or machine has necessarily his dual one.

During the development of the present work we presents the form as the duality becomes present in all the aspects of the Electrical Engineering, from the theory of electrical circuits up to the electrical machines, emphasizing the way since as it is possible to take advantage of the duality as a tool to improve the cognitive capacity in the study of the Engineering, as well as of those that want to reinforce the basic concepts, all that across practical and didactic examples.

The work also focuses in the forecast character of the duality and of his importance in the investigation, by means of a series of examples where new theorems and developments are showed.

**Keywords:** Duality, pedagogy, investigation, electrical machines, electrical circuits.

## 1. Esencia y presencia de la dualidad en el universo

Muchas evidencias apuntan a la no existencia de una ley de oposición de contrarios, como creían muchos filósofos, sino una ley de complementariedad, una ley de dualidad. Claro que en último término todo depende de lo que se entienda por contrario y de lo que se entienda por dual. Si por contrario se entiende la negación o contradicción de un ser o concepto, inmediatamente se implica que la suma o composición de algo y su contrario no puede ser mas que el absurdo; pero si se

entiende que todo ser o concepto tiene una contraparte que le ayuda a su propia dinámica y evolución, arribamos al concepto de dual.

## 2. Dualidad en la ingeniería eléctrica y electrónica

En ingeniería eléctrica y electrónica se puede aprovechar la dualidad ya que todo teorema, conocimiento, desarrollo o máquina tiene necesariamente su dual. Todo cuanto se afirme sobre el voltaje se puede afirmar sobre la corriente dualmente.

<sup>1</sup> I.E. Emiro Díez Saldarriaga: Ingeniero Electricista de la Universidad Pontificia Bolivariana, Profesor titular de la Universidad Pontificia Bolivariana, Ex-decano de la facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

<sup>2</sup> I.E. Iván Camilo Díez Restrepo: Ingeniero Electricista de la Universidad Pontificia Bolivariana, Profesor de cátedra, y pasante de investigación del Grupo de T&D de la misma institución.

Los elementos consumidores de energía tienen su dual en los que suministran energía. Los condensadores tienen su dual en las bobinas y viceversa (claro está). Esta dualidad nace de una dualidad mucho más profunda en los mecanismos de manejo y transformación de la energía que se dan en la naturaleza, transformaciones que se reflejan en las matemáticas como operaciones duales. La teoría de conjuntos ha extendido la idea que las operaciones son simples acciones de apareamiento: a un elemento de un conjunto se le hace corresponder otro de otro conjunto. Ha desaparecido la idea primigenia de transformación de un elemento en otro. No es que la concepción de correspondencia o apareamiento sea falsa ni perjudicial en sí, pero sí limita enormemente las posibilidades de los matemáticos puros para comprender el mundo físico y natural donde las transformaciones sí se dan. En las matemáticas coexisten siempre el operador, el ente operado y el resultado de la operación. En la física, el operador hace desaparecer al ente operado y surge de la operación el resultado.

Por eso resulta tan problemática la noción de Klein de lo que son las geometrías. Según él, son el estudio de los invariantes en transformaciones. ¿Acaso hay cosas variantes en esas transformaciones? Y si las hay ¿no tienen importancia hasta tal punto que no merecen estudio? Si vamos a aceptar rigurosamente la concepción matemática, no entendemos que un espacio se transforma en otro, sino que a cada punto de un espacio le corresponde un punto de otro espacio. Entonces, tendrían tanta importancia las relaciones que permanecen invariantes como las que son variantes en esta correspondencia entre espacios. La dualidad sería una correspondencia, no entre propiedades invariantes, sino entre propiedades variantes de cierta forma especular.

Por ejemplo, de la representación geométrica de los fasores de voltaje y corriente en la bobina y el condensador no se puede afirmar que son representaciones "invariantes", sino que son representaciones que varían, cambian, de acuerdo a ciertas reglas de correspondencia, que llamo precariamente "especular".

Elemento	Dom. tiempo	Dom. fasorial	Diag. fasorial
	$v = \frac{1}{C} \int i dt$	$V = \frac{1}{j\omega C}$	
	$v = L \frac{di}{dt}$	$V = j\omega LI$	

Figura N° 1: Comportamiento dual de las impedancias.

La forma como se relacionan topológicamente las impedancias es dual. Evidentemente se trata de representaciones geométricas, aunque no métricas.

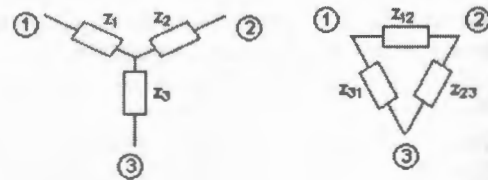
Combinación paralelo	Combinación serie
 $Z = Z_1 + Z_2 + Z_3$	 $\frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}$

Figura N° 2: Comportamiento dual de la combinación de impedancias.

Y también es dual la expresión que enuncia las propiedades voltiampéricas de esas combinaciones:

- **Serie:** La conexión en serie tiene la misma corriente y los voltajes de los elementos se suman para dar el voltaje total;
- **Paralelo:** La conexión en paralelo tiene el mismo voltaje y las corrientes de los elementos se suman para dar la corriente total.

Para el caso de las combinaciones de impedancias en  $\bar{A}$  y  $\bar{Y}$  tenemos las expresiones de equivalencia:



$$Z_{12} = \frac{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_3 + Z_2 Z_3}{Z_3} \quad Y_{12} = \frac{Z_{12} Z_{31}}{Z_{12} + Z_{23} + Z_{31}}$$

Figura N° 3: Comportamiento dual de la combinación  $\bar{A}$  y  $\bar{Y}$ .

Las expresiones anteriores "ocultan" la dualidad. Pero escribiéndolas de una manera un poco diferente vemos como la dualidad está claramente representada.

$$Z_{12} = Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 Z_2}{Z_3} \quad \frac{1}{Y_{12}} = \frac{1}{Y_{12}} + \frac{1}{Y_{31}} + \frac{1}{\left(\frac{Z_{12} Z_{31}}{Z_{23}}\right)}$$

Ahora, si utilizamos el concepto de admitancia, definiéndola como el dual de la impedancia, no el valor contrario, claro está, es decir:  $y_i = 1/z_i$ , las expresiones no quedan duales sino idénticas:

$$Z_{12} = Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 Z_2}{Z_3} \quad y_{12} = y_{12} + y_{31} + \frac{y_{12} y_{31}}{y_{23}}$$



Lo que corresponde a uno de los principios generales de la dualidad: expresiones de propiedades duales enunciadas con términos duales quedan idénticas.

Un caso clásico son los equivalentes de Thevenin y de Norton.

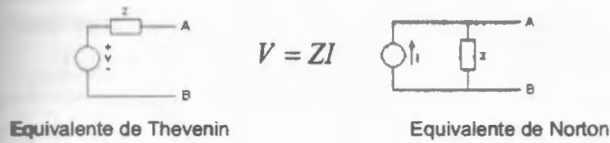


Figura N° 4: Comportamiento dual de los equivalentes de Thevenin y de Norton.

Cualquier circuito lineal de dos terminales se puede representar por una fuente de voltaje en serie con una impedancia es una expresión idéntica a "cualquier circuito lineal de dos terminales se puede representar por una fuente de corriente en paralelo con una impedancia". Decimos que son idénticas en la estructura y los en los términos no duales.

### 3. Dualidad en motores y generadores

En los motores de C.D. clásicos encontramos el motor compuesto y el motor serie. Como el primero se controla por voltaje y el segundo se controla por corriente, la dualidad se impone.

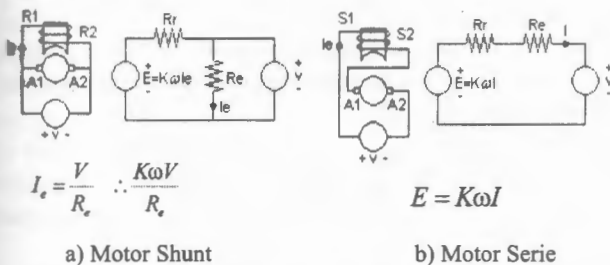


Figura N° 5: Comportamiento dual de los motores de C.D.

Al ser duales en el aspecto de su control esperamos encontrar esta misma dualidad en su comportamiento, por ejemplo en su característica torque en función de la velocidad.

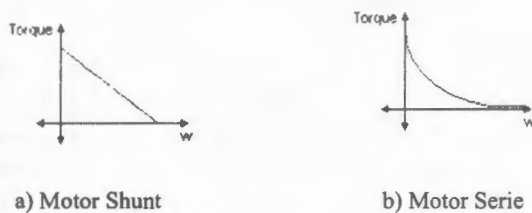


Figura N° 6: Curvas de Torque vs ω de los motores de C.D.

Un análisis somero nos diría que la diferencia de comportamiento no es propiamente dual, pero si advertimos

que siempre ha existido una diferenciación natural entre lo recto y lo curvo, entre lo brusco y lo suave, entre lo masculino y lo femenino, la negación de la posible relación dual entre los funcionamientos se hace mas dudosa, y pierde toda validez cuando nos enteramos que los técnicos en la industria suelen catalogar a estos motores como "duros" y como "blandos", respectivamente.

En los motores de C.A. también existe un par de máquinas que son duales. Se trata de la máquina de inducción y de la máquina sincrónica.

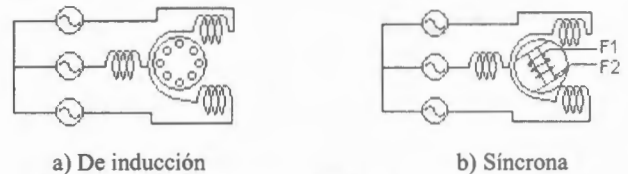


Figura N° 7: Comportamiento dual de las máquinas de C.A.

En su comportamiento solo mencionaremos que lo recto y lo curvo también se dan. La máquina sincrónica se caracteriza por una gráfica recta de torque, pues solo funciona a la velocidad sincrónica, mientras la máquina de inducción se caracteriza por una gráfica curva y funciona a todas las velocidades menos a la sincrónica.

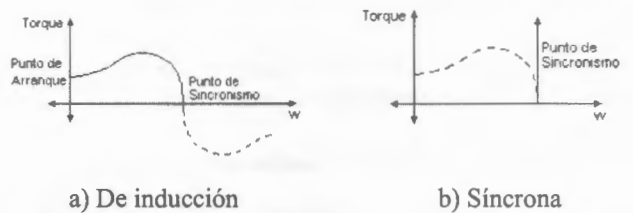


Figura N° 8: Curvas de Torque vs ω de los motores de C.A.

### 4. Dualidad en transmisión y distribución

Los estudios de distribución y transmisión tienen como casi únicos protagonistas a los dispositivos de dos pares de

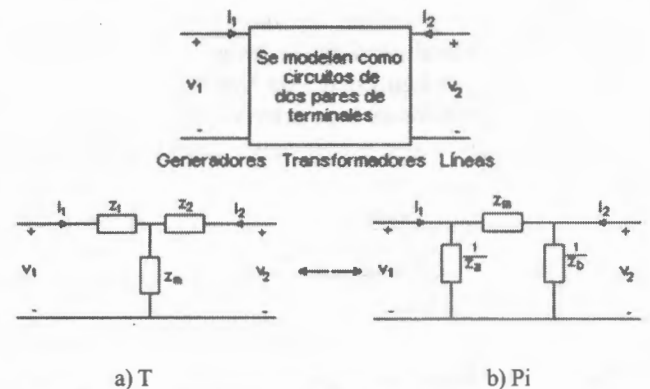


Figura N° 9: Comportamiento dual de los equivalentes T y Pi en redes de dos pares de terminales

terminales. Ahora, estos dispositivos se caracterizan por los sabidos circuitos equivalentes en Y y en Pi. Circuitos equivalentes que solo son réplicas de los circuitos en Y y en Delta cuya dualidad es conocida.

Pero resulta mucho más interesante generalizar la idea de los equivalentes de Thevenin y de Norton a estos circuitos y hablar de equivalentes de Thevenin y de Norton para circuitos de más de dos terminales. Con esta interpretación, los equivalentes se dibujarían así:

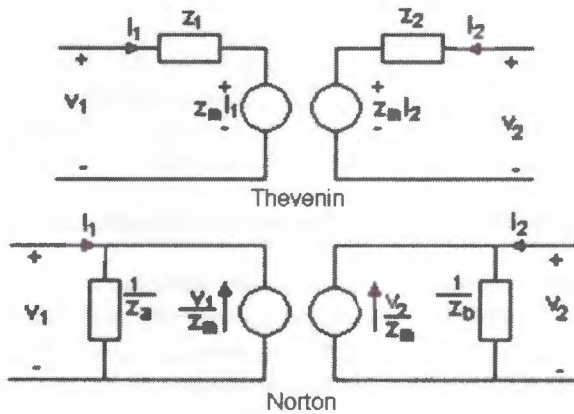


Figura N° 10: Forma general de representar los equivalentes T y Pi como equivalentes de Thevenin y de Norton.

Si los circuitos son bilaterales, lo que solo significa que  $Z_{m1} = Z_{m2}$ , se pueden simplificar a la forma usual.

### 5. Estudios de regulación y rendimiento

Son estudios fundamentales en cualquier dispositivo:

- **Regulación:** Consiste en mantener la variable de salida sin importar la carga que se le pida.
- **Rendimiento:** Consiste en aprovechar la energía que se le da.

En el caso de regulación las líneas de transmisión, generadores y transformadores se reducen en los estudios de regulación a un equivalente de Norton o  $\partial$ , donde los circuitos en derivación de los extremos no influyen en esta característica, en cambio si influyen en el rendimiento.

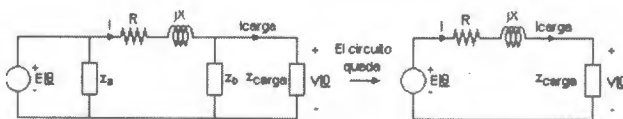


Figura N° 11: Modelo general para representar los dispositivos en estudios de regulación y rendimiento.

En ambos estudios la tensión interna de los generadores y la aplicada en líneas y transformadores se asume constante en magnitud. Lo que se hace variar es la magnitud de la carga y sus componentes resistivos y reactivos.

Concentrémonos en el estudio de la regulación, tomando como punto de partida los diferentes tipos de carga ideal y sus diagramas fasoriales.

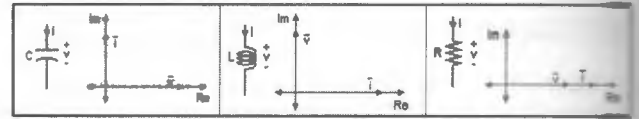


Figura N° 12: Diagramas fasoriales de cada uno de los tipos de cargas.

Diagrama fasorial general.

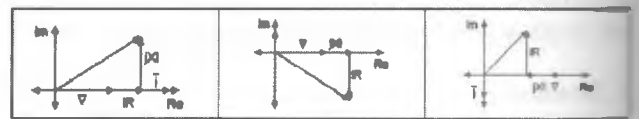


Figura N° 13: Diagrama fasorial general.

Ecuaciones.

$$|V| = \sqrt{|E|^2 - |I|^2 X^2 - |I|^2 R^2} \quad |V| = \sqrt{|E|^2 - |I|^2 X^2 - |I|^2 R^2} \quad |V| = \pm \sqrt{|E|^2 - |I|^2 X^2}$$

A partir de las anteriores ecuaciones obtenemos el gráfico tradicional, en el cual no se puede observar el fenómeno de la dualidad.

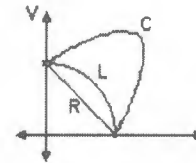


Figura N° 14: Gráfica tradicional del comportamiento del voltaje y la corriente frente a los diferentes tipos de cargas.

Pero si se grafican completas las características en los cuatro cuadrantes, la dualidad se pone de manifiesto.

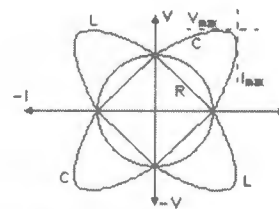
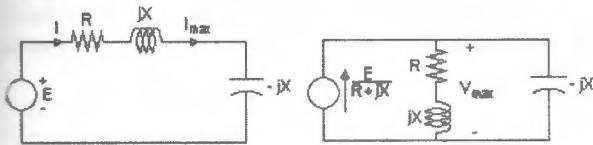


Figura N° 15: Gráfica completa del comportamiento del voltaje y la corriente frente a los diferentes tipos de cargas.



En esta presentación inédita se pone de manifiesto que la carga L y la carga C se pueden considerar completamente duales. En estas gráficas vemos dos puntos que deben ser duales: El punto de corriente máxima y el punto de voltaje máximo. Con un poco de cuidado descubriremos a que comportamientos duales corresponden.



$$I_{\max} = \frac{E}{R} \quad V_{\max} = \frac{EX}{R}$$

Figura N° 16: Circuitos donde la carga genera los puntos de máxima corriente y máximo voltaje.

La corriente máxima corresponde a la resonancia de Thevenin y el voltaje máximo corresponde a la resonancia de Norton.

## 6. El transformador

Se nos dice que el circuito magnético del transformador es análogo del eléctrico. Pero podemos ver que no es el análogo en realidad sino el dual.

Una forma muy conveniente de abordar el estudio de un transformador real es primero estudiar su modelo ideal. Para encontrar las ecuaciones de un transformador se utiliza el circuito magnético dual, que se fundamenta en la dualidad de las ecuaciones de Maxwell, de las cuales damos las versiones vectoriales y las versiones aplicadas a los circuitos magnéticos en régimen fasorial.

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \iint \vec{J} \cdot d\vec{A} \quad \text{y} \quad \nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\phi = \frac{\sum N_a i_a}{Rel} \quad \phi = \frac{V_a}{N_a \omega}$$

Como es la misma para todos los devanados se puede considerar sólo un factor de escala, y donde Rel, es el parámetro conocido como reluctancia. Por lo tanto, modifiqué la representación usual del circuito magnético análogo, introduciendo el nuevo concepto de circuito dual magnético, en el que las fuentes de voltaje corresponden a las corrientes del circuito eléctrico y las corrientes del circuito magnético corresponden a los voltajes del circuito eléctrico. Veamos algunos ejemplos:

### Transformador 2 devanados.

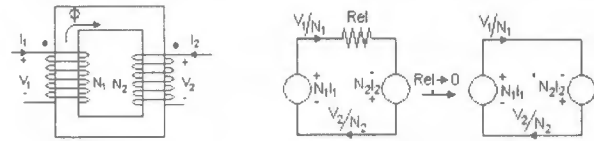
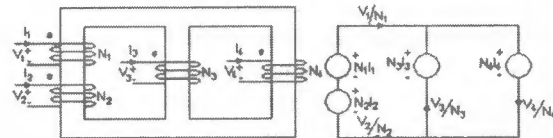


Figura N° 17: Esquema físico y circuitual de un transformador de 2 devanados.

Observen que en cada devanado se hace el cambio dual: voltaje por NI y flujo por V/N. Para el caso ideal Rel = 0. El circuito magnético nos da las ecuaciones del transformador ideal.

El dual de este transformador es el mismo y su estudio no tiene interés. Ahora enfrentemos el problema de encontrar las ecuaciones de un transformador desconocido.



$$N_1 I_1 + N_2 I_2 = -N_3 I_3 = -N_4 I_4$$

$$\frac{V_3}{N_3} + \frac{V_1}{N_1} = \frac{V_4}{N_4} \quad \frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2}$$

Figura N° 18: Esquema físico y circuitual de un transformador "desconocido".

### Transformador 10 de 3 devanados y su dual.

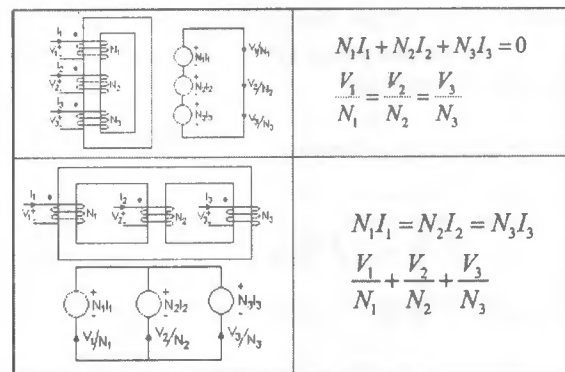


Figura N° 18: Esquema físico y circuitual de un transformador 10 de 3 devanados y su dual.

## 7. Transformadores 30

Siempre existe el dual de una máquina; sería de esperar que los transformadores 30 que se usan sean duales entre ellos.

Curiosamente no se usan los duales y no se conoce ningún estudio sobre el posible uso de esos duales.

Transformador de 5 columnas.

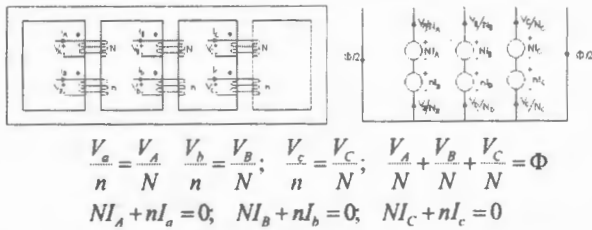


Figura N° 19: Esquema físico y circuitual de un transformador de 5 columnas. (Como un banco monofásico)

Las ecuaciones anteriores se deducen directamente del circuito magnético. Y de las ecuaciones anteriores se pueden deducir los comportamientos más importantes.

Comportamientos de terceros armónicos y secuencia cero. Como estos fasores se asumen iguales en cantidad y en ángulo se reemplazan cantidades iguales en las ecuaciones anteriores y obtenemos:

$$V_A = V_B = V_C = V_0 \quad I_A = I_B = I_C = I_0$$

$$V_a = V_b = V_c = V_\phi \quad I_a = I_b = I_c = I_\phi$$

$$\frac{V_0}{N} = \frac{V_\phi}{n} \quad \therefore \frac{3V_0}{N} = \phi_{neutro} = 0$$

$$NI_0 + nI_\phi = NI_0 + nI_\phi$$

Es decir, se comporta como tres transformadores normales de dos devanados independientes. Los armónicos de voltaje y de corriente pueden existir sin problemas, si lo permiten las conexiones exteriores.

Transformador de 3 columnas.

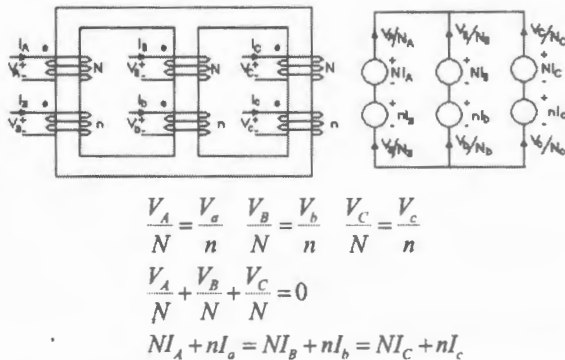


Figura N° 20: Esquema físico y circuitual de un transformador de 3 columnas.

Como siempre, las ecuaciones se deducen del circuito magnético. Y de estas concluimos que este transformador tiene un funcionamiento diferente a un banco trifásico de transformadores monofásicos.

Comportamiento de terceros armónicos y cantidades de secuencia cero. Los voltajes de secuencia cero y las corrientes de secuencia cero son fasores iguales.

$$V_A = V_B = V_C = V_0 \quad I_A = I_B = I_C = I_0$$

$$V_a = V_b = V_c = V_\phi \quad I_a = I_b = I_c = I_\phi$$

Al reemplazarlos en las respectivas ecuaciones deducidas del circuito equivalente obtenemos:

$$\therefore \frac{V_0}{N} = \frac{V_\phi}{n} \quad \therefore \frac{3V_0}{N} = \phi_{neutro} = 0$$

$$\therefore NI_0 + nI_\phi = NI_0 + nI_\phi \neq 0$$

Que significa que independientemente de la conexión exterior los voltajes de secuencia cero siempre serán nulos, y no habrá restricción para las corrientes de secuencia cero. O sea que este transformador se comporta como un corto para las cantidades de secuencia cero.

8. Corrientes de malla y voltajes de nodo

En el método de los voltajes de nodo siempre causa sorpresa a los estudiantes el concepto de nodo de referencia. Que el voltaje de un nodo pueda asumirse como cero siempre es un poco impactante. Esta extrañeza se atenúa en aquellos que tienen un concepto claro de la energía potencial; pero es algo que causa problemas a la mayoría. Pues como un modesto aporte de este artículo a la dualidad presentamos la noticia completamente inédita, absolutamente novedosa, de que también se puede asumir una de las corrientes de malla como cero. En realidad, como la dualidad siempre se cumple, era de esperar que los dos métodos se comportaran exactamente en forma similar para los voltajes el de voltajes de nodo y para las corrientes el método de las corrientes de malla. En efecto, para mostrar que se puede tomar cualquier corriente de malla como cero y resolver tranquilamente un circuito, resolveremos un caso bien sencillo.

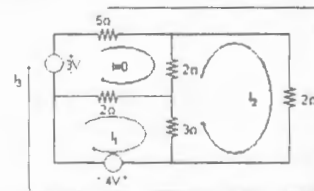


Figura N° 21: Solución del circuito por medio del método de corrientes de malla.

Planteamos las ecuaciones del problema.

$$-4 = 5I_1 - 3I_2 - 2I_0(0)$$

$$0 = 7I_2 - 3I_1 - 2I_0(0) + 2I_3$$

$$-1 = 7I_3 + 5I_0(0) + 2I_2$$

$$3 = 9I_0(0) - 2I_2 - 2I_1 + 5I_3$$

Solucionamos el problema, eliminando una de las ecuaciones que es redundante, como en el caso de los voltajes de nodo.

$$I_1 = -1.07407A \quad I_2 = -0.45679A \quad I_3 = -0.01234A$$

Que es la misma solución que se halla por el método de voltajes de nodo.

### 9. Conclusiones

- El principio de la dualidad es intrínseco de la naturaleza, y es muy importante conocerlo y aplicarlo en la pedagogía como en la investigación.
- De acuerdo con el principio de la dualidad todo teorema, conocimiento, desarrollo o máquina, dentro de la Ingeniería Eléctrica tiene necesariamente su dual.

- Existe una relación de dualidad entre el transformador de 3 columnas y el transformador de 5 columnas; el equivalente T y el equivalente Pi; entre el circuito magnético y el circuito eléctrico; entre el motor serie y el motor shunt y así en todo los aspectos de la ingeniería eléctrica.
- El método de las corrientes de malla es totalmente dual al método de los voltajes de nodos y con las mismas características.

### 10. Referencias

- [1] Díez S., Emiro y Lopera P, Jairo A., Circuitos Eléctricos. 2001 Medellín: U.P.B., (Serie Nabla-Delta N°25). 906p.
- [2] Díez S., Emiro., Máquinas Eléctricas Sincrónicas. 1997 Medellín: U.P.B., (Serie Nabla-Delta N°9). 334p.
- [3] Díez S., Emiro., Máquinas de conmutador: Algunas consideraciones sobre el diseño y problemas. 1991 Medellín: U.P.B., (Serie Nabla-Delta N°20). 191p.
- [4] Díez S., Emiro y Molina Juan C., Máquinas eléctricas de inducción. 1989 Medellín: U.P.B., (Serie Nabla-Delta N°20). 464p.

# Ambiente virtual de aprendizaje de soporte a la educación superior, ES\_AVA

MSc. Rafael Neftalí Lizcano Reyes  
Mg. Esperanza Aguilar de Florez  
Universitaria de Investigación y Desarrollo – UDI  
Dirección de Investigaciones  
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga

## Resumen

El presente trabajo de investigación se orientó a la consecución de un apoyo para construir saber acerca de: los usos de ambientes virtuales en procesos de aprendizaje, la utilización de plataformas de soporte para la gestión de aprendizaje en dichos ambientes, el establecimiento de pautas y lineamientos pedagógicos, temáticos, didácticos y tecnológicos que orienten el diseño, construcción y desarrollo de cursos o módulos de formación que planteen como estrategia el uso de plataformas de educación virtual, el diseño y construcción de objetos de aprendizaje, la capacitación y los papeles que deben asumir los estudiantes y los profesores en el reto que imponen los avances en la informática y las comunicaciones.

El trabajo se origina en la necesidad de crear espacios adecuados para que los miembros de la comunidad educativa (docentes, estudiantes, investigadores), tengan la oportunidad de participar en actividades de formación cuyas estrategias permitan el uso adecuado de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para aprender a analizar, comprender, interpretar y aprender a través de un proceso dinámico, colaborativo e interactivo. Y se justifica en el hecho de que el uso de las TIC permite crear plataformas para compartir conocimientos, proyectos y memorias; y más aún pueden contribuir a favorecer ambientes de aprendizaje dinámicos, agradables, efectivos y correctamente desarrollados, en los cuales la autoformación sea la principal protagonista dentro de los procesos de la enseñanza y el aprendizaje.

Como conclusión principal se aporta la definición de un marco teórico que sustenta: el diseño de un Ambiente Virtual de Aprendizaje, lineamientos para la puesta en operación de estos ambientes, estrategias para la construcción de recursos de contenidos (Objetos de Aprendizaje) y características de funcionamiento de un Sistema de Gestión de Aprendizaje. Elementos fundamentales a la hora de poner en marcha proyectos relacionados con educación virtual.

**Palabras claves:** AVA (Ambiente Virtual de Aprendizaje), SGA (Sistema de Gestión de Aprendizaje), OA (Objetos de Aprendizaje).

## Abstract

The present investigation work was guided to the attainment of a support to build know about: the uses of virtual learning ambients processes, the use of support platforms for the learning administration in this ambients, the establishment of rules and pedagogic, thematic, didactic and technological limits that guide the design, construction and development of courses or formation modules that outline as strategy the use of platforms of virtual education, the design and construction of learning objects, the training and the roles that the students and the professors should assume in the challenge that impose the advances in the computer science and the communications.

The work originates in the necessity of creating appropriate spaces so that the members of the educational community (teachers, students, investigators), have the opportunity to participate in formation activities whose strategies allow the appropriate use of the technologies of the information and the communication (TIC) to learn how to analyze, to understand, to interpret and to learn through a dynamic, collaborative and interactive process. Is justified in the fact that the use of the TIC allows to create platforms to share knowledge, projects and memoirs; and they can contribute to's favor the developed correctly of the learning ambients (dynamic, pleasant and effective), in which the formation own is the rol main inside the processes of the teaching and the learning.

As main conclusion the definition of a theoretical mark is contributed that sustains: the design of a Virtual Learning Ambient, rules for the setting in operation of these ambients, strategies for the construction of resources of contents (Learning Objects) and characteristic of operation of a Learning Management System. Fundamental elements when starting virtual education.

**Keywords:** AVA(Virtual Learning Ambient), LMS (Learning Management System), LO (Learning Objects).

## 1. Introducción

El ser humano se enfrenta al gran reto de estudiar, utilizar y promover nuevas formas de comunicar y administrar el conocimiento, las llamadas nuevas tecnologías han propiciado grandes cambios en las comunicaciones generando nuevos modelos para el manejo de la información.

Se podría decir, que todo inició cuando la imprenta apareció dando un gran impulso al modelo de comunicación donde el papel era el gran soporte de la información y el principal instrumento para la transmisión del conocimiento. Luego las tecnologías informáticas generaron cambios significativos en la forma de trabajar, de leer y de comunicar, la información se digitalizó, creando un nuevo modelo de comunicación donde el soporte de la información no era el papel, sino el computador, pasando éste último, de ser una veloz calculadora a una sofisticada máquina de comunicación. La evolución de las tecnologías dio origen a la telemática, la que ha posibilitado mediante el uso de redes telefónicas, satélites y ondas radiales, la interconexión entre los computadores formando redes de comunicación, que se convierten en las grandes avenidas por donde transita la información en diversas formas (textos, imágenes, sonidos y videos) y hacen posible el trabajo en equipo a distancia.

Una persona (estudiante, empleado, profesor, investigador) que tenga acceso a las redes de computadores podrá entrar en ese espacio «virtual» y acceder de forma rápida al contenido de un documento que se encuentra en algún espacio «real». El concepto del espacio «virtual» ha hecho realidad el poder superar las barreras de ubicación impuestas por la distancia, abriendo un mundo de nuevas oportunidades en el campo educativo. La generación de estudiantes que ha aprendido en salones de clase con poca tecnología, debe adaptarse a nuevas formas de enseñanza donde es necesario un proceso de actualización en el manejo de computadores y redes, una formación en nuevos métodos de la enseñanza y el aprendizaje y un conocimiento de los nuevos formatos para manejar la información, los cuales son factores que representan nuevas barreras a superar.

Los Ambientes Virtuales de Aprendizaje constituyen hoy en día un soporte valioso a los procesos de formación que se dan en las diferentes instancias o modalidades educativas de las entidades que han adoptado la estrategia de la virtualidad como un lineamiento institucional, ya que permiten ofrecer las herramientas y espacios pertinentes de comunicación, consulta, evaluación, y seguimiento necesarios en todo ambiente de aprendizaje, usando Internet y sus servicios como vehículo de transporte de información y gestión efectiva del aprendizaje, con sus características únicas de inmediatez en la respuesta, accesibilidad

independiente de la geografía, atemporalidad, facilidad de retroalimentación, variedad de medios, tecnologías y técnicas de producción de medios didácticos efectivos, e integración de la comunidad educativa a las ventajas globales que ofrece la red mundial como fuente de información relevante para la construcción de la sociedad del conocimiento.

## 2. Educación virtual

Con la mediación de la tecnología es posible crear nuevos escenarios que permiten crear condiciones para que un individuo se apropie de nuevos conocimientos, de nuevas experiencias, de nuevos elementos que le generen procesos de análisis, reflexión y apropiación. Permitiendo una socialización diferente, ofreciendo posibilidades de interacción con estudiantes que estén geográficamente distantes, facilitando de esta forma el intercambio de experiencias, expectativas, actitudes y valores con individuos de otras culturas y contextos.

La incorporación de la tecnología a la enseñanza afecta más a la forma como se enseña (nuevas estrategias), que a la función de la enseñanza. Se pueden utilizar las TIC para transmitir información, para discutir un tema en una conferencia o foro, también para el aprendizaje a partir de la construcción de proyectos, resolución de problemas, el aprendizaje colaborativo; la novedad estriba en que se pueden realizar todas estas actividades en un ambiente de aprendizaje que se denomina virtual. El concepto de lo virtual en la educación, no hace referencia a algo ficticio o a una educación simulada, muy al contrario de todo esto la Educación Virtual es una estrategia educativa que permite una alta interacción entre los actores del proceso educativo, interacción posible en ausencia de un espacio y tiempo común entre los participantes. Entonces, lo virtual es el lugar, el contexto, el espacio de encuentro, no el proceso educativo.

## 3. Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA)

Los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA), son aquellos entornos de aprendizaje que se crean en las organizaciones y en las instituciones educativas, apoyados con las TIC. En este tipo de ambientes se tienen la informática y las redes de comunicación como medios al servicio de quien aprende. El éxito en el diseño e implementación de estos entornos en instituciones educativas exige una actitud abierta al cambio de papel de los integrantes de la comunidad; los maestros son orientadores de los procesos de aprendizaje y los estudiantes son protagonistas y únicos responsables de éstos.

Los AVA deben diseñarse e implementarse sin perder de vista características como:



- El uso de la interactividad y el control para posibilitar el protagonismo del estudiante.
- La creación de micromundos relevantes y significativos, así como de situaciones y retos que tengan en cuenta el nivel, los conceptos previos, la edad y el grupo social del estudiante, y sean coherentes con los ambientes de aprendizaje que se ofrecen.
- El uso del computador y de las redes aprovechando su potencial para el almacenamiento y la recuperación de información y conocimiento, para prácticas de simulación, para la articulación de datos dispersos y de diversas fuentes de información y para el análisis de hipótesis alternas.
- El uso adecuado de elementos hipermediales, que permita el acceso fácil a material preparado, incluyendo gráficas animadas, simulaciones, audio y videos.
- La posibilidad de transferencia de información instantánea entre los estudiantes y el profesor en ambas direcciones, así como entre estudiantes, lo cual facilita la distribución de materiales y la socialización y el análisis de resultados.
- El cumplimiento de estándares para el diseño de herramientas informáticas.
- Uso de protocolos de comunicación para lograr la cooperación en grupo, donde varios estudiantes o el profesor y los estudiantes, pueden compartir un espacio de trabajo para construir un producto relacionado a la interpretación de unos conceptos, desarrollar un proyecto, estudiar un caso o solucionar un problema en sus respectivos computadores.
- La propuesta de actividades adicionales que planteen al estudiante el análisis crítico de artículos, la revisión de fuentes bibliográficas, la invitación a compartir sus experiencias y saberes, el trabajo en grupo y el estudio de situaciones problema.

Un ambiente virtual aporta un elemento metodológico nuevo, o más bien no tan nuevo en la medida que ya ha sido experimentado en clases tradicionales, como lo es el trabajo en grupo, seguido por una puesta en común orientada por el profesor. Se debe diseñar un entorno favorable para la colaboración entre todos los estudiantes, quienes son los que deben interesarse en interactuar con los materiales, el profesor, los demás estudiantes o cualquier otro participante que haya entrado en la dinámica del curso (experto, investigador, figura de la ciencia).

#### 4. Sistemas de Gestión de Aprendizaje (SGA)

El SGA es la herramienta a través de la cual se ofrecen las áreas de trabajo y los servicios sincrónicos y asincrónicos necesarios para diseñar, elaborar e implementar un ambiente

virtual. Representa el recurso tecnológico (componentes de software) que agrupa las funciones necesarias para los usuarios que hacen parte activa de un AVA. Se denominan de varias formas de acuerdo al contexto y el lenguaje utilizado, entre esos nombres se encuentra: LMS (Learning Management System), Plataforma on-line, plataforma de teleenseñanza, Plataforma de apoyo al AVA, software de conferencia y plataforma virtual.

La caracterización y selección de un SGA no puede plantearse bajo una perspectiva única de acceso a la información, los usuarios no pueden ser considerados como emisores y receptores pasivos de la misma, es necesario entonces identificar variables que determinen entornos que permitan establecer un proceso de formación en AVA como un acto activo y constructivo, en el cual los participantes estarán en continua interacción con la interfaz, con los materiales, las actividades y con los demás actores del proceso.

El SGA debe permitir la realización de procesos dinámicos e innovadores encaminados hacia la mejora de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje, y soportados en el uso de las TIC. Algunas de los objetivos que supone el uso de un SGA como apoyo a un AVA en la educación superior, son:

- Aumentar la cantidad y calidad de los materiales y recursos de aprendizaje, propios y ajenos, y facilitar su acceso a los estudiantes.
- Incrementar las posibilidades de comunicación didáctica entre los docentes y los estudiantes y entre los propios estudiantes.
- Aumentar la flexibilidad y variedad de las actividades didácticas que se desarrollen dentro del proceso de formación.
- Contribuir a la formación de los estudiantes en habilidades tecnológicas y metacognitivas (autoaprendizaje, planificación de actividades y autoevaluación).
- Flexibilizar y Controlar el tiempo de estudio (o actividades extractase), con el fin de adaptarse a las necesidades y posibilidades de los estudiantes.

El disponer de un buen SGA no garantiza la mejora de la calidad de la enseñanza. El uso de estas plataformas permite encaminarse hacia la consecución de mejoras en los procesos de formación, pero a la disponibilidad de los recursos tecnológicos, deben agregarse, entre otras cosas, planes de formación docente, lineamientos y estrategias didácticas y adecuadas al eLearning, medidas de apoyo a la innovación educativa y a la generalización de buenas prácticas docentes, en fin, tener un buen SGA es un gran paso en lograr AVA adecuados y pertinentes a la educación superior, pero es solo uno de los tantos pasos que hay que dar.





Figura 1. Página principal del sitio web de ES-AVA

Con el fin de caracterizar el SGA, se puede plantear el estudio del mismo desde que funciones son deseables desde el punto de vista de los actores del sistema, y además establecer unos indicadores que permitan evaluar y verificar la pertinencia de la selección del SGA como plataforma de apoyo. En el marco del proyecto ES-AVA, donde se selecciono MOODLE- Modular Object Oriented Distance Learning Environment [1] (Ver Figura 1), se establecieron las siguientes categorías y se contextualizo en cada una la evaluación de la plataforma:

- Información técnica.
- Recursos para edición de contenidos.
- Apoyo al proceso de formación
- Administración y gestión académica.
- Interfaz, ayudas y comunidades de apoyo

#### 4. Objetos de Aprendizaje (OA)

El diseño, desarrollo y montaje de los contenidos que se vayan a incluir en un curso en línea, necesitan una adecuada planificación para crear una estructura que facilite la apropiación de los conceptos presentados por parte de los estudiantes.

Los OA se pueden definir como pequeñas unidades de contenido interactivo, que deben tener la posibilidad de ser

reutilizables. Dichos objetos pueden utilizar los formatos Web estándar (html, xml, swf, jpg, gif, pdf), para realizar la presentación de los temas, destinados al fácil acceso por parte de los usuarios de un AVA; en otras palabras los contenidos se pueden montar en todos aquellos archivos que se puedan ver desde un navegador.

La interactividad del objeto de aprendizaje no solo se refiere a si estos tienen simulaciones o Applets los cuales el usuario pueda manipular, dicha interactividad se refiere a la capacidad de estos objetos de registrar el progreso de alumno y las diferentes interacciones que ha hecho con sus componentes. Los objetos de aprendizaje deben perseguir las siguientes características claves:

- **Globalidad:** Capacidad para describir el proceso de aprendizaje dentro de una Unidad de Aprendizaje, incluyendo referencias a otros objetivos de aprendizaje y a todos los servicios que sean necesarios necesarios para completar el proceso.
- **Flexibilidad Pedagógica:** Se debe aportar significatividad y funcionalidad pedagógica a todos los elementos que están integrados en la unidad de aprendizaje.
- **Personalización:** El contenido y las actividades descritas en una unidad de aprendizaje deben poder adaptarse según las preferencias, necesidades y circunstancias de los usuarios.



- **Formalización:** Descripción formal del diseño de aprendizaje para que sea posible su procesamiento automático.
- **Interoperabilidad:** Los diseños de aprendizaje deben ser intercambiables, de tal manera que se pueda trabajar en cualquier herramienta o entorno.
- **Compatibilidad:** Compatibilidad con otras especificaciones o estándares.
- **Reusabilidad:** Debe permitir integrar cualquier tipo de producto educativo y, a su vez, reutilizarlo en diferentes contextos[2]. Para cumplir esta característica, los OA deben tener asignadas una serie de campos que identifican y describen lo que contienen (Metadatos), de tal forma que puedan distinguirse de otros OA.

En el momento de construir un curso Virtual, se dispone de un sin número de elementos que se agrupan con la idea de formar lecciones que nos permitan desarrollar un tema asociado a un objetivo de aprendizaje (Ver figura 2). Esta forma de estructurar los contenidos de un curso es bastante sencilla de mencionar, pero se requiere de una metodología técnica que permita garantizar que puedan ser utilizados de forma fácil por los usuarios, en diferentes entornos, incorporando un variado número de tipos de productos educativos y que sean validos para diferentes contextos.



Figura 2. Estructura de un curso en función de elementos básicos

La necesidad de reutilizar los materiales en distintas plataformas dio origen a la creación de estándares que permitan la documentación, búsqueda y distribución de los contenidos educativos. Entre los estándares que se han generado, uno de los más importantes es el IMS desarrollado por el Global Learning Consortium[3] y a partir de este, el

SCORM desarrollado por Advanced Distributed Learning (ADL)[4] y el Institute of Electrical and Electronics Engineers.

### 5. SCORM (Shareable Courseware Object Reference Model Initiative)

Empezó como una iniciativa formada en 1997 por ADL, que es un programa del Departamento de Defensa de los Estados Unidos que busca desarrollar principios y guías de trabajo para el desarrollo y la implementación de formatos en la formación educativa basados en tecnologías Web. Este Departamento, organizó iniciativas como el sistema de descripción de cursos en XML de la IMS, el mecanismo de intercambio de información mediante una API pensado por la AICC y la descripción de conjuntos de objetos de aprendizaje en forma estructurada aportado por el Comité de Estandarización de Tecnologías Educativas del IEEE y las juntó en el estándar SCORM, *Modelo de Referencia para Objetos de Contenidos Intercambiables*.

El creador de los OA, les da una estructura en pro de facilitar su uso y lo empaqueta en un único fichero. Este paquete se puede almacenar en un repositorio o distribuir en diferentes cursos; para que no se pierda la organización que le dio el autor, va acompañado de un manifiesto, es decir, de un documento donde queda reflejado el contenido y el orden o secuencia con que se puede seguir para lograr los conocimientos. El contenido del manifiesto son metadatos, es decir, datos que proporcionan datos de los objetos de aprendizaje que contiene el paquete. Lo que está estandarizado es el manifiesto, que no es otra cosa que un documento donde queda reflejada la información sobre la estructura en que se organizan los objetos de aprendizaje. Este manifiesto es interpretado por unas hojas de estilo que transforman los metadatos escritos en lenguaje XML y permiten visualizar los contenidos dentro de un Sistema que los gestiona.

Las características de un OA empaquetado utilizando el estándar SCORM (SCO), son[5]:

- **Accesibilidad:** Es la capacidad para localizar y acceder a componentes de aprendizaje situados en una localización remota y para poder usarlos en otras localizaciones. SCORM resuelve el requisito proporcionando una manera estándar de empaquetamiento de contenidos como objetos reutilizables. A cada SCO le está asociado un conjunto de metadatos informativos que describen los temas que contienen, facilitando las búsquedas.
- **Interoperabilidad:** Es la habilidad de poder enlazar los SCO empaquetados con diferentes herramientas, en distintas plataformas de gestión de aprendizaje. SCORM



- define los requerimientos para el protocolo de comunicación entre los LMS y cada objeto de aprendizaje, mediante un vocabulario único para el intercambio de datos.
- **Durabilidad:** Es la capacidad de un componente educativo de hacer frente a los cambios tecnológicos para evitar que se vuelvan obsoletos. SCORM responde por la estandarización de las comunicaciones entre los LMS y los contenidos.
  - **Reusabilidad:** Es la flexibilidad de incorporar componentes educativos en múltiples aplicaciones y contextos. Gracias a los metadatos se pueden usar los SCO's creados por diferentes herramientas y autores para diversos propósitos. El estándar SCORM ha sido creado para que los sus objetos sean montados en LMS, cambiando el esquema de los cursos virtuales. Las lecciones ya no serían un conjunto enlazado de objetos de aprendizaje, sino un fichero único como se muestra en la siguiente figura.

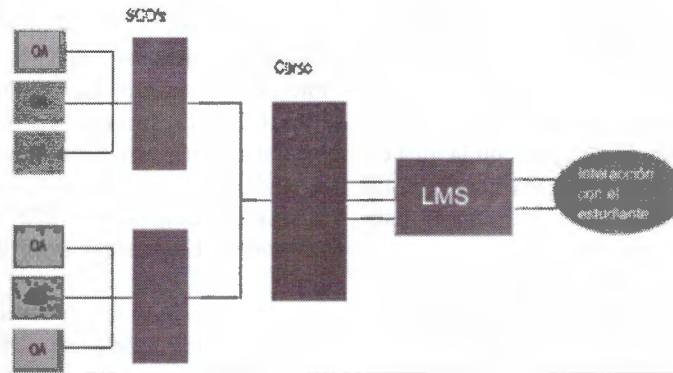


Figura 3. Estructura de un curso desde el uso SCO.

## 6. Referencias

- [1] Comunidad Moodle. Consultado el 20 de octubre de 2005 en: <http://www.moodle.org>
- [2] Gonzalez, M. Cómo desarrollar contenidos para la formación online basados en objetos de aprendizaje. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II, Febrero, 2005. Consultado el 4 de marzo en: <http://www.um.es/ead/red/M3/>
- [3] Página oficial de IMS. Consultado el 15 de marzo de 2006 en: <http://www.um.es/ead/red/M3/>
- [4] Página oficial de ADLNET. Consultado el 20 de marzo de 2006 en: <http://www.adlnet.org/>
- [5] Zapata, M.. Secuenciación de contenidos y objetos de aprendizaje. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II. Febrero, 2005. Consultado el 24 de mayo de 2006 en: <http://www.um.es/ead/red/M2/zapata47.pdf>



# Enseñanza de la programación de computadores

Fabián Ríos Castrillón  
Universidad de Antioquia - Grupo SICOSIS, Medellín  
Departamento Ingeniería de Sistemas

---

## Resumen

Entre las competencias centrales promovidas en la enseñanza en ingeniería están las habilidades para analizar y calcular. Para ello una de las estrategias usadas es la automatización de cálculos basados en el potencial de trabajo que ofrecen los computadores. Sin embargo en la enseñanza de esa actividad se presentan prejuicios y retos que a veces desmotivan y dificultan la labor.

En la ponencia se muestran algunos resultados de dos investigaciones realizadas con la comparación de tres métodos en una y la comparación de dos medios en la otra utilizados en la búsqueda por hacer más simple y motivador el proceso tanto para los estudiantes como para los profesores.

En la primera el diseño experimental se centró en descubrir cual de tres métodos de enseñanza producía mejor desempeño en los estudiantes y se probó estadísticamente que el mejor era el que contaba con la presencia de una ayuda didáctica especializada diseñada para el proceso.

En la segunda se estudió y probó una hipótesis sobre si ocurriría un mejor desempeño de los estudiantes cuando se inician en la programación con un lenguaje realizado para éste propósito que cuando se inician con uno realizado para la producción industrial.

**Palabras claves:** Didáctica, algoritmos, programación

## Abstract

In the main skills promoted in the teaching of engineering, we can find the skills to analyze and calculate. For this purpose, one of the strategies used is the automatization of calculus based in the work potential that computers offer. However the education of this activity presents prejudices and challenges that difficult this task.

In this paper are showed some of the results of two researchs done to compare three methods, in one of them, and to compare two tools, in the other, both used in the search to make the process more simple and convincing for students and teachers.

In the first investigation the experimental design was centered in discovering which of the three methods of teaching produces a better performance in the students and it was proved with statistics that the best method was the presence of a didactic help specially designed for the process.

In the second, a theory was studied and proved. The point was to find out if a better performance of the students occurred if, when they begin in programming, they do it with a language done for this purpose (teaching) than if they begin with a programming language whose goal is industrial production.

**Keywords:** Didactic, algorithms, programming

## 1. Introducción

Una forma interesante de promover habilidades en aplicación, análisis y síntesis es la planificación de las operaciones que ha de efectuar un computador para resolver un problema. A tal actividad usualmente se le llama programación de computadores [1] e inicialmente fue del ámbito exclusivo de científicos. Posteriormente se popularizó entre profesionales de ciencias, ingeniería y economía debido a la aparición de lenguajes más versátiles y de automatismos

que facilitaron la tarea de realizar cálculos. Sin embargo esa tarea aún resulta algo mítica ante el novato debido a la minuciosidad de la actividad intelectual que debe dedicarle para llevarla a cabo y esto es agravado por la complejidad de los lenguajes de producción industrial que exigen al aprendiz muchas horas de estudio de sus características antes de poder llegar a experimentar y evidenciar los efectos de su pensamiento. Tales circunstancias le hacen creer que es una

tarea muy compleja y le indisponen contra algunas de las labores que le son más naturales tales como pensar, proponer, experimentar, reflexionar y planificar. Y toda esa distorsión por estar abrumado con la inmensa cantidad de detalles sintácticos y estructurales de los lenguajes usados normalmente en la enseñanza.

Se han construido algunas herramientas para que sirvan de apoyo en el proceso de aprendizaje-enseñanza tratando de ayudar en la búsqueda mundial de los profesores por desmitificar la iniciación en la programación. Una de ellas viene siendo utilizada experimentalmente en la Universidad de Antioquia con el propósito de motivar a los estudiantes y mostrarles lo divertida que puede llegar a ser tal labor cuando la atención es puesta en las actividades intelectuales superiores más que en actividades de acumulación enciclopédica.

## 2. Algunas investigaciones

En éste escrito se hace referencia a dos de las investigaciones directas en el medio colombiano en las cuales se midieron estadísticamente efectos logrados en un curso de iniciación en la elaboración de algoritmos.

En la primera fueron estudiados efectos debidos a cuatro factores aplicados en un curso regular de segundo semestre en Ingeniería de Sistemas: el estado inicial del estudiante en el tema, el grupo (con profesor diferente) en el que estaba el estudiante, la intensidad del estudio previo a las pruebas evaluadoras y el tratamiento dado al estudiante[2].

El factor conocimientos iniciales tuvo tres niveles definidos como:

1. Ningún conocimiento (nada de diagramación, algoritmos o programación),
2. Algún conocimiento (algo de diagramación o algoritmos) y
3. Conocimiento del tema (mucho de programación).

El factor grupo tuvo dos niveles pues había dos profesores que impartían el curso:

1. Estudiantes del grupo con el profesor A, y
2. Estudiantes del grupo con el profesor B.

El factor estudio tuvo tres niveles según rangos de tiempo en minutos dedicado:

1. Con poco estudio [0, 240],
2. Con nivel medio de estudio (240, 480], y
3. Con alto estudio (480, infinito].

El factor tratamiento tuvo tres estrategias didácticas:

1. Estudiantes sin apoyo didáctico fuera del profesor,
2. Estudiantes con un programador que los apoyaba codificando sus algoritmos en el lenguaje de programación Pascal y
3. Estudiantes que dispusieron de una versión inicial del lenguaje Lexico aunque no se les enseñó.

Los resultados cuantitativos mostraron que no había incidencia estadísticamente significativa debido a efectos por las combinaciones de esos factores.

Solamente se encontraron efectos debidos a dos factores aislados: con un nivel de significancia de solo un 10% apareció la intensidad de estudio pero con valores estadísticamente significativos que estuvieron entre 1.2% y el 2.8% fue resaltado el factor **tratamiento**.

Los promedios de notas obtenidas por los estudiantes en el factor tratamiento fueron:

Sin apoyo adicional: 3.68,  
Apoyados por un programador: 4.13  
y Con Lexico disponible: 4.19

Con lo anterior se probó que los estudiantes obtienen un mejor desempeño cuando disponen de un apoyo didáctico adicional al profesor.

El mejor promedio de notas correspondió al tratamiento con apoyo del lenguaje Lexico el cual, además, resulta abiertamente menos costoso que los servicios permanentes de un programador que permita evidenciar frente al computador las experiencias en lógica de los estudiantes.

Basados en las respuestas cualitativas expresadas por los estudiantes con apoyo Lexico se encontró que "La gran mayoría resaltan su importancia en el proceso de aprendizaje y lo motivante que resultó su uso (el número de experimentaciones resultó muy por encima de lo esperado)"[2] y esto corroboró las cifras halladas para la intensidad en el estudio en las cuales ellos se mostraron con promedios de dedicación superiores en las pruebas evaluadoras.

Debido a los resultados de la anterior investigación mencionada donde se encontró que solo era relevante estadísticamente hablando el factor tratamiento aplicado a los estudiantes, a que en sus conclusiones se propone la necesidad de efectuar exploraciones en estudiantes de menor nivel de estudio, a que la tendencia mundial de los jóvenes es iniciarse más temprano en su preparación en la



programación de computadores[3], a que las máximas aspiraciones mundiales del ramo proponen una opción para centrar los cursos de iniciación en el estudio del paradigma orientado a objetos[4] y a que ya existen serios indicios sobre la necesidad de ubicar ese tipo de cursos en el primer semestre de programas universitarios[5], se planteó la segunda investigación referenciada aquí en la cual se buscó estudiar efectos que pudieran tener dos herramientas sobre el nivel de desempeño en grupos de estudiantes ahora de los grados 9, 10 y 11 de secundaria. Esa investigación contó con el apoyo de la Secretaría de Educación del municipio de Copacabana Antioquia, de los colegios ubicados en esa localidad y del grupo SICOSIS en el departamento de Ingeniería de Sistemas en la Universidad de Antioquia[6].

Para el trabajo de campo se diseñaron y realizaron dos cursos paralelos extracurriculares de 40 horas, se proporcionaron versiones separadas de lenguajes que corren sobre la misma plataforma .NET, con soporte para tecnología moderna orientada a objetos y medios de desarrollo basados en texto para minimizar la mecanización del proceso de diseño y obligarlos a concentrarse en la lógica. Uno es de carácter profesional, de moda actualmente para la producción industrial, el lenguaje C#[7] y el otro es de carácter didáctico, el lenguaje Lexico[8].

La investigación mostró mediante pruebas con el estadístico t o student que el apoyo especializado produce mejores resultados en los estudiantes y permitió rechazar la hipótesis nula que planteaba que no había efectos sobre el rendimiento de los estudiantes al proporcionar diferenciadamente los dos tratamientos. Dicho más exactamente, se rechazó el supuesto que las medias poblacionales para las notas obtenidas en ambos grupos fueran iguales.

La prueba de la hipótesis fue **significativa estadísticamente** y ello motivo a repetirla utilizando un criterio más estricto dando como resultado que la hipótesis nula se podía rechazar con un nivel **altamente significativo** o error tipo I del 1% que puede leerse como una confiabilidad del 99% y que representan valores muy estrictos en términos de investigación social.

Los promedios de notas fueron:

Para el grupo con tratamiento C#: 3.22 y

Para el grupo con tratamiento Lexico: **3.90**.

Desde el punto de vista de resultados cualitativos se encontró que "Iniciar la programación con un lenguaje como C# lógicamente es posible, pero puede implicar demasiado tiempo para la adquisición de conceptos base de la programación orientada a objetos (POO), debido a que a la

final los estudiantes no terminarían comprendiendo bien lo que hacen o por qué lo hacen, sino que lo resuelven mecánicamente por estar más pendientes de las particularidades de la herramienta"[6] y ello quedó reflejado en que "Muchos estudiantes ven el asunto de programación como sólo memoria, con esto quieren decir que en programación todo se afronta de manera muy similar (por no decir igual) o quizás por tener que usar términos que no le son usuales en su lenguaje cotidiano ya que su sintaxis está en Inglés"[6].

### 3. Conclusiones

La primera investigación mostró que de los cuatro factores analizados (grupo-profesor, intensidad de estudio, conocimientos previos del tema y tratamiento) solo fue decisivo el factor tratamiento establecido como el nivel de apoyo dado a los estudiantes. En él se obtuvieron los mejores resultados cuando se tuvo apoyo adicional al profesor y resultó mejor aún cuando el apoyo fue el especializado.

La segunda investigación mostró que cuando fueron apoyados con el uso de la herramienta profesional C# los estudiantes atendieron más a la forma que al fondo o sustancia del asunto, la lógica, quizás por estar distraídos con los códigos en inglés y las particularidades estructurales del lenguaje y les demoró su entrada en materia, circunstancia que no se presentó ante la presencia del apoyo especializado más cercano a sus realidades culturales.

En ambas exploraciones el apoyo especializado mejoró el desempeño de los estudiantes en su aprendizaje de la programación pues en la primera investigación representó resultados superiores en un 13.86 % adicional de la nota promedio y en la segunda en un 21.19 %.

Fueron comunes en ambas investigaciones las expresiones estudiantiles sobre lo divertido y motivador que resultó el proceso cuando trabajaron con el apoyo especializado y les hizo solicitar otros cursos para profundizar en el tema.

### 4. Referencias

- [1] Castro Ordoñez, Leví Astul, "Competencias específicas para la enseñanza-aprendizaje de la programación", informe Facultad Ciencia y Tecnología, Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, Tegucigalpa, Méjico, Noviembre de 2002.
- [2] Ríos Castrillón., Fabián y otros, "Evaluación de la influencia del lenguaje Lexico y creación de un modelo de su comportamiento", documento interno, Departamento Ingeniería de Sistemas, Universidad de Antioquia, Medellín, marzo 29 1993.

- [3] Codeproject, encuesta semanal, <http://codeproject.com>
- [4] Curriculum Task Force, "Computing curricula 1991: Report of the ACM/IEEE-CS Joint", December 15, 2001: <http://www.acm.org/sigcse/cc2001/index.html>
- [5] Ventura, Phil, "Objects-First CS1 Not Considered Harmful: An Empirical Investigation of CS1", Department of Computer Science and Engineering SUNY Buffalo, 2001 y <http://www.radford.edu/~sigcse/DC02/participants/ventura.html>  
<http://www.radford.edu/~sigcse/DC03/participants/ventura.html>
- [6]. Morales Múnera, Sandra María, "Evaluación de las herramientas Lexico y C# como alternativa en la enseñanza y el aprendizaje de la programación orientada a objetos (POO) con jóvenes de instituciones educativas media del municipio de copacabana", documento en preparación, Departamento Ingeniería de Sistemas, Universidad de Antioquia, Medellín, Julio 2006.
- [7]. Microsoft, .NET Framework, <http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/downloads/list/netdevframework.asp>
- [8]. Laboratorios Riosur.net E.U., <http://riosur.net>



# Formación de las competencias básicas experimentales en ingenierías

Cecilio Silveira Cabrera, Oscar Suárez, Néstor Navas  
Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá

---

## Resumen

Los principales problemas que enfrentan hoy las universidades en el campo de la formación profesional es lograr una eficiencia en el proceso de formación que conduzca a un mayor número de egresados con la calidad requerida que responda a las exigencias del sector productivo y a la sociedad en general. Se presenta una propuesta que es una Estrategia Didáctica formada por cuatro categorías interrelacionadas que describe todo el proceso de formación de competencias básicas experimentales a través de los laboratorios didácticos de Física. Se fundamenta en la formación de competencias, en la responsabilidad compartida y en la evaluación Formativa. Se propone diferentes ambientes de formación como los laboratorios didácticos: Demostrativo, Curricular, de Profundización, Exploratorio y el Libre. La misma contribuye al desarrollo – formación de las competencias básicas experimentales en los estudiantes de los primeros semestres de la carrera de ingeniería, a aumentar la eficiencia y la calidad en la formación.

**Palabras claves:** Competencias experimentales, proceso de formación, laboratorio

## Abstract

The main problems that face today the universities in the field of the professional formation are to achieve efficiency in the formation process that leads to a bigger graduate number with the required quality that she responds to the demands of the productive sector and the society in general. A proposal is presented that it is a Didactic Strategy formed by four interrelated categories that it describes the whole process of formation of experimental basic competitions through the didactic laboratories of Physics. It is based in the formation of competitions, in the shared responsibility and in the Formative evaluation. She intends different formation atmospheres like the didactic laboratories: Demonstrative, Curricular, of amplification, Exploratory and the Free one. The same one contributes to the development - formation of the experimental basic competitions in the students of the first semesters of the engineering career, to increase the efficiency and the quality in the formation.

**Keywords:** Experimental competitions, formation process, laboratory.

## 1. Introducción

Entre las competencias básicas profesionales que debe tener un egresado de ingeniería se encuentran las experimentales. Hoy es una necesidad, no se concibe una rama de la actividad científica o de la ingeniería en la que no desempeñe un papel fundamental en la formación del profesional. La experimentación es fuente y motor para desarrollar nuevas tecnologías, nuevos conocimientos y comprobar nuevas teorías. En el campo de la Didáctica para ingeniería, las investigaciones realizadas han demostrado la importancia que tiene el trabajo experimental en la formación de hábitos y habilidades en los estudiantes para su desempeño como profesional

Los métodos tradicionales de enseñanzas que han estado en nuestras universidades no son la alternativa para la solución de los problemas que se dan en el proceso de formación, según coinciden diferentes investigadores del tema. Es necesario cambios en todo el proceso de formación

del ingeniero y en particular los conocimientos, habilidades, destrezas y valores en el trabajo experimental.

Por la importancia que tiene el Método Experimental, en la formación de las competencias básicas para el trabajo científico, en el futuro profesional, se muestra *Una propuesta pedagógica de la Física basada en competencias* que contribuye al desarrollo – formación de las competencias básicas y genéricas experimentales en los estudiantes de ingeniería, de los primeros semestres.

**Propuesta:** Estrategia didáctica de la física para la formación de las competencias básicas para el trabajo experimental en las carreras de ingenierías de la Universidad Autónoma de Colombia.

La propuesta pedagógica basada en competencias se centra en la interacción entre todos y cada unos de los elementos. El protagonismo no está ni en el docente, ni en el estudiante, sino en la relación entre ambos, como propiciadoras de una

dinámica de desarrollo personal, con énfasis en la formación de valores, la contribución a la formación de habilidades, el desarrollo del pensamiento y la solución de problemas. Es diseñada con base a las competencias básicas para el trabajo experimental, mantiene una adecuada relación entre lo teórico y lo práctico y se acerca a los intereses de los estudiantes.

### 1.1 Principios que sustentan la propuesta

Para mejorar la calidad hay que mejorar la formación de los estudiantes en los laboratorios didácticos de física y las condiciones de trabajo, de modo que adquiera las competencias y las cualidades que se requieren.

Para ello se proponen los siguientes principios:

- **Formación de competencias:** es un enfoque pedagógico, cuyo proceso tiene como objeto la formación integral y armónica de los estudiantes, sujeto y centro de la formación.
- **La organización curricular por módulos:** Los contenidos se organizan por niveles, bloques y unidades didácticas.
- **Responsabilidad compartida:** es un enfoque que promueve a la formación conciente, cuando el estudiante con acompañamiento del docente y sus compañeros, aportan y estimulan los esfuerzos con un fin común.
- **Disponibilidad de los Medios didácticos.** Cada práctica didáctica cuenta con su sistema de medios didácticos, ficha técnica, estrategia metodológica, guías de orientación.
- **Evaluación Formativa:** Es un sistema de control continuo de detección de las dificultades.
- **Libertad de cátedra.** La estrategia contribuye a fomentar la libertad de cátedra, la investigación formativa, la discusión racional, el desarrollo del pensamiento crítico y autónomo.
- **Formación integral.** La estrategia contribuye a la formación integral representada por la articulación de los valores éticos, estéticos y con los conocimientos científicos y humanísticos.

### 1.2 Componentes o categorías didácticas

La propuesta pedagógica es un sistema en interacción dialéctica con los principios que la sustentan y sus componentes. Esto quiere decir que no es una interacción estática, el cambio o modificación de cualquiera de los componentes implica el necesario cambio en el resto; es modificable en el tiempo en dependencia a los cambios en el sistema de conocimientos que ocurren o pueden ocurrir; a los cambios en las características de los estudiantes que ingresan; a los cambios de nuevos instrumentos de medición o cualquier otra modificación que afecta el proceso de formación, se describen por: Ambiente de formación, Actores

intelectuales, La metodología didáctica y los Recursos didácticos

### 1.3 Ambiente de formación

Ambiente de formación profesional es uno de los componentes didácticos de la propuesta que denota las condiciones subjetivas y objetivas en donde se desarrollan las actividades académicas – investigativas – sociales, se consideran tanto los espacios físicos y como las actividades académicas que estimule y motiven el pensamiento de dichos sujetos. Se clasifican en: Docente – académica, Investigativo y Laboral

### 1.4 Principios de los ambientes de formación

Para la propuesta de los ambientes de formación profesional se tiene en cuenta que el mismo permita la interacción dinámica de todos los componentes, con el objetivo de contribuir a la formación de las competencias básicas para el trabajo experimental, en los estudiantes de ingeniería, se rigen por tres (3) principios que son el principio de la diversidad de los ambientes, de la objetividad y el de la responsabilidad compartida, que se describen a continuación.

**Principio de la diversidad de los ambientes:** consiste en crear diversos tipos de ambientes. En dependencia de los objetivos a alcanzar, las competencias a desarrollar en los estudiantes, el momento, el tiempo de duración y la frecuencia, se proponen cinco (5) tipos de ambientes para desarrollar los laboratorios didácticos, que son:

- **Ambiente para el Laboratorio Didáctico Curricular (LDC):** Es un tipo específico de ambiente de formación profesional donde se involucra componentes investigativo, laboral y social. En él se desarrollan actividades a través del cumplimiento de un programa curricular disciplinar.
- **Ambiente para el Laboratorio Didáctico Demostrativo (LDD):** Es un tipo específico de ambiente de formación profesional que se clasifica dentro del académico donde el docente con una activa participación de los estudiantes, expone demostrativamente, a través de la experimentación, modelos, leyes o teorías.
- **Ambiente para el Laboratorio Didáctico de Profundización (LDP):** Es un tipo específico de ambiente de formación profesional donde el estudiante en tiempo extra curricular y con el apoyo de un monitor de física o del docente dispone de todos los recursos para desarrollar y llevar a la práctica otras alternativas de solución a un problema planteado en otras actividades académicas.
- **Ambiente para el Laboratorio Didáctico Exploratorio (LDE):** Es un tipo específico de ambiente de formación profesional donde los estudiantes con la tutoría de



docente o grupo de ellos puedan validar y poner en práctica un diseño experimental sin que medie un tema o aspectos tratados en el currículo de la disciplina.

- **Ambiente para el Laboratorio Didáctico Libre (LDL):** Es un tipo específico de ambiente de formación profesional donde el estudiante motivado por una situación problémica se propone a indagar experimentalmente sobre el tema. Para llevar a cabo la actividad el estudiante con la orientación del docente debe presentar un proyecto del experimento a realizar.

**Principio de la objetividad:** El ambiente de formación profesional crea las condiciones para facilitar la interacción directa entre el sujeto y objeto de estudio, propicia el contacto directo entre el estudiante y los materiales e instrumentos. Para lograr con el principio de la objetividad se organizan los laboratorios didácticos de acuerdo a: El carácter científico. La percepción sensorial directa. La asimilación activa y consciente. La de accesibilidad. La asequibilidad en su aplicación. La formación educativa. La formación para el desarrollo. La formación en situación de problema. El politécnicismo. El estudio independiente. La relación ínter materia.

**Principio de la responsabilidad compartida:** El ambiente de formación posibilita el conocimiento de todos los actores del sistema y el acercamiento de unos hacia los otros. Es factible la interacción cohesionada con los objetivos, metas y propósitos comunes. Se rige por el principio de la correspondencia donde el triunfo de uno es el triunfo de los otros y el fracaso de uno es el fracaso de todos.

## 2. Actores intelectuales

Los actores intelectuales es una categoría didáctica que denomina a todas y cada unas de las personas que intervienen de una manera sistémica en el proceso de formación con funciones, responsabilidades y roles definidos con un fin determinado: el docente, el estudiante, los administrativos, los trabajadores de servicios, los amigos y los padres, en fin la comunidad académica.

**Docente:** Es uno de los actores intelectuales principales del proceso de formación y se encuentra en interacción directa con los estudiantes, no es el centro del proceso pero tiene una influencia en el comportamiento de sus discípulos es considerando el modelo como algo o alguien a imitar. Es una persona que reúne las características de ser un excelente profesional en su campo de actuación, tener una preparación pedagógica y magníficas relaciones humanas para orientar, a través del ejemplo a la formación del estudiante. Sus características académicas, investigativas y éticas se describen en la propuesta por cuestión de espacio no se reflejan en el trabajo.

**Estudiante:** Es otro de los actores intelectuales principales del proceso de formación y se encuentra en interacción directa con el docente, los otros estudiantes, los recursos didácticos y es el centro del proceso. Es el centro de todo el proceso de formación, es objeto y participante de su formación. Tiene responsabilidades con el y con los demás, sus principales características se describen en la propuesta que se refieren principalmente a su participación activa y conciente en todo el proceso y su responsabilidad en su formación.

**Monitor de física:** Es uno de los actores intelectuales que esta en interacción directa con los estudiantes, participa en compañía del docente y en ocasiones en sustitución de este, en las actividades académicas del laboratorio. Es un estudiante que contribuye al desarrollo de la docencia en los diferentes ambientes de laboratorio, sus principales características se describen en la propuesta y se refieren a las características académicas y éticas.

**Coordinador de física:** Es uno de los actores intelectuales que no esta en interacción directa con los estudiantes pero su actuación y decisiones influye en el desarrollo del proceso. Es un docente que facilita la interacción entre los elementos que conforman la propuesta, tiene las características de un docente pero además tiene otras funciones de dirección y proyección que se describen explícitamente en la propuesta.

**Técnico de auxiliar:** El técnico auxiliar es otro de los actores intelectuales que no esta en interacción directa con los estudiantes pero su actuación influye en el desarrollo exitoso del proceso, sus principales características y funciones se describen en la propuesta.

**Otros actores:** En el proceso de formación profesional intervienen otros actores intelectuales, exógenos al proceso, como son los padres, los amigos, los administrativos, los directivos, los de servicios, entre otros que de una manera u otra influyen en el comportamiento de los actores mencionados, pero que no son objetivo de este trabajo.

## 3. La metodología didáctica

La Metodología didáctica es una categoría didáctica de la propuesta pedagógica que interactúa dialécticamente con los actores intelectuales y los recursos didácticos, define como se organiza el proceso de formación a un nivel determinado en un periodo de tiempo. Es la guía de acción o el sistema de planificación, con un propósito definidos dentro de un ambiente. Esta diseñada con base a la formación competencias básicas para el trabajo experimental, busca mantener una adecuada relación entre lo teórico y lo práctico y se acerca a los intereses de los estudiantes. Lo forma el



sistema de documentación que orienta al docente y al estudiante como se desarrolla la disciplina, teniendo en cuenta a quien va dirigido la formación, las condiciones específicas del lugar, el desarrollo científico – tecnológico y el tiempo.

Esta formado por: el programa curricular de la disciplina, los programas de las asignaturas o niveles que debe reflejar las competencias del perfil del profesional a formar, los objetivos generales y los educativos, las competencias a formar, el sistema de evaluación, los tipos de ambientes de formación, los contenidos, los textos y los recursos a utilizar para un buen desenvolvimiento de las actividades docentes. La misma no es una “camisa de fuerza” ni una “receta de cocina” para las otras categorías, es una planificación flexible para un ambiente de formación, lo que implica un elemento para la toma de decisiones, de manera consciente y reflexiva, con relación a los, métodos, técnicas y actividades que se puedan realizar para cumplir con los objetivos propuestos.

### 3.1 Características de los ambientes de formación experimental según los niveles

- El docente dispone de los Documentos de Orientación Metodológicas para el Laboratorio Didáctico de Física formado por el programa de la disciplina física experimental, el programa por niveles, el diseño o planificación semanal por niveles, las indicaciones metodológicas a los docentes, las indicaciones metodológicas a los estudiantes y las fichas técnicas de cada practica del nivel correspondiente.
- El docente desarrolla las prácticas didácticas a partir de una planificación individual, Plan de Actividades, apoyándose en los Documentos de Orientación Metodológicas para el Laboratorio Didáctico de Física de acuerdo al tipo de laboratorio, al nivel, al bloque y a las prácticas a realizar.
- En cada salón del laboratorio se distribuyen varias prácticas con el mismo objetivo. En cada mesa se disponen dos equipos de estudiantes.
- Los equipos de trabajo están formados por 2 estudiantes y excepcionalmente por 3 integrantes como máximo.
- Los estudiantes reciben las indicaciones metodológicas, para realizar las prácticas, con antelación a través un manual de orientaciones metodológicas para estudiantes.
- Al inicio de cada sesión de clase el docente realiza un control de comprobación, con el objetivo de verificar el grado de preparación de los estudiantes para realizar la practica o las practicas.
- Cada equipo desarrolla una o varias prácticas del bloque en dependencia del tiempo planificado.
- Cada miembro del equipo registra individualmente las

incidencias de las prácticas en cuaderno de observaciones, según el formato recomendado.

- El docente durante del desarrollo de las prácticas controla los desempeños de los estudiantes y realiza las anotaciones correspondientes en los formatos establecidos para el efecto.
- El docente antes de finalizar cada sesión de laboratorio controla y señala las dificultades encontradas en los cuadernos de observaciones de los estudiantes.
- Al finalizar cada bloque los equipos presentan un informe de laboratorio tipo artículo científico o informe científico, según las normas establecidas.
- El informe presentado por los equipos se expone ante el resto de los equipos donde se destacarán los aspectos más importantes del mismo. Tipo seminario o taller
- La exposición estará sustentada por el informe presentado. No debe exceder a un tiempo límite establecido por el docente en común acuerdo con los estudiantes, pero no debe exceder a los 15 minutos.
- A cada equipo como ponente se le sitúa un oponente, y además se le solicita el criterio al resto de los grupos para ampliar, rectificar, generalizar, según sea necesario, recibiendo todos los participantes en el debate una evaluación.
- El grupo oponente formara un tribunal de evaluación.

### 3.2 Momentos de la propuesta

Unas de las características metodologica que distingue a la propuesta es que se desarrolla por niveles y dentro de cada nivel se estructura en bloque y en los bloques ocurren cuatro momentos que son:

**Momento 1 – contextualización:** Este espacio tiene por objeto preparar la experiencia de laboratorio y correspondiente al estudiante responder las reflexiones iniciales presentadas en laboratorio didáctico curricular y compartir con los compañeros y el docente sus respuestas.

**Momento 2 - desarrollo temático del bloque:** Este espacio pretende llevar a cabo la experiencia propuesta en el material o sugerida por el docente (inicialmente a futuro puede también ser el estudiante), el material y en general la práctica debe ser orientado en su desarrollo por el docente. Los estudiantes reunidos en grupos de 2 a 3 integrantes por equipos, desarrollan la experiencia, realizan las mediciones, registran las incidencias en el cuaderno de observaciones, resuelven las preguntas de análisis y presentan las conclusiones que obtienen de la practica. El profesor revisa el informe por grupo y lo corrige, lo entrega para que corrijan la inconsistencia mostrado en el informe del bloque temático. Una vez termina las experiencias propuestas en el BLOQUE



**TEMÁTICO**, prepara un informe científico del bloque desarrollado, para ser socializado en el siguiente momento.

**Momento 3 - socialización del saber:** Una vez terminado el bloque temático los estudiantes presentan una ponencia oral, con los resultados de la práctica y que aparece en el informe científico, a todos los demás compañeros del curso, buscando con esto poner una puesta en común los diferentes puntos de vista de cada grupo, sus dificultades y alcances obtenidos.

**Momento 4 - valoración y evaluación del proceso:** Mediante diversos tipos de evaluación escrita, oral u otra forma el proceso es valorado en forma continua, caracterizándose las siguientes evaluaciones:

- **Heteroevaluación:** relacionado con los desempeños alcanzados por cada estudiante y hecha por el profesor mediante examen escrito y observación directa del accionar de cada estudiante a través del curso.
- **Coevaluación:** presentada por la forma como los estudiantes valoran los desempeños de sus compañeros a través del curso.
- **Autoevaluación:** desarrollada por el estudiante, este, valora los desempeños alcanzados y propuestos en el curso.

#### 4. Sistema de evaluación

El sistema de evaluación tiene como propósito la formación integral del estudiante, sobre la base de una ética que promueva la tolerancia, la solidaridad, la participación democrática, la creatividad y la equidad; tiene como principio: ser continua, sistemática, interpretativa y formativa.

La evaluación esta presente a todo lo largo del proceso, como un proceso participativo y desarrollador. Es dinámico porque se va dando en la misma medida que el estudiante desarrolla sus competencias, en la comunicación que se establece. Es sistemático porque establece diferentes formas de comprobación

y control. Es formativo porque contribuye a la motivación, a la detección de deficiencias, al auto evaluación del estudiante y permite la retroalimentación del propio proceso, el reajuste y permite comprobar el logro de la competencia prevista.

La evaluación por competencias es el proceso mediante el cual se reconoce los conocimientos, las habilidades y las actitudes de un estudiante, independientemente de cómo las haya adquirido.

#### 5. Conclusión

Con el trabajo se ha querido presentar una estrategia que contribuye a la formación de las competencias básicas experimentales que le será útil al estudiante en su vida estudiantil y profesional.

El éxito de los resultados dependerá de la implementación de la institución y de la flexibilidad en que se desarrollo. La estrategia tiene la virtud de que es abierta, dinámica y flexible, por lo que no es un trabajo terminado sino todo lo contrario son las bases para introducirles nuevos elementos, criterios y aportes didácticos. Están todos, los actores intelectuales, invitados a ser participe de la estrategia.

- **Abierta:** en la medida que permite retroalimentarse del entorno y de quienes en él participan.
- **Flexible:** en la medida que la propuesta permita que las relaciones entre los actores y el entorno se puedan ir adaptando a las condiciones propias del proceso de formación y de la evolución de los medios.
- **Dinámica:** el hecho que sea flexible y abierto implica que la propuesta es evolutiva y corresponde, fundamentalmente a quienes intervienen en él, hacer que esto se cumpla.
- **Sencilla:** Debe tener la posibilidad de evidenciar los procesos, actores, funciones, responsabilidades y relaciones esenciales de quienes hacen parte la propuesta.

# Propuesta pedagógica para la nivelación en el área de matemáticas de los estudiantes de primer semestre de ingenierías

Ing. María Ximena García Ballesteros Ingeniera Civil<sup>1</sup>, Mg. Graciela Morantes Moncada<sup>2</sup>  
Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga

<sup>1</sup> Secretaria Académica Escuela Ingeniería y Administración, docente Facultad de Ingeniería Ambiental.

<sup>2</sup> Docente Departamento de Ciencias Básicas.

## Resumen

Como respuesta a la necesidad de establecer un puente entre los conocimientos con que el joven llega a la universidad y aquellos que se requieren para el aprendizaje significativo en las asignaturas del primer semestre en el área de matemáticas, se pretende desarrollar una estrategia pedagógica de nivelación en los conceptos previos a estas asignaturas del área, fundamentada en la resolución en problemas (RP) y apoyada en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

La nivelación adquirida con base en este proyecto redundará en un mejoramiento académico de los estudiantes y por tanto en una disminución en la deserción por razones académicas, debido a que tendrán las herramientas necesarias para adquirir mayor dominio en sus conocimientos y afrontar con mayor confianza las asignaturas siguientes.

**Palabras claves:** nivelación, matemáticas, ingeniería

## Abstract

This project is a way to offer an answer to need the connection between the student's knowledges need for mathematic's subject before and after the theirs admission of university for the students obtain the significant learning in the mathematic's subject on the first level of engineering. This project is finding to carry out pedagogical strategy for levelling of previous concept the mathematics. The strategy will be based on troubleshooting and to fall back on technology of the information an the communication.

The student's levelling has an effect on student's improvement academic therefore, so decrease of desertion because of academic reason. With his project the students will have the tools for they acquire mastery on theirs knowledges and confidence in theirs next mathematic's subject.

**Keywords:** Levelling, mathematics, engineering

## 1. Introducción

Un fenómeno evidente en todas las universidades que ofrecen programas de ingeniería es la deserción de los estudiantes de primer semestre, en la mayoría de los casos, por rendimiento académico. Muchas de estas Instituciones ya han buscado alternativas de solución a este problema mediante programas como el Programa de Acompañamiento Académico (PAC) de la UPB, seccional Bucaramanga, que no se escapa de padecer esta situación.

A pesar de los esfuerzos de las universidades por superar esta dificultad, los porcentajes de deserción por bajo rendimiento académico siguen siendo altos y, tal vez, con tendencia a aumentar, lo que incide sobre el futuro de muchos jóvenes

para quienes no poder permanecer como estudiantes en la universidad representa un fracaso difícil de superar.

Uno de los motivos del bajo rendimiento de los estudiantes de primer semestre es la falta de preparación para afrontar las asignaturas que deben matricular: Ellos no poseen los conceptos matemáticos básicos[1] que les permitan tener un aprendizaje significativo de nuevos conceptos en las asignaturas de matemáticas, que son la base de los futuros ingenieros.

Algunos estudiantes inician motivados y tienen interés en estudiar y dedicarle tiempo a las signaturas del semestre pero se desaniman completamente cuando al tratar de desarrollar los ejercicios propuestos por el profesor o por los libros no

<sup>1</sup> Ingeniera Civil, Esp. Gerencia de Proyectos de Construcción. Candidata a magister en Pedagogía.  
<sup>2</sup> Licenciada en Matemáticas, Magíster en enseñanza de la Matemáticas.

pueden avanzar por falta de los conocimientos básicos.[2], [3]. Estos estudiantes entran en crisis de incapacidad y desprecio por las asignaturas y piensan que no pueden con estas materias.

Como docentes de Ingeniería y del área de matemáticas evidenciamos a diario la dificultad que muestran los estudiantes al no poder avanzar a conceptos nuevos porque no poseen los prerrequisitos necesarios. Para ellos la solución de un problema se convierte en un imposible.

Considerando la problemática expuesta, la presente propuesta va encaminada a ayudar a los estudiantes a apropiarse de los conocimientos matemáticos necesarios para que puedan responder académicamente de manera eficiente a las asignaturas de matemáticas del primer semestre de ingenierías.

Se pretende desarrollar un material virtual con el que los estudiantes, utilizando la estrategia de resolución de problemas[4], hagan una nivelación significativa de los conceptos matemáticos que deben poseer para responder satisfactoriamente en las asignaturas de matemáticas del primer semestre de las diferentes ingenierías.

## 2. Impacto esperado

La importancia de la propuesta radica en la posibilidad que los estudiantes tienen de hacer la nivelación en el tiempo que les sea más apropiado y a la velocidad de aprendizaje con que cada uno se sienta más cómodo, bajo el seguimiento virtual de un experto que le corrija sus errores.

El material diseñado dentro de la propuesta servirá para nivelar en el área de matemáticas a los estudiantes de primer semestre de las carreras de ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana.

La nivelación adquirida con base en este proyecto redundará en un mejoramiento académico de los estudiantes debido a que tendrán las herramientas necesarias para adquirir mayor dominio en sus conocimientos y afrontar con mayor confianza las asignaturas siguientes.

## 3. Objetivos

### 3.1 Objetivo general

Implementar una propuesta pedagógica basada en la estrategia de resolución de problemas y el uso de las TIC para realizar la nivelación en el área de matemáticas de los estudiantes de primer semestre de ingenierías.

### 3.2. Objetivo específicos

- Determinar los conceptos básicos prerrequisitos de las asignaturas de matemáticas de primer semestre de las ingenierías.
- Identificar los conceptos matemáticos previos con que ingresan los estudiantes al primer semestre de ingenierías.
- Identificar los errores más frecuentes en matemáticas en los que incurren los estudiantes de primer semestre.
- Diseñar una propuesta pedagógica que considere el uso de las TIC[5] y la resolución de problemas para favorecer la nivelación significativa de los conceptos básicos, prerrequisitos de las asignaturas en el área de matemáticas, correspondientes al primer semestre de ingeniería.
- Identificar los conceptos matemáticos previos de los estudiantes después de desarrollar la propuesta pedagógica.
- Evaluar la eficiencia de la propuesta pedagógica.

## 4. Metodología propuesta

### 4.1 Sujetos

La población objeto de estudio estará formada por los estudiantes de primer semestre de ingeniería, que inicien sus estudios en la Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Bucaramanga entre el primer semestre de 2006 y 2007.

### 4.2 Procedimiento

A los estudiantes de más bajo rendimiento se les hará seguimiento para identificar los errores más frecuentes se realizarán entrevistas para determinar las posibles causas, de la misma forma se entrevistará a los de más alto rendimiento, buscando identificar diferencias significativas. con la información obtenida se diseñarán los instrumentos de medición de presaberes en matemáticas con que ingresan a la universidad, posteriormente se les aplicará. Paso seguido el grupo experimental recibirá el material diseñado y orientación de manejo. Durante cuatro semanas se hará seguimiento del uso dado al material por los estudiantes. Plazo vencido se aplicará la misma prueba, para determinar la variación en los preconceptos de matemáticas de estos estudiantes.

### 4.3 Materiales e instrumentos

Los instrumentos para esta investigación serán en primer lugar un cuestionario cuantitativo para medir la nivelación significativa; el diseño de este instrumento estará basado en las teorías del aprendizaje significativo y la estrategia de resolución de problemas, y en segundo lugar diario de campo para determinar el impacto de la estrategia en los estudiantes.



#### 4.4 Diseño

Esta es una investigación de carácter educativo[6] que se realizará bajo un diseño cuasiexperimental con preprueba – postprueba y grupo experimental y control; se pretende evaluar una variable independiente, que en este caso será la aplicación de la estrategia pedagógica apoyada en el uso de las TIC, para ver sus efectos en la variable dependiente: La nivelación significativa en los conceptos básicos del área de matemáticas.

#### 4.5 Sistema de variables

##### Independiente:

Aplicación de la estrategia pedagógica basada en la resolución de problemas[7],[8] apoyada en el uso de las TIC.

##### Dependiente:

La nivelación significativa de los conceptos básicos del área de matemáticas.

#### 4.6 Hipótesis central del trabajo

Hi: La aplicación de la estrategia pedagógica basada en la resolución de problemas apoyada en el uso de las TIC, influye significativamente en la nivelación de los conceptos básicos del área de matemáticas en los estudiantes que ingresan a primer semestre en las carreras de ingenierías.

Ho: La aplicación de la estrategia pedagógica basada en la resolución de problemas apoyada en el uso de las TIC, no influye significativamente en la nivelación de los conceptos básicos del área de matemáticas en los estudiantes que ingresan a primer semestre en las carreras de ingenierías.

#### 5. Resultados esperados

- Quedarán identificados los conceptos básicos prerequisites de las asignaturas de matemáticas de primer semestre de las ingenierías.
- Material digital y virtual que responde a una propuesta pedagógica basada en la resolución de problemas para favorecer la nivelación significativa de los conceptos básicos, prerequisites de las asignaturas en el área de matemáticas, correspondientes al primer semestre de ingeniería.

#### 6. Referencias

- [1] Ministerio de Educación Nacional. Estándares Básicos de Matemáticas y Lenguaje : Bogotá : MEN, 2003.
- [2] Novak, Joseph D. Conocimiento y Aprendizaje. Madrid : Alianza Editorial, 1998.
- [3] Díaz-Barriga, Frida y Hernández R. Gerardo. Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo México : Mc Graw Hill, 2002.
- [4] Aguilar Díaz, Esperanza, *et al.* Aula Virtu@l, Una Alternativa en Educación Superior. Bucaramanga : División Editorial y de Publicaciones UIS, 2003.
- [5] Duart, Joseph M. y Sagrá, Albert, Aprender en la Virtualidad. Barcelona : Editorial Gedisa, S.A., 2000.
- [6] Flórez Ochoa, Rafael y Tobón Restrepo, Alonso. Investigación Educativa y Pedagógica. Bogotá : Mc Graw Hill, 2001.
- [7] Barell, John. El aprendizaje Basado en Problemas, un enfoque investigativo. Buenos Aires : Manantial, 1999. Gallego – Ballido, Rómulo. Discurso Constructivista sobre las Tecnologías, Una Mirada Epistemológica. Bogotá : Editorial Magisterio, 1998.
- [8] García, José Joaquín. Didáctica de las Ciencias, Resolución de Problemas y Desarrollo de la Creatividad. Medellín: Conciencias – Universidad de Antioquia.

# Videostreaming: Herramienta tecnológica para el apoyo de la enseñanza y el aprendizaje en programas de ingeniería de la Universidad del Norte

Ing. Amparo Camacho Díaz, Ing. Javier Paez Saavedra  
Universidad del Norte, Barranquilla

---

## Resumen

Desde hace tres semestres, la División de Ingeniería ha venido utilizando la tecnología videostreaming en algunas asignaturas de sus programas académicos, tanto de pregrado como de postgrado, como un apoyo tecnológico que propende por el mejoramiento en la calidad de la formación de los estudiantes de Ingeniería.

El objetivo que se pretende alcanzar con la utilización de dicha tecnología, es la de apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, al utilizarla fuera de clase como complemento ó, remotamente; en particular esta herramienta permite que los estudiantes tengan la posibilidad de acceder a las clases en espacios y tiempos diferentes a los de los horarios regulares de las clases con los consecuentes beneficios de tipo académico que se esperan ser alcanzados; de similar forma los estudiantes tienen la posibilidad de acceder a la clase en tiempo real, lo cual es un alternativa que amplía y complementa la modalidad de estudio.

En este documento se describe esta experiencia desde el punto de vista técnico y desde el académico tomando en cuenta sus posibilidades de utilización y asimismo se muestran los resultados obtenidos y el papel que juega dentro del sistema de aseguramiento de la calidad en la formación de los estudiantes de la División de Ingeniería.

**Palabras claves:** Streaming, tecnología educativa, calidad de la formación

## Abstract

Since three semesters ago, the Engineering Division has been using the videostreaming technology in some subjects from its academic programs in both undergraduate and graduate as a technological backup that encourages the improvement in the quality of education the engineering students receive.

The main goal that is to be reached with the usage of such technologies, is to support the teaching-learning process for the students, by using it outside classes as a complement or remotely; this tool in particular allows the students to have the possibility to attend classes out of regular schedules and places, with the consequent benefits in terms of academic achievement that are to be reached; in a similar way, the students have the possibility to attend classes in real time, which is an alternative that widens and complements the studying modality.

This document describes this experience from a technical and academical point of view, taking into account its usage possibilities, and the obtained results will be shown, as well as the overall importance videostreaming has in the quality assuring system in the students' education of the Engineering Division.

**Keywords:** Streaming, educational technology, quality of education

## 1. Introducción

El sistema de aseguramiento de la calidad de la formación de los estudiantes de Ingeniería contempla dentro de sus lineamientos el desarrollo de diversas estrategias y proyectos educativos que contribuyan con el logro del objetivo de dicho programa; es así como se formuló y se está implementando desde el año 2005 un proyecto de utilización de tecnologías informáticas para dar apoyo al proceso de enseñanza/aprendizaje de diversas asignaturas de pregrado y postgrado de los programas de Ingeniería. El proyecto presentado en

este documento utiliza la tecnología de videostreaming como un apoyo a la docencia presencial y también como alternativa de modalidad de ofrecimiento de la misma.

## 2. Descripción del proyecto

### 2.1 Aspectos tecnológicos

Se entiende por video y audio digital a todo aquel contenido de videos de clases, eventos, tutoriales y presentaciones en vivo o almacenadas que podrán ser difundidas o transferidas

de un computador a otros a través de una red de datos. Para lograr esto es necesario capturar una señal análoga o digital, convertirla a un formato digital específico, para luego ser entregada a los usuarios en este formato digital específico. La señal digital en formato específico puede entregarse o difundirse de dos formas:

Disponiendo el archivo con el contenido multimedia, tal como cualquier otro archivo, para que sea descargado en su totalidad por el usuario para luego ser reproducido, en este caso no hay diferencia en como se baja un archivo de audio/video de cómo se baja cualquier otro archivo. Este método tiene como inconveniente, lo alto que puede ser el tiempo de descarga, el cual está directamente relacionado con el tamaño del archivo y con el ancho de banda de la conexión a través de la cual se comunica el usuario. En general pistas de audio/video pequeñas, requieren archivos que ocupan espacios mayores a los de cualquier otro tipo de archivo y por otra parte las conexiones con ancho de banda mayor a 56 kb no están al alcance de la mayoría de los usuarios.

**Tecnología Streaming:** Es una alternativa para poder difundir audio/video de una forma más eficiente, reduciendo el tiempo de respuesta y permitiendo la difusión de eventos en directo, esta tecnología permite descargar y difundir audio/video por la web, aun cuando no es exclusiva de este medio. En el caso de la tecnología streaming lo que se entrega es un flujo de datos (video/audio streaming) que va desde un servidor hacia el equipo del usuario, donde se va reproduciendo a medida que llegan los "streams" de video/audio. La tecnología streaming posibilita difundir la señal a los usuarios en tiempo real o ser almacenada en un servidor para atender solicitudes bajo demanda posteriores. [1]

### 2.1.1 Etapas del proceso de difusión streaming

#### 2.1.1.1 Captura de la señal análoga o digital

En este paso se captura la señal análoga o digital desde un dispositivo reproductor como un VHS, una cámara de video, un reproductor de casetes de audio, etc. También existe la posibilidad de capturar en vivo desde una cámara de video o micrófono. Esta etapa se obvia en los casos donde el contenido ya este almacenado en formato digital.

#### 2.1.1.2 Codificación de la señal

En este paso se convierte la señal análoga o digital capturada a un formato digital específico. La codificación utiliza algoritmos

matemáticos para comprimir y convertir la información análoga o digital en digital comprimida y en formato streaming, para luego ser distribuida en vivo ó bajo demanda.

Cuando se hace referencia a distribución bajo demanda, significa que el archivo streaming que se va a difundir se encuentra codificado en el servidor listo para ser enviado al usuario que lo solicite (la grabación y la difusión del mismo no se dan al mismo tiempo), en el caso de la difusión en vivo la codificación se realiza seguidamente a la captura y así mismo la difusión, en consecuencia se habla de una transmisión en vivo o en tiempo real. Distribución: luego de haber codificado la señal se procede a difundir el contenido, ya sea a través de difusiones en vivo, bajo demanda o transferencias de archivo desde un servidor de streaming. Un servidor de streaming es un servidor en el que se instala un software servidor de streaming, configurándose una máquina con beneficios agregados por poseer protocolos especiales para la realización de streaming. En esta máquina se almacenan los archivos de audio/video ya codificados en formato streaming (ej. asf, rm, mov) y que luego a solicitud de los clientes son difundidos.

**Paso 1:** Se captura la señal análoga desde cualquier dispositivo reproductor como VHS, Micrófono, Videocámara, etc. al computador con el software codificador, esta captura se realiza a través de la tarjeta capturadora de video y sonido del computador codificador.

**Paso 2:** Después de capturar y convertir la señal análoga en digital se realiza el proceso de edición con el software dispuesto para esto (Adobe Premier, Cleaner). Si el dispositivo fuente es por ejemplo una cámara digital, no habrá necesidad de convertir la señal a digital, aun cuando si probablemente a otro formato. Para el caso de las transmisiones en vivo el proceso de edición no se realiza.

**Paso 3:** El computador con el software codificador después de tener el archivo editado procede a codificarlo con los algoritmos de Streaming, este proceso consume recursos del procesador y de Disco Duro (en alto grado). En este paso es donde se toman las decisiones de calidad a la cual difundiremos el video y audio. Nótese que el proceso de edición igualmente puede realizarse después de haber convertido el archivo a formato streaming.

En el gráfico a continuación se presentan cada uno de los pasos del proceso desde la captura hasta la distribución.



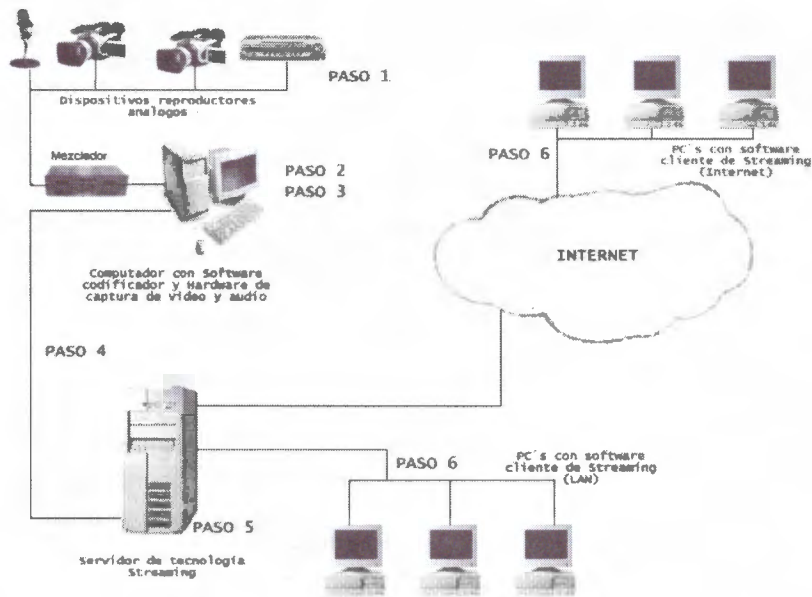


Gráfico 1. Proceso de difusión Streaming

Paso 4: Desde el computador con el software codificador se monta y configura el archivo Streaming codificado en el servidor. Además se realiza cualquier función de administración necesaria al momento de adicionar una nueva entrada de al servidor.

Paso 5: El servidor de Streaming ya se encuentra listo para despachar los paquetes codificados a los usuarios finales.

Paso 6: Como último paso están los usuarios finales ubicados dentro de la red local o en el exterior (Internet), los cuales pueden acceder a los archivos de video y audio Streaming con un software cliente de esta tecnología, el cual no tiene ningún costo y en un porcentaje alto ya esta instalado en los PC de los usuarios.

En los casos donde la difusión es en vivo el esquema varia en los pasos 3 y 4, ya que la captura y la codificación se realiza en pasos continuos en el tiempo (Tiempo Real), para luego transferir este Stream al servidor de Streaming de donde se despacha a los usuarios finales.

## 2.2 Aspectos académicos

### 2.2.1 Consideraciones de tipo pedagógico

La difusión de videos por la web puede cumplir con diversas funciones educativas [2] como son:

- Difusión de la información.
- Medio de enseñanza al servicio de las disciplinas curriculares.
- Recurso para la investigación, experimentación y seguimiento de procesos de laboratorio.
- Hacer recapitulaciones y repasos.
- Como contenido didáctico.
- En procesos investigativos.
- En autoevaluación de la didáctica de la clase.

#### 2.2.1.1 Consideraciones pedagógicas sobre el uso de streaming media en los procesos de enseñanza-aprendizaje

Uno de los aspectos más importantes que se debe tomar en consideración es lo que el estudiante desea y necesita: si no se tiene un conocimiento claro de la población objetivo, lo más probable es que el video impacte de manera positiva a unos estudiantes y no a otros. Para algunos el elemento visual es suficiente para comprender un tema, para otros es necesario el acompañamiento de materiales complementarios (lecturas, ilustraciones, presentaciones, etc.) y para otros es indispensable el componente de interacción sincrónica o asincrónica como acompañante del proceso de aprendizaje. En este sentido es necesario una planificación cuidadosa de la clase en la cual los recursos disponibles sean utilizados en el momento oportuno y de acuerdo con los intereses de los estudiantes y los objetivos de aprendizaje formulados para la asignatura. [3]



Con el uso del video streaming es posible apoyar el aprendizaje [4] de la siguiente manera:

- Preestablecer las condiciones para el desarrollo de una discusión por otro medio.
- Proveer una experiencia más enriquecedora para la temática de estudio.
- Traer al salón de clases o al ambiente virtual elementos del mundo real (acontecimientos, eventos, noticias, etc.)
- Crear el espacio para construir nuevos conocimientos con la guía del docente.
- Construir la fundamentación teórica de un tema de estudio de difícil comprensión.

### 2.2.2 Objetivo general del proyecto

Ofrecer a los estudiantes de Pregrado y Postgrado de los programas de Ingeniería un apoyo tecnológico a su formación académica, mediante la grabación de clases utilizando video streaming.

### 2.2.3 Objetivos específicos

- Comparar el desarrollo de la cátedra con la utilización de tecnología vs. Sin utilización de tecnología.
- Ofrecer a los estudiante, tanto de pregrado como de postgrado, la posibilidad de revisar las clases a las cuales han asistido presencialmente.
- Ofrecer a los estudiantes de postgrado la modalidad de clases en línea.
- Contribuir con la reducción de los índices de reprobación académica.
- Incrementar el acceso a catálogo Web.
- Apoyar las clases presenciales con TIC's.

### 2.2.4 Metodología

#### 2.2.4.1 Enfoque del proyecto

Se formuló el proyecto como un trabajo de carácter descriptivo comparativo entre los grupos de estudiantes que utilizan esta tecnología y quienes no lo hacen. El desarrollo del proyecto intenta aproximarse a los efectos en término de resultados académicos y de algunos aspectos cualitativos del proceso de enseñanza/aprendizaje obtenidos cuando los estudiantes utilizan esta tecnología bien sea accediendo a las clases posteriormente o en línea.

#### 2.2.4.2 Sujetos

Al inicio del proyecto se seleccionaron cinco asignaturas de pregrado y dos de postgrado y al primer semestre del 2006 se trabajó con diez asignaturas de pregrado y cuatro de postgrado. Se seleccionaron asignaturas cuyo índice de

mortalidad académica superaba el 20% y además la población de estudiantes superaba el número de 25.

#### 2.2.4.3 Técnicas

Para la obtención de los resultados del estudio se han venido utilizando herramientas tales como: Encuestas en línea, registros de notas, resultados de mortalidad estudiantil, y resultados de la evaluación a docentes.

#### 2.2.4.4 Recursos

Dentro de los recursos materiales utilizados se encuentran: Cámara de video digital, trípode, micrófonos, amplificador de sonido, mezclador de video, computador y espacio en el servidor. Además se requiere la asistencia de camarógrafo y de un asistente de soporte técnico.

## 3. Resultados

Dentro de los resultados académicos obtenidos a la fecha, en las asignaturas que han utilizado la tecnología de videostreaming, vale resaltar los siguientes aspectos:

Reducción de los índices de mortalidad académica: En la mayoría de las asignaturas en las cuales se ha utilizado la tecnología videostreaming dichos índices se han reducido. Por ejemplo, se puede observar en la siguiente tabla, correspondiente al primer semestre del 2005, esta situación.

TASA DE ESTUDIANTES REPROBADOS Período 200510		
Asignatura	Clases Grabadas	Clases No Grabadas
TEL1020	8,2%	22,8%
IIN7050	5,9%	12,5%
IST0030	14,8%	22,2%

Tabla 1. Tasa de Estudiantes Reprobados

Otro aspecto que ha mejorado es el relativo al acceso promedio por estudiante al catálogo web de las asignaturas tal como se muestra en la siguiente tabla:

PROMEDIO DE INGRESO POR ESTUDIANTE AL CATALOGO WEB Período 200510		
Asignatura	Clases Grabadas	Clases No Grabadas
TEL1020	55	42
IIN7050	1387	0
IST0030	174	121

Tabla 2. Promedio de Ingreso por estudiante al catálogo web

Dentro de los aspectos evaluados mediante encuestas a estudiantes y profesores participantes en este proyecto en el primer semestre del 2005, se destacan los siguientes:



<b>RESULTADOS ENCUESTA ESTUDIANTES Y PROFESORES</b>		
<b>Periodo 200510</b>		
<b>Aspectos a Evaluar</b>	<b>Estudiantes</b>	<b>Profesores</b>
Mejoramiento en el aprendizaje de la asignatura	Si: 65%	Si: 50%
	No: 35%	No: 50%
Utilización de la tecnología por parte de los estudiantes	Repaso: 26%	Repaso: 28%
	Aclarar Dudas: 31%	Aclarar Dudas: 29%
	Mayor Concentración y Atención a la clase: 5%	Mayor Concentración y Atención a la clase: 14%
	Ponerse al día: 12%	Ponerse al día: 29%
Pregunta: ¿Recomienda continuar con este tipo de Proyecto?	Si: 98%	Si: 75%
	No: 2%	No: 25%

Tabla 3. Resultados Encuesta Estudiantes y Profesores

#### 4. Conclusiones

De acuerdo con los resultados presentados anteriormente, la utilización de esta tecnología ha contribuido con un mejor desarrollo académico de los estudiantes y consecuentemente con el avance en el logro de los objetivos de aprendizaje de las asignaturas correspondientes. De forma similar, aunque no en la medida que se esperaba, se ha incrementado el acceso al catalogo web de las asignaturas lo cual contribuye en el afianzamiento de la cultura del uso de herramientas tecnológicas de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje. Con relación a la percepción que estudiantes y profesores tiene sobre el beneficio educativo obtenido, se observa que los estudiantes tienen una mejor percepción que los profesores y desean mayoritariamente que el proyecto continúe. Aun cuando los resultados obtenidos hasta ahora han mostrado una contribución en el rendimiento académico de los estudiantes, este proyecto se seguirá desarrollando con asignaturas seleccionadas, y se articulará con otras herramientas tecnológicas en la medida que se pueda

demostrar con mayor certeza su impacto en el mejoramiento de la formación de los estudiantes de Ingeniería.

#### 5. Referencias

- [1] Sección Nuevas Tecnologías del Instituto de Estudios Superiores en Educación. Universidad del Norte. Fundamentos de Tecnología Videostreaming. Documento Interno de Trabajo. 2005.
- [2] University of Illinois. (2003). Streaming Media: Pedagogical Considerations. At Illinois Online:
- [3] Antonio J.M. Soares, H. Abdalla, Paulo De Carvalho, Leonardo De Menezes, Franklin Da C. Silva, Eduardo T. L. Pastor, Utilización de Tecnología de la Información en la Enseñanza de Electromagnetismo. Revista Facultad de Ingeniería., Vol. 12, No. 001, 2004, pp. 59-64.
- [4] Harvard Business School. (2003). Streaming Media Tutorials and articles. At

<b>RESULTADOS ENCUESTA ESTUDIANTES Y PROFESORES</b>		
<b>Período 200510</b>		
<b>Aspectos a Evaluar</b>	<b>Estudiantes</b>	<b>Profesores</b>
Mejoramiento en el aprendizaje de la asignatura	Si: 65%	Si: 50%
	No: 35%	No: 50%
Utilización de la tecnología por parte de los estudiantes	Repaso: 26%	Repaso: 28%
	Aclarar Dudas: 31%	Aclarar Dudas: 29%
	Mayor Concentración y Atención a la clase: 5%	Mayor Concentración y Atención a la clase: 14%
	Ponerse al día: 12%	Ponerse al día: 29%
Pregunta: ¿Recomienda continuar con este tipo de Proyecto?	Si: 98%	Si: 75%
	No: 2%	No: 25%

Tabla 3. Resultados Encuesta Estudiantes y Profesores

#### 4. Conclusiones

De acuerdo con los resultados presentados anteriormente, la utilización de esta tecnología ha contribuido con un mejor desarrollo académico de los estudiantes y consecuentemente con el avance en el logro de los objetivos de aprendizaje de las asignaturas correspondientes. De forma similar, aunque no en la medida que se esperaba, se ha incrementado el acceso al catálogo web de las asignaturas lo cual contribuye en el afianzamiento de la cultura del uso de herramientas tecnológicas de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje. Con relación a la percepción que estudiantes y profesores tiene sobre el beneficio educativo obtenido, se observa que los estudiantes tienen una mejor percepción que los profesores y desean mayoritariamente que el proyecto continúe. Aun cuando los resultados obtenidos hasta ahora han mostrado una contribución en el rendimiento académico de los estudiantes, este proyecto se seguirá desarrollando con asignaturas seleccionadas, y se articulará con otras herramientas tecnológicas en la medida que se pueda

demostrar con mayor certeza su impacto en el mejoramiento de la formación de los estudiantes de Ingeniería.

#### 5. Referencias

- [1] Sección Nuevas Tecnologías del Instituto de Estudios Superiores en Educación. Universidad del Norte. Fundamentos de Tecnología Videostreaming. Documento Interno de Trabajo. 2005.
- [2] University of Illinois. (2003). Streaming Media: Pedagogical Considerations. At Illinois Online:
- [3] Antonio J.M. Soares, H. Abdalla, Paulo De Carvalho, Leonardo De Menezes, Franklin Da C. Silva, Eduardo T. L. Pastor, Utilización de Tecnología de la Información en la Enseñanza de Electromagnetismo. Revista Facultad de Ingeniería., Vol. 12, No. 001, 2004, pp. 59-64.
- [4] Harvard Business School. (2003). Streaming Media Tutorials and articles. At

# Simulación del movimiento oscilatorio

B. S. García Devia, Á. A. Rojas García, J. H. Fuentes Ramírez, J. P. Oviedo Roa  
Universidad Cooperativa de Colombia- Regional Ibagué

---

## Resumen

En Internet hay muchas personas e instituciones que ya han colgado sus programas en Java, los cuales podemos utilizar en nuestra práctica docente. Sin embargo cuando intentamos desarrollar una sesión de Internet en las aulas, padecemos la lentitud extrema con la que funciona a determinadas horas del día (que suelen coincidir con las horas lectivas). Lo anterior hace necesario preparar los applets en el disco duro para que se puedan utilizar con la máxima rapidez, para lo cual necesitamos "bajarlos" de la red. Una vez bajada (copiada a nuestro PC) la página html y los applets e imágenes asociadas, debemos personalizar el applet poniendo sus componentes en nuestro propio idioma. Por lo anterior, hemos decidido construir nuestros propios programas.

Con el programa desarrollado (applet) en este trabajo, pretendemos transmitir una buena visualización del movimiento oscilatorio, lo cual nos obliga a concebirlo en la forma más interactiva posible con el fin de brindar al estudiante un mejor entendimiento del Movimiento Armónico Simple y al mismo tiempo generar un mayor interés por el tema.

En este applet se aborda el aprendizaje de oscilaciones incluido en los programas de física básica universitaria, lo cual nos permite la vinculación con diversos conceptos estudiados previamente en mecánica y retomados en física de ondas. Tanto en la resolución de problemas como en el trabajo de experimentación en clase, convergen varios elementos que son significativos para el aprendizaje de las ciencias experimentales. Para que el aprendizaje sea significativo los alumnos deberán hacer significativos conceptos como: movimiento circular, proyección, frecuencia, periodo, velocidad angular, vector posición, velocidad tangencial y aceleración centrípeta. La evaluación se implementa con la aplicación de esos conceptos en la explicación de los fenómenos y del funcionamiento de los applets y equipo de laboratorio; la interpretación de datos e identificación de hipótesis para obtener las variables involucradas y la manera como intervienen en dichos fenómenos.

Los resultados obtenidos con nuestra experiencia didáctica, podrían ser resumidos en el incremento de la motivación en la mayoría de los estudiantes, ya que les agrada la idea de poder diseñar los programas y a partir de estos realizar hipótesis acerca de su funcionamiento. A pesar de ser más rigurosa la estrategia, le dedican más tiempo, con lo cual estamos formando nuevos investigadores en el diseño de programas interactivos en java. También hemos podido comprobar una mayor comprensión de los conceptos citados anteriormente y la estimulación de la imaginación y la creatividad.

**Palabras claves:** Enseñanza de la física, fislet, movimiento oscilatorio

## Abstract

In Internet there are many people and institutions that have already hung their programs in Java, which we can use in our he/she practices educational. However when we try to develop a session of Internet in the classrooms, we suffer the extreme slowness with which works at certain hours of the day (that usually coincides with the work hours). the above-mentioned makes necessary to prepare the applets in the hard disk so that they can be used with the maximum speed, for that which we need to get them off the net. Once slope (copied to our PC) it paginates it html and the applets and associate images, we should personalize the applet putting their components in our own language. For the above-mentioned, we have decided to build our own programs.

With the developed program (applet) in this work, we seek to transmit a good visualization of the oscillatory movement, that which I force us to conceive it in the possible more interactive form with the purpose of offering the student a better understanding of the Simple Harmonic Movement and at the same time to generate a bigger interest for the topic.

In this applet the learning of oscillations is approached included in the programs of physics basic university student, that which allows us the linking with diverse concepts studied previously in mechanics and recaptured in physics of waves. So much in the resolution of problems like in the experimentation work in class, they converge several elements that are significant for the learning of the experimental sciences. So that the learning is significant the students will make significant concepts like: circular movement, projection, frequency, period, speed angular, vector position, tangential speed and centripetal acceleration. The evaluation is implemented with the application of those concepts in the explanation of the phenomenon and of the operation of the applets and laboratory team; the interpretation of data and hypothesis identification to obtain the involved variables and the way like they intervene in this phenomenon.

The results obtained with our didactic experience, they could be summarized in the one I increase of the motivation in most of the students, since they like the idea of being able to design the programs and starting from these to carry out hypothesis about their operation. In spite of being more rigorous the strategy, they dedicate him more time, with that which we are forming new investigations in the design of interactive programs in java. We have also been able to check a bigger understanding of the concepts mentioned previously and the stimulation of the imagination and the creativity.

**Keywords:** Teaching of the physics, physlet, oscillatory motion

## 1. Introducción

Muchas veces se disminuye el interés por parte de estudiantes y profesores hacia el estudio de las ciencias, ya que en ocasiones inclusive el proceso de aprendizaje se complica por que los conceptos no son asimilados fácilmente, y muchos de ellos no pueden ser aprovechados de una manera práctica. Esto incurre en el anti - "Aprendizaje significativo" [1][2], el cual se caracteriza por la *interacción* entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo. [3] Es decir, el nuevo conocimiento (en este caso un fenómeno físico tal como un movimiento oscilatorio) adquiere relevancia para el estudiante, y el conocimiento previo crece sustancialmente, consolidando el aprendizaje significativo [1]. Para desarrollar el Aprendizaje Significativo, en temas específicos de la física como los del Movimiento oscilatorio, se proponen varias de las aplicaciones de la Tecnología informática actual en la enseñanza, como el uso de Applets se abren las posibilidades de que los conceptos se aborden implicando la participación activa del estudiante, con un mayor tiempo dedicado a analizar la experiencia y a reflexionar sobre ella.

Para lograr nuestros objetivos hemos simulado en el computador (por medio de Java) aquellos fenómenos físicos que presentan dificultades al construir sus conceptos por su alto grado de abstracción. En este trabajo presentamos la simulación del movimiento oscilatorio asociado con el Movimiento Circular Uniforme y a través de el podemos mostrar que el uso de los fislet dentro del aula nos permiten la no utilización de gran cantidad de equipos y herramientas, que muchas veces en un medio como el nuestro no están disponibles y variables del mundo real que no se pueden trabajar experimentalmente.

## 2. Marco teórico

### Realidades del aprendizaje

Cada vez que un individuo se enfrenta a experiencias físicas o vivencias nuevas y, por ende desconocidas para él, probablemente su *conocimiento previo* no le es suficiente para manejarlas, de tal manera que se produce un "desequilibrio conceptual" [3], traducido en dificultades en

el entendimiento de conceptos en áreas como la física en los últimos niveles de la educación secundaria o en los primeros niveles universitarios, y se hacen evidentes cuando el estudiante requiere pensar y aplicar dichos conceptos.

Se puede también mencionar el problema de la visualización de muchos fenómenos que solo se podrían visualizar, con aparatos que por su costo y complejidad no están disponibles en los laboratorios de los centros educativos.

El hecho de que algunos problemas requieran el desarrollo de operaciones y cálculos matemáticos repetitivos, numerosos, extensos y complejos que imposibilita muchas veces al estudiante construir acertadamente una conclusión o visualizar el fenómeno en estudio. Muchas veces son la causa del bajo interés por comprender y asimilar los conceptos puestos en práctica a través del lenguaje matemático.

### Estudios de referencia y sus resultados

Richard S. Steinberg ha realizado experimentos pedagógicos en los que compara el rendimiento de estudiantes que han utilizado actividades basadas en el computador con el de otros no sometidos a estas actividades sino al entrenamiento tradicional y concluye que los primeros obtienen mejores resultados. [4]

En el centro para la Innovación en el aprendizaje de la Universidad Carnegie-Mellon de Pittsburgh, se desarrollaron tutoriales con computadores con el objetivo de mejorar la instrucción de la física teniendo en cuenta los procesos mentales necesarios para aplicar principios científicos a la solución de problemas los cuales involucran funciones cognitivas básicas de decisión, implementación y valoración y llegaron a la conclusión que los tutoriales con computador son casi tan efectivos como la enseñanza individual realizada por maestros expertos. Sus tutoriales estaban orientados a las leyes de Newton, únicamente. [5]

Fred M. Goldberg, profesor de San Diego State University en California, ha estado investigando durante 20 años en la enseñanza de la física y director de los siguientes proyectos (entre otros):



- Constructing Physics Understanding in a Computer-Supported Learning Environment (CPU Project).
- Systems and Interactions Construction ideas in Physical Science (CIPS project).
- Professional Development Materials for Constructing Physics Understanding Among Prospective and Practicing Elementary Teachers (CPU-Elementary Physics).

El Profesor Goldberg también confirma que la asistencia del computador en la enseñanza de la física mejora la comprensión de los estudiantes de los fenómenos estudiados. [6]

### 3. Java, Applet y Physlet

La Programación Orientada a Objetos es el siguiente paso en la evolución de los lenguajes de programación, Para la muestra esta "Java" que es un lenguaje de Programación Orientado a Objetos nos permite organizar el código en entidades como las clases compuestas de datos y funciones. Derivando una clase de otra base, estamos utilizando el código de la clase base para nuestras propias necesidades, y le añadimos el código que implementa la conducta específica. Así es como creamos los "Applets" que son programas escritos en lenguaje Java: Aplicaciones (App) mini (let) o pequeñas aplicaciones. Estos programas pueden integrarse en páginas HTML, características de Internet. Los applets de Java pueden realizar operaciones como animaciones, interacción con el usuario (por ejemplo juegos), etc. Para identificar aquellos applet relacionados con la física es usado el termino "Physlet" (o fislet) que se obtiene de la contracción de physics y applet según [7].

El fislet es un programa que se ejecuta directamente sobre la página web. Suele estar insertado en una página que contiene texto, imágenes y sonido y que incorpora un panel con los botones y mandos necesarios para manipular el applet de forma interactiva, además posee características de tamaños relativamente pequeños en memoria, son configurables para adaptar a las necesidades específicas, son interactivos y muchos se distribuyen gratuitamente en Internet.

Aprovechando las principales ventajas de los applets, que son la animación (permite simular un fenómeno físico) y, gracias a la interacción, el estudiante puede manipular la evolución del sistema físico de una manera controlada, el estudiante, por ejemplo, puede investigar la dependencia de las magnitudes que intervienen en un fenómeno que reproducimos en el ordenador. según estudios realizados[8] donde destacan tres situaciones en las que el uso de los fislets es recomendable.

- Investigación de sistemas físicos de forma controlada.
- Simulación de sistemas físicos difícilmente reproducibles en el laboratorio.
- Ayuda en el aprendizaje de conceptos abstractos.

### 4. El desarrollo del fislet

Nuestro objetivo fundamental, es la comprensión y construcción de los conceptos de las variables que determinan el movimiento oscilatorio de una manera sencilla, dinámica, participativa y reflexiva por parte del estudiante. De tal manera que nos permita identificar mediante la simulación el conocimiento previo, sobre el cual se construirá el nuevo conocimiento para que el aprendizaje sea significativo.

Para programar en Java se utiliza el «Kit de Desarrollo de Java» (JDK 1.5-Java Development Kit Sun Microsystems Inc. 2005) el cual cuenta con un conjunto de clases que los programadores de Java pueden utilizar para escribir aplicaciones y applets, adicional a esto se encuentra herramientas tales como el JCreator 3.5 (Xinox Software 2005) y el Java Help (SyncEdit Software 2005), las cuales poseen su versión del tipo Software libre (freeware), siendo gratuita su distribución.

Ahora, lo que se espera del fislet es que incida positivamente creando muchas ventajas en el aprendizaje con el uso de este tipo de tecnologías computacionales, tales como la construcción y la abstracción de nuevos conceptos a través de la visualización de los fenómenos (Simulaciones graficas con alto contenido de información significativa), la facilidad del manejo de los parámetros que caracterizan el fenómeno físico, y el aumento por el interés del trabajo extraescolar en el tema., la portabilidad de la herramienta de aprendizaje y el bajo costo de poseerla. Todas estas características denotan la idea, de que el desarrollo del fislet debe atravesar las etapas de Ingeniería del software: análisis, diseño, construcción, prueba y mantenimiento, sin perder el enfoque del objetivo principal que es el aprendizaje significativo del concepto que representa el fenómeno físico; para este caso específico como es el Movimiento Oscilatorio.

Basados en el material existente en Internet, se diseña el bosquejo que servirá para la construcción del prototipo que representara el fenómeno oscilatorio. Entre mas realista sea el fislet, mas compleja y extensa se torna la programación, debido al alto grado de abstracción en la maquina computacional, pero con la ventaja de que este tipo de fislet es realista y altamente llamativo para quien va a interactuar con el; sumando una ventaja adicional a las que ya se tienen, tales como el manejo de variables que en el mundo real son

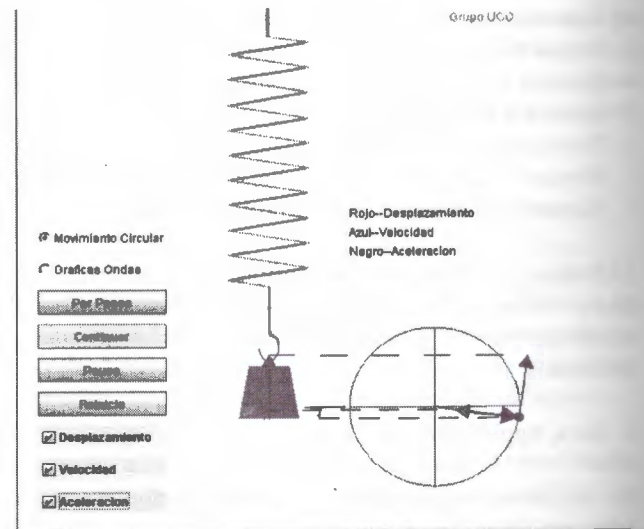
difíciles de manipular (Peso, constantes del resorte, amplitudes y tiempos exactos entre otras). Luego de construido el prototipo se le realizan las pruebas pertinentes por el grupo investigador y conocedores del tema para realizar los ajustes necesarios. Por ultimo se distribuye en formatos compatibles para navegadores de Internet Explorer (entre otros), dichos archivos son portables, de bajo tamaño de memoria y fácil ejecución en computadores que inclusive no tengan conexión a Internet.

## 5. Descripción del fislet

En el fislet desarrollado, se abordan los fenómenos oscilatorios incluidos en los programas de física básica universitaria, lo cual nos permite la vinculación con diversos conceptos estudiados previamente en mecánica y retomados en física de ondas. Tanto en la resolución de problemas como en el trabajo de experimentación en clase, convergen varios elementos que son significativos para el aprendizaje de las ciencias experimentales. Para que el aprendizaje sea significativo [1][2], los alumnos deberán hacer significativos conceptos como: movimiento circular, proyección, frecuencia, periodo, velocidad angular, vector posición, velocidad tangencial y aceleración centrípeta. La evaluación se implementa con la aplicación de esos conceptos en la explicación de los fenómenos y del funcionamiento de los fislets y equipo de laboratorio; la interpretación de datos e identificación de hipótesis para obtener las variables involucradas y la manera como intervienen en dichos fenómenos.

En la simulación mostramos un péndulo de resorte (oscilador libre) asociado a un Movimiento Circular Uniforme, que nos permite visualizar las variables que describen el movimiento como son: Posición, velocidad tangencial y aceleración centrípeta, estableciendo una relación con el movimiento oscilatorio del resorte a través de sus proyecciones sobre su diámetro, convirtiéndose estas en las variables que describen el movimiento en el péndulo de resorte (M.A.S.)

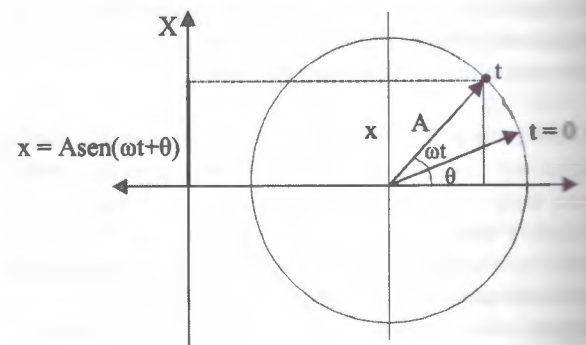
En la figura mostramos la simulación del movimiento oscilatorio de un péndulo de resorte que oscila verticalmente. Al lado derecho se tiene un punto el cual nos representa un cuerpo animado de movimiento circular uniforme, dicho cuerpo a cada instante ocupa una posición describiendo una trayectoria circular. Podemos observar el cuerpo en cualquier instante mostrando a través de vectores la posición (flecha roja), la velocidad tangencial (flecha azul) y la aceleración centrípeta (flecha negra). Cada una de ellas tiene su respectiva proyección sobre el resorte, las cuales son sus componentes en el eje X y nos representan las variables que describen el movimiento en el péndulo de resorte el cual representa un caso particular del M.A.S.



## 6. Modelos matemáticos

En la figura, se observa la interpretación de un M.A.S. como proyección sobre el eje X, del extremo de un vector rotatorio de longitud igual a la amplitud  $A$ , que gira con velocidad angular  $\omega$  igual a la frecuencia angular del M.A.S., en el sentido contrario a las agujas del reloj.

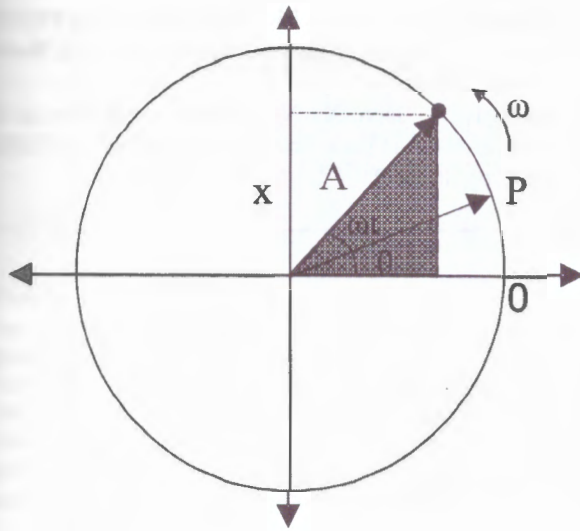
El ángulo  $\omega t + \theta$  que forma el vector rotatorio con el eje de las X se denomina fase del movimiento. El ángulo  $\theta$  que forma en el instante  $t = 0$ , se denomina fase inicial.



Al observar el gráfico. El móvil parte de O, pero comenzamos a contar el tiempo hasta que llega a P, origen de tiempos. Nuevamente, por trigonometría, en el triángulo sombreado, podemos escribir:

$$x = A \text{ sen}(\omega t + \theta)$$

Esta es la ecuación de la posición de un movimiento armónico simple, donde aparecen las siguientes magnitudes:



Elongación ( $x$ ), Amplitud ( $A$ ), Frecuencia angular ( $\omega$ ), Fase inicial ( $\Theta$ ). Si derivamos la ecuación de la posición obtendremos la velocidad.

$$v = A\omega \cos(\omega t + \Theta)$$

y si derivamos la velocidad obtendremos la aceleración

$$a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \Theta)$$

## 7. Metodología de investigación

Nuestro punto de partida es el fislet, al socializar la simulación con los estudiantes, se establece una discusión en torno al fenómeno observado para identificar el conocimiento previo de los estudiantes (lanzamiento de conjeturas, establecen juicios, reflexionan críticamente). Luego ordenamos las ideas en torno a la verdad y enmarcadas en un contexto científico logrando así la construcción del conocimiento (conceptualización del fenómeno y sus variables), también hacemos representaciones simbólicas (Abstracción, simbología a las variables) para finalizar estableciendo relaciones entre las variables (construcción de modelos matemáticos).

Todos estos procesos en el aula son filmados, registrándolos en el diario pedagógico, junto con otras herramientas de investigación. Luego son analizadas para confrontarlas con la teoría y así poder nosotros realizar nuestras propias construcciones teóricas.

## 9. Conclusiones

Con ayuda de la simulación los procesos inductivos y deductivos quedan integrados en un único proceso de

enseñanza/aprendizaje, ayudan a establecer conexiones entre el formalismo de la Física y los fenómenos del mundo real.

Motivan al estudiante, promoviendo la interacción alumno-profesor, enriqueciendo el ambiente participativo y de discusión entre el profesor y los alumnos y de estos entre sí, etc.

El hecho de que en Colombia la Internet se ha ido popularizando aceleradamente, no sin dejar de tener en cuenta que el número de páginas Web en español dedicadas a la enseñanza de las ciencias y en especial de la física es reducido, debido a que hay pocos programadores en lenguaje Java, ya que además de tener los conocimientos de física también deben saber programar en este lenguaje. Esto último podría verse como un obstáculo, pero el cual se espera en este proceso romper dicho paradigma.

La formación de nuevos programadores en Java, para el aprendizaje de la física, impulsará el desarrollo de otras ciencias, ingenierías o técnicas, se desarrollará el conocimiento de técnicas numéricas, algoritmos computacionales, graficación y visualización. Dado que tanto el estudiante como el docente tendrán el código fuente y podrán realizar sus propias variaciones o escribir sus propios programas.

El fislet desarrollado promueve el cambio conceptual y facilita el aprendizaje significativo. Las relaciones Maestro-Alumno mejoran radicalmente y desaparece aquel estudiante que estaba acostumbrado a ver la Física como algo tan complicado que sólo él maestro tenía el privilegio de saberlo todo y darse el lujo de explicarlo a los demás. Se acaban las costumbres de repetir textualmente, de seleccionar y aplicar por intuición o en forma maliciosa fórmulas ajenas, construidas sin su participación. Permitiendo la construcción de significados, con los cuales el estudiante "juega" y va deduciendo conclusiones como fruto de un tutorial programado con múltiples preguntas y sugerencias de experimentos realizables.

## 10. Referencias

- [1] Ausubel, D.P., Novak J.D. y Hanesian, H. Psicología Educativa: Un Punto de vista Cognoscitivo. Editorial Trillas, México, 1983. 623 pp.
- [2] Moreira, M. A. Aprendizaje significativo: teoría y práctica. VISOR, Madrid, 2000, 100 pp.
- [3] Moreira, M.A. y Greca M.I. Cambio Conceptual: Análisis Crítico y Propuestas a la Luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo. Porto Alegre, 2004.
- [4] Steinberg, R. N. Computers in teaching science: to simulate or not to simulate, Phys. Educ. Res., Am. J. Phys, 2000. Suppl. 68, S37-S41.



- [5] Reif, F. y Scott, L. A. Teaching scientific thinking skill: students and computers teaching each other, *Am. J. Phys.*, 67, 1999, pp. 819-831.
- [6] Goldberg, F. M. Constructing physics understanding in a computer-supported learning environment, *AIP Conf. Proc.* 399, 1997, pp. 119-1135.
- [7] Christian, W. y Belloni, M. *Physlets: Teaching Physics with interactive curricular material*. Prentice-Hall, Nueva Jersey, 2001.
- [8] Bohigas, X., Jaen, X., Novell, M. Los applets en la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), 2003, pp. 463-472.



# Cibernética de la cibernética: un nuevo paradigma en la formación del ingeniero industrial

Patarroyo Durán Nubia, Mejía Q. Jorge Enrique  
Universidad Central, Facultad de Ingeniería, Bogotá - Carrera de Ingeniería Industrial

## Resumen

Haciendo un breve recorrido por la evolución del pensamiento administrativo y analizando las causas de sus cambios, se propone una posible nueva teoría, fundamentada en el comportamiento histórico de las teorías administrativas con respecto a su evolución entre el control normativo y el racional, factor de gran relevancia para el ingeniero industrial ya que es el responsable del control administrativo de los procesos organizacionales. Teniendo presente que la gestión óptima de las empresas implica la administración de todos y cada uno de los subsistemas que las conforman y su respectiva interrelación con el entorno, ya que no se puede desconocer el fenómeno de globalización que nos absorbe, se finaliza con observaciones y recomendaciones al sistema educativo Colombiano para la formación de un ingeniero industrial recursivo, reflexivo y proactivo, de pensamiento holístico generado mediante un aprendizaje vivencial.

**Palabras claves:** Teoría administrativa, control normativo y control racional

## Abstract

Making a brief route by the evolution of the administrative thought and analyzing the causes of its changes, a possible new theory is propose, based on the historical behavior of the administrative theories with respect to its evolution between the normative and rational controls, factor of great relevance for the Industrial Engineer since it is the responsible of the administrative control of the organization processes. Having present that the optimal management of the companies implies the administration of all and each one of the subsystems that conform and their respective interrelation to the environment, since we cannot unknown the globalización phenomenon which life that us, finally, we present observations and recommendations to the Colombian educative system for the formation of a recursive, reflective and proactive Industrial , of holístico thought, generated by means of an existencial learning.

**Keywords:** Theory administrative, normative control and rational control

## 1. Introducción

En este documento se analizan las diferentes teorías administrativas americanas, las cuales se rigen por el tipo de control que se ejerce y se encuentran contextualizadas dentro de una serie de eventos sociales de la época, cuya ocurrencia permitió que cada movimiento se arraigara o se modificara. Se piensa que la globalización y los conflictos bélicos de diversas civilizaciones originarán hacia el año 2010 un cambio de teoría administrativa, relevando la tendencia actual del control normativo por el racional, hecho que se puede sustentar en el movimiento oscilatorio entre lo normativo y lo racional que las diversas teorías administrativas han tenido en periodos aproximados de 30 años. Inicialmente el cambio de control era extremo, sin embargo, a partir de los cambios subsiguientes se detecta un acercamiento entre los factores humano – productivo.

Se espera que la sexta retórica sea de énfasis racional pero mucho más cercana a lo normativo que las anteriores, por ello pensamos que lo más conveniente es una teoría que acople los dos controles, algo así, como la *Cibernética de la*

*Cibernética* que se podría interpretar como el control del control, una ciencia más integral que acerque las dos ideologías. Sobre la hipótesis de que el ingeniero industrial es el encargado del control en los sistemas organizacionales y es quien debería asumir la administración de los mismos, se recomienda el tipo de educación que deberían recibir los estudiantes de ingeniería industrial, la metodología mas acertada, competencias ha desarrollar y los socios estratégicos de las instituciones de educación superior.

## 2. Antecedentes

Teniendo en cuenta que Colombia ha sido, más cercana a las modas administrativas norteamericanas, se hará un recorrido por la historia del pensamiento administrativo en Estados Unidos, que comprende 5 retóricas las cuales nunca han desaparecido y se han institucionalizado gradualmente. Dichas retóricas se centran en tesis en contravía, controles normativos o controles racionales [1], ninguno ha tenido un desarrollo progresivo sino que han sido intercalados periódicamente como se referencia en los párrafos siguientes y se puede apreciar en la gráfica 1.

Entre 1870 y 1900 predominó el *Mejoramiento Industrial*. Robert Owen y James Montgomery sugirieron mejorar el bienestar de los trabajadores y las condiciones de trabajo, la idea central de esta teoría era que si la empresa se convertía en el eje central de la vida del empleado podría lograrse orden comunitario y paz industrial, entonces el camino hacia la ganancia, el control y la paz industrial dependía de poner los intereses, los valores y creencias de los trabajadores en coincidencia con los de los propietarios; visto así, se decía que era como un feudalismo benévolo y bien intencionado que deseaba la felicidad de la gente siempre y cuando complaciera a las autoridades [2]. Sin embargo, el socialismo de los inmigrantes europeos generó cambios sociales y confrontaciones laborales frecuentes, dificultando la administración a medida que las empresas crecían.

Sobre esta base un creciente grupo de ingenieros mecánicos e industriales desafió este movimiento originando uno nuevo de fundamentación racional conocido como *Administración Científica* (1900–1923). Este movimiento buscaba mejorar la coordinación y el control de la administración, aumentando la productividad y determinando causas y efectos dentro del proceso de producción. La teoría fue apadrinada por Frederick Taylor, llegando a ser tan importante que en 1908 la Escuela de Negocios de Harvard declaró el enfoque como el estándar para la administración moderna y lo adoptó como núcleo de la organización de todos los cursos.

Taylor apoyaba la idea de optimizar los procedimientos de trabajo racionalmente de tal manera que se ubicara trabajadores en tareas adecuadas a sus capacidades y se les pagara bien, obteniendo así, trabajo menos duro, mayor eficiencia y productividad.

Después de la Primera Guerra Mundial surgieron cambios de clima social, temores a la revolución Bolchevique que impulsaron el apoyo de negociaciones colectivas y participación sindical, cuyo resultado fue el resurgimiento de la atención al factor humano que lideró la teoría de *Relaciones Humanas* (1925 – 1955). Esta teoría se fundamenta en el control normativo, donde la idea central eran los derechos y la mejora de las condiciones de trabajo del empleado. A diferencia de los programas sociales liderados por el movimiento de mejoramiento industrial, que apuntaba a la moralidad y el deber social, la nueva escuela perseguía la eficiencia -lema de la administración científica- convirtiéndose en una promesa de extensión y modificación del racionalismo aplicado al recurso humano. Aunque esta escuela es de control normativo no olvidó el uso de las herramientas cuantitativas como las pruebas de selección. Mayo inició sus investigaciones con la fatiga y terminó con el análisis de la psicopatología individual, determinando la influencia del comportamiento del supervisor inmediato en los procesos de grupo que facilitan u obstaculizan el logro de los objetivos organizacionales.

Debido a que los procesos con el recurso humano son bastante lentos, se empezó a correr la voz de que el M.B.A. (Management business administration) debería ser prerequisite para la carrera administrativa, y que a su vez tenía que reforzarse con métodos cuantitativos, razón por la cual se implementó la investigación de operaciones, el planteamiento de principios administrativos generales, la ciencia administrativa y la teoría organizacional. Dicha idea no se oponía a la afirmación de la administración científica de que los administradores debían poseer estudios universitarios.

Durante la segunda guerra mundial los problemas logísticos resueltos a través de la investigación de operaciones, dieron tal auge que se aplicó desde el campo militar hasta el organizacional, especialmente para planificación y control, de esta forma nació el *Racionalismo de Sistemas* (1955 -1980). Su importancia fue tanta que el núcleo de estudios en las escuelas de negocios de la época era investigación de operaciones, ciencia administrativa, finanzas, contabilidad y estadística, lo que iba generando la búsqueda de un cuerpo ordenado de conocimiento, es decir, de nuevo se retornaba al control racional.

El nuevo lema era planificación, pronóstico y control; pensaban diseñar empresas más efectivas manipulando estructuras y procesos de decisión. Rápidamente las teorías afectivas se reemplazaron por planes motivacionales basados en cálculos racionales y toma de decisiones cognitivas, sin embargo, el racionalismo de sistemas carecía de un modelo explícito para la fuerza de trabajo, por lo que la lealtad y compromiso se fue diluyendo hasta el nivel profesional, ahí floreció la teoría de la *Cultura Organizacional* (1980 a la fecha).

Esta última teoría inició con el reconocimiento de que las empresas se pueden ver como sistemas con significado social, donde los valores de los empleados y el liderazgo mejoraban la productividad a través de la calidad, flexibilidad y servicio. Ahora el compromiso era a la calidad lo que el cálculo a la eficiencia, por ello, empezó a adquirir mayor valor el compromiso, la motivación, el trabajo en equipo, la lealtad organizacional, la cultura y la moral. Se ha notado que se construye una cultura compartida, sin que los trabajadores pierdan autonomía ni individualismo, asegurando que en periodos críticos éstos harán lo que más convenga a la organización, situación que no aseguró el racionalismo de sistemas, dicha teoría funcionaba en periodos de bonanza y superávit [3].

### 3. La posible nueva teoría

De los antecedentes se puede concluir que el mejoramiento industrial, las relaciones humanas y la cultura organizacional se enmarcan en un control normativo basado en moldear la identidad, emociones, actitudes y creencias de los trabajadores. El control racional, representado por la administración científica,



El racionalismo de sistemas, se cimenta en métodos y sistemas cuantitativos detenidamente articulados. Al parecer los administradores fueron atraídos hacia las retóricas que enfatizan estructuras y procedimientos racionales cuando las ganancias dependían de la inversión de capital y la automatización, sin embargo, cuando el retorno de capital descendía se interesaban por las retóricas centralizadas en la fuerza de trabajo, por tanto se puede decir, que el control racional coincide con la fase ascendente de las ondas largas, mientras que en las depresiones surge el control normativo, de esta forma, las fuerzas económicas serían las determinantes de las diferentes teorías administrativas [4].

Como se puede ver en la gráfica 1 las diferentes teorías administrativas están regidas en su base por el tipo de control que se ejerce, ya sea normativo o racional y además se encuentran contextualizadas dentro de una serie de eventos sociales de la época, cuya ocurrencia permitió que cada movimiento se arraigara o se modificara; cada retórica ha tenido una duración aproximada de 30 años, intercalando el control normativo y racional, inicialmente entre 1870 y 1900 la teoría utilizada fue el *Mejoramiento Industrial (1870-1900)*, de control normativo, el cual fue modificado gracias a los efectos de la revolución industrial por la *Administración Científica (1900-1925)*, de control racional que a raíz de las consecuencias de la primera guerra mundial es reemplazada por la teoría de *Relaciones Humanas (1925-1955)*, de control nuevamente normativo, la cual debido a la tecnología utilizada en la segunda guerra mundial produce un cambio hacia el *Racionalismo de Sistemas (1955-1980)*, retornando otra vez al control racional, dicho predominio llega a su fin con la aparición de la calidad total que hace la administración restituya el control normativo a través de la *Cultura Organizacional (1980 a la fecha)*.

Con base en el anterior análisis, se puede pensar que el fenómeno de la globalización y los conflictos bélicos de diversas civilizaciones [5] originen hacia el año 2010 un cambio de teoría administrativa. Se puede esperar que el actual control normativo sea relevado por un control racional,

sustentada en que las diversas teorías administrativas han tenido un movimiento oscilatorio entre lo normativo y lo racional (ver gráfica 1); es importante resaltar que el cambio de ideología de mejoramiento industrial a la administración científica implicó un cambio extremo de fundamentos, sin embargo, a partir de los cambios subsiguientes se puede detectar un acercamiento en el manejo de los factores básicos (humano – productivo), donde al hacer énfasis en uno de los dos no se olvida la importancia del otro, dándole cada vez un poco más de juego.

Si se mira la historia de la administración se notará que se encuentra enmarcada por la formulación de teorías administrativas que apuntan al control de organizaciones complejas[6], por esto, se puede esperar que la sexta retórica sea de énfasis racional pero mucho más cercana a lo normativo que las anteriores, como se ve en la gráfica 2, en la que se muestra un movimiento cíclico en forma de espiral comandado por los dos tipos de control donde cada retórica se acerca más al control opuesto, por ello pensamos que lo más conveniente es utilizar una teoría que acople los dos controles, algo así, como la *Cibernética de la Cibernética* que se podría interpretar como el control del control, una ciencia más integral que haga las veces de metasisistema, acercando las dos ideologías, pues se requiere de una gerencia que sepa escuchar, respetar e involucrar al trabajador en la productividad del sistema organizacional, ya que ésta depende básicamente de 4 factores [7]:

- El mejoramiento de la capacidad administrativa.
- La capacidad de investigación, adaptación, apropiación y desarrollo de tecnología de producción.
- El factor cultural.
- La motivación.

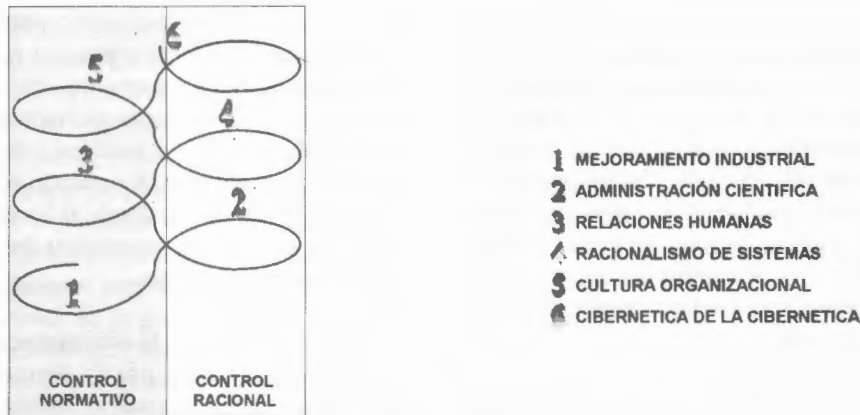
A su vez la eficiencia depende de [8]:

- La posibilidad de mejorar la productividad.
- La capacidad para distribuir los incrementos de productividad entre los interesados del sistema.



Gráfica 1. Evolución de las Teorías Administrativas

Fuente: Los autores



Gráfica 2. Movimiento cíclico de las teorías

Fuente: Los autores

La teoría contemporánea mantiene vigente el interés por mejorar la productividad y adicionalmente ha agregado uno más, mejorar la eficiencia de las organizaciones, razón por la cual busca crecer y simultáneamente contribuir al desarrollo de la sociedad en su conjunto; ésta característica otorga un punto más, a favor de la cibernética de la cibernética que se fundamenta en los pilares del pensamiento holístico.

La cibernética formalizada por Norbert Wiener [9] trata acerca de sistemas de control basados en la retroalimentación, ideal para sistemas complejos, es decir, un sistema compuesto por varias partes interconectadas cuyos vínculos entre ellas contienen información adicional y oculta para el observador. Así pues, para describir un sistema complejo hace falta no sólo conocer el funcionamiento de las partes sino conocer como se relacionan entre sí.

Sin embargo, en la cibernética el observador solamente entra en el sistema para estipular su propósito o finalidad, mientras que en la cibernética de la cibernética el observador entra en el sistema afirmando su propio propósito, de allí que permita construir y ejecutar un mecanismo de control en un sistema organizacional, evaluando y controlando los resultados de la administración, integrando los puntos de vista de usuarios, actores y administradores, estableciendo el impacto de los proyectos que se realizan y por ende, dinamizando el ciclo de aprendizaje organizacional.

En últimas, si el objetivo de la cibernética son los sistemas autorregulados, el propósito de la cibernética de la cibernética es tener la capacidad de gestionar de forma propia los sistemas autorregulados. Así se tiene en cuenta tanto la estructura como el factor humano y además se utilizan herramientas de cálculo que permiten garantizar un control adecuado y por lo tanto una administración o gestión

óptima de los sistemas organizacionales. El control más que un sistema implantado en la organización como herramienta, debe convertirse en una cultura de auto evaluación, con lo cual la empresa aprende a observar lo que está sucediendo y compararlo con las metas que tenían inicialmente.

#### 4. La administración y la formación del ingeniero industrial

El propósito que originó la ingeniería industrial fue el control administrativo de los procesos industriales u organizacionales, por tanto debía proporcionar todos los insumos necesarios para la producción, programarla, controlar el personal operativo, dar mantenimiento a los equipos y preocuparse por elevar la eficiencia del trabajo [10]. De esta forma, el ingeniero industrial es la persona encargada del control y la optimización de los procesos productivos, tarea que normalmente no realizan las otras especialidades, entonces el ingeniero industrial se puede ver como el punto de coordinación de diversas actividades, su formación es interdisciplinaria por necesidad, además se encuentra involucrado con el elemento humano, en la organización y administración de la empresa ya que es responsable de diseñar, medir, planear y programar el trabajo.

Si el ingeniero industrial es el encargado del control en los sistemas organizacionales, se sobre entiende que debe asumir la administración de los mismos, pues las teorías administrativas se cimentan sobre controles normativos o racionales; por ello se puede concluir que *el desarrollo del potencial del individuo, la administración participativa, el sistema abierto, la autoorganización, el trabajo en equipo para el mejoramiento continuo de productividad y calidad total*, son ideas que deben estar a la vanguardia de la formación de las respectivas competencias del ingeniero industrial.

Para establecer las competencias en un individuo es primordial que la persona tenga la capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos en una situación específica, investigadores han determinado, cuánto retenemos cuando se nos enseña algo, descubriendo que después de dos semanas recordamos solo el 10 % de lo que leímos, el 20% de lo que escuchamos, el 50% de lo que discutimos y el 90 % de lo que experimentamos [11], este es un argumento persuasivo para optar por el aprendizaje vivencial, basado en proyectos, que consistente en inducir experiencias de aprendizaje que comprometan a los estudiantes en proyectos contextualizados. Así, el estudiante deja de ser un sujeto pasivo que recibe información descontextualizada y predeterminada, para convertirse en el hacedor de su propio proceso de aprendizaje apoyado en proyectos reales, dicho cambio de rol genera motivación y compromiso emocional, desarrollando en él pensamiento crítico, cuestionamiento y experimentación, el objetivo de este tipo de aprendizaje es la construcción de significado ligada a la historia del estudiante y su respectivo contexto cultural.

La mejor forma de educar para la vida sustentable es cuando profesores, estudiantes, industriales y padres están conectados en una red de apoyo, juntos facilitan el aprendizaje a través de un intercambio cíclico de conocimiento, donde cada uno en el sistema es a la vez profesor y alumno. En los países industrializados las empresas multinacionales se han asociado con las mejores universidades, con el apoyo del estado para investigar e innovar en tecnología, denominado, espiral del progreso de J.J. Servan Schreiver [12] que genera penetración tecnológica y asociación de gran empresa, la universidad y el gobierno.

En Colombia los productos que tienen más ventajas competitivas, no han invertido en investigación en el grado correspondiente para desarrollar una tecnología adecuada que genere valor agregado y conseguir exportar productos procesados o derivados [13]. El desarrollo de nuevas tecnologías requiere inversión para crear o adaptar nuevas máquinas, técnicas de producción o unidades tecnológicas, de ahí que *se espera que la empresa no tarde muchos años en organizar su actividad investigativa en integración con la universidad colombiana y el Estado*. Las soluciones que requiere el sector industrial implican transferencia de tecnología y para lograrlo, *el empresario se vuelve en socio estratégico de las instituciones de educación superior*.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, las universidades deben generar transformaciones en:

1. Las metodologías de aprendizaje hasta hoy utilizadas, enfatizando en aprendizajes:
  - Por Instrucción: Donde el experto en un dominio de acción presenta una serie de conceptos al alumno

siguiendo una estrategia predeterminada.

- Por Analogía: Cuando las similitudes entre objetos se establecen de manera concisa y breve.
- Por Observación: Método valioso cuando se ha desarrollado un nivel razonable de competencia en el dominio seleccionado, permitiendo detectar los detalles de las posibles soluciones a una situación problemática en un ambiente real.

2. Utilización de herramientas tecnológicas que permiten el estudio a distancia, ya que elimina la inseguridad de los estudiantes para expresarse públicamente mostrándose más activo en las discusiones colectivas.

3. Acercamiento de las industrias a la universidad y viceversa

La eficacia del estudio en el sistema no presencial se debe a que el maestro no monopoliza las clases, convirtiéndose en uno de los participantes del proceso educativo. Esto permite al alumno sentirse más responsable y creativo durante el proceso de aprendizaje, actuando de manera más libre y sin prejuicios. Las cifras siguientes hablan por sí mismas: si en la clase tradicional el maestro puede ocupar de 60% a 80% de la interacción verbal, en la clase virtual contribuye sólo de 10% a 15% de la conversación [14]. Los medios tecnológicos facilitan el autoaprendizaje, en los colegios se tiene que motivar y preparar al alumno a una práctica de estudio independiente. En la educación lo más importante es desarrollar las habilidades reflexivas e imaginativas, el aprendizaje vivencial puede ser el camino más viable para asegurar estas condiciones.

De otro lado las discrepancias entre la vida real y las tácticas educativas pueden afectar la motivación del estudiante, ya que le será más difícil concretar los objetivos de aprendizaje y orientarlos hacia su vida profesional y cotidiana. Dice Brigitte Chevallier [15] que el aprendizaje en gran parte depende de la motivación inicial, que "sólo puede nacer de un sentimiento de placer, o por lo menos, de una expectativa hacia lo que se está estudiando".

## 5. Referencias

- [1] Stephen R. Barley, Gideon Kunda. Plan y dedicación: oleadas de las ideologías de control normativo y racional en el discurso administrativo. INNOVAR, Vol. 4, N° 6, 1995, pp. 81.
- [2] Richard Ely. Pullman: A social study. HARPERS NEW MONTHLY MAGAZINE, N° 70, 1885, pp. 446.
- [3] Baker, E. L. Managing organizational culture. MANAGEMENT REVIEW, N° 69, 1996, pp. 8-13.
- [4] Stephen R. Barley, Gideon Kunda. Plan y dedicación:

- oleadas de las ideologías de control normativo y racional en el discurso administrativo. INNOVAR, Vol. 4, N° 6, 1995, pp. 100. [5] Huntington, Samuel. The Clash of Civilizations and the remaking of world order. 7ª edición. Paidós Ibérica, Barcelona., 1997.
- [6] Chandler, Alfred D. Jr. The visible hand: The Managerial Revolution in American Business. HARVARD UNIVERSITY PRESS, Hardcover edition, 1993, 80 pp.
- [7] Martínez Fajardo, Carlos Eduardo. Del concepto de productividad en el management clásico al concepto de eficacia en el management contemporáneo. INNOVAR, Vol. 4, N° 6, 1995, pp. 67.
- [8] Ibid.
- [9] Francois, Charles. International Encyclopedia of Systems and Cybernetics, 2 ed. K. G. Saur Verlag, Manchen., (2 tomos) 2004. 450 pp.
- [10] Taylor, Frederick. Principios de la Administración Científica. El Ateneo, 9ª edición, Buenos Aires., 1984, 121 pp.
- [11] Capra, Fritjot. Comprendiendo y vivenciando la ecología. RED DEL TERCER MUNDO. Consultado el 12 de febrero de 2006 en [http://www.redtercermundo.org.uy/texto\\_completo.php?id=2583](http://www.redtercermundo.org.uy/texto_completo.php?id=2583)
- [12] Jean Jacques, Servan – Schreiver. El Desafío Americano. PLAZA & JANES, décimo quinta edición, España., 1969. 301 pp.
- [13] Martínez Fajardo, Carlos Eduardo. El Management En Colombia. INNOVAR, Vol. 4, N° 6, 1995, pp. 77.
- [14] Soródina, Tatiana: La Tecnología Cibernética y Los Cambios En La Educación Contemporánea: Creación Discursiva. OEI – REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN. Consultado el 12 de febrero de 2006 en <http://www.rieoei.org/deloslectores/192Sorokina.PDF>
- [15] Chevallier, Brigitte. Cómo Leer Tomando Notas. FONDO DE CULTURA ECONOMICA, Argentina., 1999, 46 pp.



# Formación de doctores y su impacto en la docencia e investigación

Ing. Javier Páez Saavedra, Ing. José Daniel Soto Ortíz  
Universidad del Norte, Barranquilla - Dirección de Postgrados e Investigaciones en Ingeniería

---

## Resumen

Desde el año 1995 en la División de Ingeniería de la Universidad del Norte se inició un proceso estratégico de capacitación de sus docentes con la visión de formación de doctores, con el propósito de elevar los estándares en docencia y apoyar la investigación. Con base a que los retos que los nuevos tiempos presentarían a nuestros docentes serían grandes, se definió un plan apoyado en las directivas institucionales y consignados en nuestros planes de desarrollo desde esa época. Los frutos cosechados de esta planeación se están recogiendo desde hace varios años, con indicadores tangibles que demuestran que nuestra apuesta fue acertada. En las estadísticas de la División de ingenierías se observa con claridad, que el incremento de docentes con estudios de doctorado ha repercutido en el aumento de proyectos de investigación, sobresaliendo la modalidad universidad – empresa, y de igual manera se ha incrementado la cantidad de dineros por conceptos de servicios de extensión. Pero lo más importante de este proceso ha sido, el nacimiento y consolidación de nuestros programas de maestría, que tienen un perfil netamente investigativo.

En el presente artículo se pretende describir el proceso ocurrido en la División de Ingenierías hasta la actualidad, mediante datos estadísticos que demuestran los beneficios que hemos obtenido en el desarrollo de nuevos cursos, metodologías pedagógicas, proyectos de investigación, producción intelectual, proyectos de extensión.

**Palabras claves:** Gestión del conocimiento, investigación y desarrollo

## Abstract

In the Engineering college at the Universidad del Norte, was began an interesting process to get Ph.D. professor from 1995 to 2005. Propose of this process had to increase the level in the teaching and researching field. This process was supported in the Institutional Strategic Development Plans. Now we are obtaining the gifts of these plans and the statistic indicators demonstrate that our beat was right.

In the present article, we describe the process that Engineering College used to become the interesting results of researching projects and teaching and learning methodologies.

**Keywords:** Knowledge management, research and development.

## 1. Introducción

Desde sus inicios, la Universidad del Norte ha planeado su desarrollo de manera racional y armónica, pero desde los años 80 se vienen adelantando en forma continua y permanente unos procesos de planeación estratégica, que han sido consolidados a través del tiempo, mediante planes trianuales. De manera similar la División de Ingenierías planteo una visión de futuro que ha venido construyéndose año tras año, mediante los planes de acción anual, que han estado en concordancia que el plan estratégico trianual Institucional, que dieron origen a una herramienta importante para el crecimiento de la División, como fue el plan de capacitación de docentes.

## 2. La investigación y la docencia

El primer dilema por resolver, correspondió a que los docentes formados con títulos de doctorado se desempeñarían en docencia o en la investigación dentro de la Institución, sobretodo porque el tiempo que el docente debe invertir en la preparación de las clases y metodologías pedagógicas, podía competir con el tiempo que el docente debía destinar a la investigación. Entonces los planes estratégicos que surgieron como el resultado de un proceso participativo de los docentes y directivos, definieron un perfil del docente requerido en nuestra institución y sobretodo en la División de Ingenierías. El perfil del docente de la División de ingenierías, requería no sólo una destinación de la docencia



y la investigación, sino también hacia la gestión, vista ésta desde la perspectiva de la gestión para la consecución de recursos para los proyectos de investigación.

Pero fueron los 3 últimos planes los responsables del incremento de la cantidad de magisteres, doctores, investigadores dentro de los departamentos académicos: Estrategias generales de desarrollo 1995 – 1998 “La universidad hacia el siglo XXI”, Plan de Desarrollo 1999 – 2002 “la universidad en la sociedad del conocimiento” y Plan de Desarrollo 2003 – 2007 “la universidad investigativa en la sociedad del conocimiento”. Hoy se recogen los frutos de esa cosecha, con el regreso de nuestros docentes a la

institución, enriquecidos por el desarrollo de investigaciones de alta calidad en sus tesis doctorales.

### 3. Consolidación del docente investigador gestor

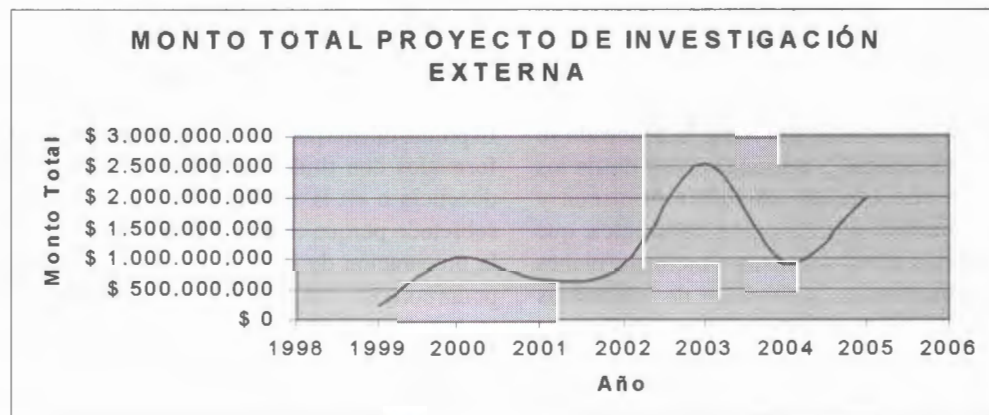
Es muy dicente la cantidad de docentes con doctorado que se han vinculado a la División de Ingenierías, retornando luego de la culminación de estudios en el extranjero. En el año 1996, se contaba con un Ph.D. y en la actualidad hay 17. Pero la cantidad de docentes con título de Ph.D. no son una garantía de crecimiento y fortalecimiento de la investigación y en calidad de la docencia, sin la existencia de un plan de acción que delimite las directrices.

#### PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EXTERNA

AÑO	Nº DE DOCTORES EN LA DIVISIÓN	PROYECTOS APROBADOS	Monto Financiación Total	Contratación	Monto Total
2005	17	10	\$ 1.726.622.250	\$ 258.335.800	\$ 1.986.958.050
2004	12	9	\$ 678.580.000	\$ 248.000.000	\$ 926.580.000
2003	9	6	\$ 1.854.588.000	\$ 685.520.000	\$ 2.540.108.000
2002	7	10	\$ 876.492.870	\$ 7.200.000	\$ 883.692.870
2001	7	9	\$ 602.800.000	\$ 40.241.000	\$ 643.041.000
2000	6	10	\$ 864.882.584	\$ 173.972.286	\$ 1.038.854.870
1999	4	9	\$ 190.480.900	\$ 34.353.090	\$ 224.833.990
1998	2				
1997	1				
1996	1				

En las tablas se observa el impacto del incremento de docentes con título de doctorado año tras año, que es directamente proporcional al crecimiento en la cantidad de

proyectos aprobados y en consecuencia a los montos totales de pesos al año por sus conceptos.

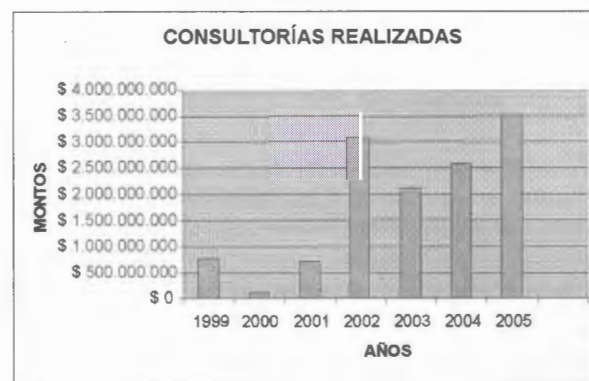


La mayoría de los proyectos de investigación con financiación externa, corresponden a proyecto en la modalidad universidad empresa, y otro tanto, corresponde a proyectos

de investigación en modalidad de contratación directa. Lo que demuestra la capacidad gestora del docente doctor.



De manera similar se observa un impacto positivo en el incremento de proyectos de consultoría y sus respectivos reacudos.



#### 4. Conclusión

Es evidente que los resultados en investigación y en consultoría han sido positivos en la División de ingenierías, y aunque no se ha resuelto del todo el dilema de docencia vs. investigación vs gestión, si observamos que la investigación ha permeado las otras instancias, beneficiando la docencia y al estudiante.

#### 5. Referencias

- [1] División de Ingenierías – Informe de gestión 2005.
- [2] Biggs, J (2001) “The reflective institution: Assuring

and enhancing the quality of teaching and learning” Higher education, pág. 221 – 228.

- [3] Braxton, J.M. (1996) “Contrasting perspective on the relationship between teaching and research” New directions for institutional research, 90 pág 5-15.
- [4] Sancho Gil, J. Docencia e investigación en la Universidad: Una profesión, dos mundos. Educar 28, 2001 pág. 41- 60.
- [5] Universidad del Norte. Plan de Desarrollo 1999 – 2002 “La universidad en la sociedad del conocimiento”
- [6] Universidad del Norte Plan de Desarrollo 2003 – 2007 “La universidad investigativa en la sociedad del conocimiento”.

# Proyecto "MIDAS" Modelo de intervención integral para disminuir la deserción académica en estudiantes de primer nivel de la Universidad Industrial de Santander

Esperanza Aguilar Díaz, Marcela Hernández Cuello, Élide Jácome Bohórquez  
Grupo de investigación en Comunicación Educativa – GEMA  
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga - Vicerrectoría Académica

## Resumen

La UIS es la Universidad pública más importante del oriente colombiano; a ella ingresan semestralmente un promedio de 1500 estudiantes, de diversas culturas y estratos sociales, de los cuales aproximadamente el 30% dejan de pertenecer a la Universidad antes del 4º nivel.

Concientes de esta problemática de deserción y teniendo en cuenta que las estrategias de intervención realizadas han sido aisladas y no integrales, se propuso esta investigación que tiene como objetivo desarrollar un modelo de intervención integral que permita contrarrestar los factores de riesgo, fortalecer los factores protectores del desempeño académico y favorecer la adaptación al ambiente universitario de los estudiantes de primer nivel.

La investigación se realiza en dos etapas, utilizando un modelo cuantitativo y cualitativo. Este artículo presenta las metas del proyecto alcanzadas en su primera etapa desarrollada con los estudiantes que ingresaron en el primer periodo del 2006, en la que se utilizó un modelo integral para manejar el riesgo académico. También se realiza un diagnóstico situacional y se valida el modelo propuesto, a través de un estudio transversal descriptivo, explicativo. La segunda etapa, será realizada con los estudiantes admitidos para el segundo semestre de 2006 y primero de 2007 y categorizados como de alto riesgo. En esta etapa se diseñará y aplicará una estrategia de intervención integral, evaluando su impacto. El diseño de investigación es de pre y post prueba, con un carácter de Investigación Acción.

La estrategia de intervención está centrada en la conformación de: Grupos de Aprendizaje Colaborativo Informales (GACI), Grupos de Acompañamiento Terapéuticos Educativos (GATE) y Grupos de Discusión (D-GATE). Los GACI tienen como función permitir una mayor eficiencia en el aprendizaje. Los GATE, apoyan la intervención de los factores psicológicos, familiares y sociales. Los D-GATES, monitorean el proceso de intervención y planes de trabajo. Se espera disminuir la deserción académica en un 10% de los estudiantes de primer nivel, y un 50% de los estudiantes intervenidos y disminuir los factores de riesgo en un 60% de la población que los presenta.

**Palabras claves:** deserción académica, factores de riesgo, intervención integral.

## Abstract

UIS is the most important public university in the northeastern region of Colombia. An average of 1500 new students from very diverse regional, social and cultural backgrounds enroll each term. By the sophomore year, approximately 30% of them have dropped out. In an attempt to solve this desertion problem several intervention strategies have been unsuccessfully implemented until now. The common ground of such failure points to the absence of a comprehensive approach, as opposed to isolated efforts. Hence, the main objective of this research project is to develop a comprehensive intervention model that would account for a prophylactic assessment of risk factors, the strengthening of academic performance protective factors in learners and, the promotion of a successful adaptation process to university life in first year students.

The research project is carried out in two stages, using a quantitative and qualitative model. This article discusses the achievements of the project during the first stage where a comprehensive model to assess academic risk was used with freshmen who enrolled for the first term 2006. Also a situational diagnostic analysis was done and the proposed pattern validated through a descriptive and explanatory cross sectional study. The second stage will be carried out with the students admitted for the second term of 2006 and first of 2007 and categorized as high risk. In this stage, a comprehensive intervention strategy will be designed, applied and evaluated. The research design includes a pre-test and a post-test, within an action research framework.

The intervention strategy focuses on the conformation of: Informal Groups of Collaborative Learning (GACI), Educational Therapeutic Coaching Groups (GATE) and Discussion Groups (D-GATE). The GACI groups are planned to foster more efficiency in learning. The GATE groups offer support in the light of psychology, family and socially related factors. The D-GATES groups supervise the intervention process and work plans. The main goal of the project is to diminish freshmen student desertion in 10%, and decrease the

effect of risk factors in 50% of the sample population, and a 60% decrease in the number of students classified at high risk.

**Keywords:** Student desertion, risk factors, integral intervention.

## 1. Introducción

La deserción académica es una problemática de índole mundial que afecta todos los niveles de la educación y es objeto de permanente preocupación, si se tienen en cuenta las altas tasas de fracaso, deserción y abandono de los estudiantes en las instituciones educativas, no sólo en Colombia sino en países latinoamericanos y europeos. La deserción universitaria en Colombia es de proporciones dramáticas, si consideramos que el acceso a la Educación Superior es un privilegio del cual goza sólo el 2% de la población y el 52% de los estudiantes colombianos que comienzan una carrera universitaria no la concluyen[1].

La UIS no es ajena a esta problemática; los indicadores de "fracaso académico" como pérdida de materias, repitencia, condicionalidad, PFU (Por Fuera de la Universidad) y retiros voluntarios de los primeros niveles académicos, constituyen una realidad que afecta a los estudiantes, padres de familia, profesores, y sociedad en general. Situación preocupante, dado que el proceso de selección de los estudiantes que ingresan a la UIS, se hace escogiendo los mejores resultados de las Pruebas de Estado, que indirectamente miden la calidad académica de los escogidos.

En épocas recientes en la Institución, el proyecto realizado en la Escuela de Física[2] para disminuir los altos índices de mortalidad académica en la asignatura Mecánica evidenció la disminución en la repitencia de ésta asignatura, mostrando la eficiencia en las estrategias de aprendizaje colaborativo. Sin embargo, se hace necesario intervenir otros factores, diferentes al académico, que son también un obstáculo en el aprendizaje.

Por lo tanto, este proyecto pretende no sólo mejorar el rendimiento académico, sino el bienestar integral del estudiante. Los esfuerzos se orientan a responder el interrogante: **¿Cuál es el modelo de intervención integral que permita contrarrestar los factores de riesgo, fortalecer los factores protectores y empoderar al estudiante para que pueda obtener los logros deseados y de esta forma disminuir la deserción académica?**

## 2. Situación problema

Al analizar los datos suministrados por la Dirección de Admisiones y Registro Académico de la UIS, de los periodos académicos comprendidos entre los años 2002 y 2005, se muestra que en dichos años, se matricularon en primer nivel un total de 11777 estudiantes de los cuales 927 quedaron PFU

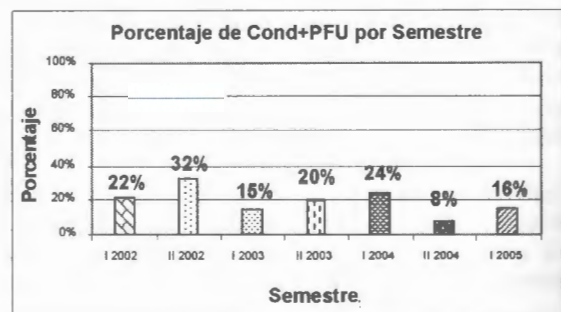
y 2343 con condicionalidad académica, lo cual corresponde a 8% y 20% respectivamente, para una deserción total (condicional más PFU) del 28%. Ver Tabla 1.

		CIENCIAS	FISICO-MECÁNICAS	FISICO QUÍMICAS	CIENCIAS HUMANAS	SALUD
I 2002	M	126	517	231	285	230
	%C	25	30	22	9	18
	%PFU	6	14	6	4	4
II 2002	M	139	469	234	276	50
	%C	19	36	26	4	28
	%PFU	14	11	6	4	4
I 2003	M	140	681	302	391	232
	%C	19	15	17	6	10
	%PFU	9	6	4	3	5
II 2003	M	124	660	334	304	95
	%C	20	27	14	4	18
	%PFU	18	9	3	5	2
I 2004	M	134	656	303	379	244
	%C	37	24	17	12	22
	%PFU	9	9	8	9	3
II 2004	M	136	689	339	306	77
	%C	30	21	18	12	5
	%PFU	10	12	4	8	3
I 2005	M	140	528	238	376	245
	%C	22	29	26	13	14
	%PFU	6	16	9	5	2
II 2005	M	138	470	238	276	45
	%C	25	30	23	13	18
	%PFU	7	15	4	6	7
Total		1077	4670	2219	2693	1218

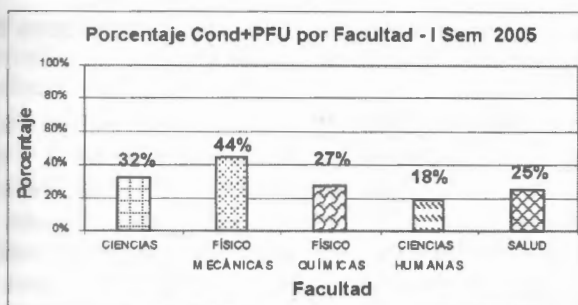
M: Matriculados %C: Porcentaje de Condicionales %PFU: Porcentaje de Por Fuera de la Universidad

**Tabla 1.** Deserción académica en los estudiantes de primer nivel de la UIS – años 2002-2005

Por su parte, en la gráfica 1 se observan los mayores porcentajes de deserción en el II semestre de 2002 (32%) y I semestre de 2004, (24%) coincidiendo estos semestres con gran irregularidad académica por cierres y prolongación del semestre académico. Asimismo, la gráfica 2 muestra el Gráfica 2. porcentaje de deserción por Facultad, observándose el mayor índice de deserción (44%) en la Facultad de Físico-Mecánicas y el menor (18%) en la Facultad de Ciencias Humanas.



Gráfica 1



Gráfica 2

## 2. Marco teórico

La deserción escolar es entendida como el abandono voluntario o forzado que el estudiante hace de las actividades académicas correspondientes a la carrera en la cual se matriculó. Este abandono se produce antes de concluir su ciclo de estudios o de obtener el grado. Se considera desertor el estudiante que por factores intrínsecos o extrínsecos se ve forzado a retirarse de la Institución, antes de concluir sus estudios. Cuantitativamente el fenómeno puede expresarse, como el número de estudiantes que abandonan la Universidad en un período determinado, antes de haber obtenido el título correspondiente.[3]

Ante la deserción el **aprendizaje colaborativo**, se considera como una estrategia de aprendizaje para la vida y una alternativa que hace posible el derecho de todos a aprender de todos, con igualdad de oportunidades.[4] Los principios fundamentales del aprendizaje colaborativo son: interdependencia positiva, interacción promotora cara a cara, desarrollo de habilidades interpersonales, responsabilidad individual y procesamiento grupal.

Con relación a las **competencias para la vida**, se definen como la capacidad de pensar, actuar y aprender constructos teóricos y procesos psicológicos; se incluyen componentes cognitivos, emocionales, motivacionales, sociales y de conducta<sup>5</sup> Simona Rychen, Dominique y Hersh Salganik Laura. Definir y Seleccionar las Competencias Fundamentales para la Vida. Fondo de Cultura Económica. Colección Educación y Pedagogía. México. 2004. Las competencias aplicadas al ámbito universitario son definidas como la capacidad de actuar de manera eficaz en un contexto, que incluye las destrezas psicosociales que le facilitan al estudiante enfrentarse con éxito a las exigencias y desafíos de la vida diaria.

## 3. Objetivos

### 3.1 General

Desarrollar un modelo de intervención integral que permita contrarrestar los factores de riesgo y fortalecer los factores

protectores del desempeño académico y la adaptación al ambiente universitario en los estudiantes de primer nivel, para hacer más eficiente su proceso de formación universitaria y disminuir los índices de repitencia y deserción académica.

### 3.2 Específicos

- Definir un Modelo Integral de Riesgo Académico que identifique los factores de riesgo, las variables y sus ponderaciones, para clasificar a los estudiantes en alto y bajo riesgo.
- Efectuar un diagnóstico de los estudiantes de primer nivel de la UIS, correspondientes al primero y segundo periodo académico de 2006 y primero de 2007.
- Validar el Modelo Integral de Riesgo Académico con los estudiantes de primer nivel del primer periodo académico de 2006, contrastando los datos obtenidos en el diagnóstico con los resultados académicos obtenidos por los estudiantes.
- Diseñar y aplicar estrategias de intervención integral para los estudiantes de primer nivel calificados como de alto riesgo, en el segundo periodo académico de 2006 y primero de 2007.
- Evaluar el impacto de las estrategias de intervención integral en los estudiantes con riesgo académico de primer nivel, en el segundo semestre de 2006 y primero de 2007.
- Socializar el Modelo y los resultados de su aplicación, en la comunidad universitaria con énfasis en los docentes y estudiantes de primer nivel, con el propósito de institucionalizarlo como un programa permanente.

## 4. Metodología

La presente investigación se realiza en dos etapas, utilizando un modelo de investigación cuantitativa y cualitativa. La **primera etapa** tiene por objeto, definir un modelo integral de riesgo académico, efectuar un diagnóstico situacional de los estudiantes de primer nivel y validar el modelo propuesto. El enfoque metodológico de investigación para esta etapa es de corte transversal descriptivo, explicativo y correlacional, toda vez que permite explicar el fenómeno de la deserción académica en los estudiantes UIS de primer nivel.

El Modelo Integral de Riesgo Académico, expone un conjunto de elementos que permiten identificar los factores de riesgo de deserción académica. Para ello se elabora una matriz que incluye factores: demográficos, socioeconómicos, psicológicos, familiares, de estilos de vida y pedagógicos, los cuales se operacionalizan definiendo su naturaleza y fuente. Se clasifican y califican las variables teniendo en cuenta los factores identificados en los estudios revisados y la experiencia del grupo investigador, utilizando el método Delphi por el cual se agrupan y analizan las opiniones informadas sobre un tema.

Para elaborar el diagnóstico de la situación de los estudiantes, se aplican instrumentos validados. Los datos obtenidos del diagnóstico de ingreso, se registran en una plataforma electrónica que permite contar con una descripción estadística de las condiciones de los estudiantes y una relación de las condiciones de cada uno de ellos. Los datos recolectados se procesan mediante el paquete estadístico Statistical Assessment Service (STATS), a través del cual se identifican los estudiantes de alto riesgo. La información recolectada en el diagnóstico se confronta con una entrevista multifactorial. Así mismo, para validar el Modelo Integral de Riesgo Académico, se lleva a cabo una contrastación entre los datos del diagnóstico de ingreso y los resultados académicos de los estudiantes que cursaron primer nivel en el primer periodo académico de 2006.

La **segunda etapa** está orientada al diseño, aplicación y evaluación del impacto de la estrategia de intervención integral en los estudiantes identificados como de alto riesgo académico. La metodología de investigación empleada para esta etapa es la de pre y post prueba, con un carácter de Investigación Acción (IA). Esta fase comienza cuando se priorizan los factores y variables a intervenir en los estudiantes de alto riesgo, y se conforman los grupos: Grupos de Aprendizaje Colaborativo Informales (GACI), Grupos de Acompañamiento Terapéutico Educativos (GATE), y Grupos de discusión de acompañamiento (D-GATE).

Los GACI, son grupos informales para el acompañamiento de estudio, donde los estudiantes trabajan en el repaso de las teorías desarrolladas en clase y en resolución de problemas. Primero deben resolver sus dudas en el grupo y si no pueden

hacerlo acuden entonces a un estudiante tutor, quien es orientado en su labor por un docente.

Los GATE y los D-GATE ofrecen acompañamiento a los estudiantes de alto riesgo durante el primer nivel, y se constituye en un espacio para analizar y reflexionar con los estudiantes participantes, sobre sus circunstancias actuales y los mecanismos para alcanzar un adecuado rendimiento académico que garantice su permanencia en la universidad.

### 5. Avances obtenidos en la primera fase

La primera fase abarca los tres primeros objetivos específicos. Para cumplir con el primer objetivo se construye la matriz de riesgo académico en la cual se identifican los factores y variables que inciden en la deserción académica. Ver Tabla 3. Para alcanzar el segundo objetivo se aplica la totalidad de los instrumentos evaluativos a 1135 estudiantes admitidos para el primer periodo académico de 2006. La población evaluada corresponde al 76% del total de la población matriculada en primer nivel durante el periodo académico en mención.

Una vez analizados se identifica una población de 300 estudiantes con riesgo académico. Las tres primeras carreras con mayor número de estudiantes en riesgo pertenecen a la Facultad de Humanidades así: Filosofía (9%), Trabajo Social (7%), Licenciatura en Español (6%). Las Escuelas de las Facultades de Ingenierías y Ciencias con alto riesgo académico fueron en su orden las Ingeniería Civil (6%), de Sistemas (5%), Mecánica (5%) y tanto Química como Licenciatura en Matemáticas con el (5%) de riesgo.

FACTORES	PONDERACIÓN FACTORES (%)	VARIABLES	ALTO RIESGO	PONDERACIÓN VARIABLES (%)	CALIFICACIÓN VARIABLES	CALIFICACIÓN FACTORES	
1	DEMOGRÁFICOS	10	1	Edad	<17 y >25 años	25	
			2	Sexo	Hombre	25	
			3	Estado civil	Con pareja estable	10	
			4	Paridad	Con hijos	15	
			5	Procedencia	Fuera ÁMB	25	
2	PSICOLÓGICOS	18	6	Habilidades sociales	Inadecuadas	15	
			7	Ajuste Emocional	Problemas moderados y graves	15	
			8	Afecciones Emocionales	Con presencia de síntomas	20	
			9	Presencia de depresión	Moderada y grave	25	
			10	Presencia de ansiedad	Moderada y grave	25	
3	FAMILIARES	12	11	Estructura familiar	Familia uniparental	30	
			12	Funcionalidad	Disfunción moderada o severa	70	
			13	Estado Nutricional	Bajo peso	20	
4	ESTILOS DE VIDA	20	14	Autocuidado	Conducta de autocuidado	20	
			15	Hábitos nocivos	Consumo frecuente SPA	40	
			16	Hábitos alimenticios, de sueño y manejo del tiempo	Inadecuados	20	
			17	Preconcepciones	Inadecuados		
5	PEDAGÓGICOS	22	18	Competencias cognitivas	Bajo puntaje ICFES	30	
			19	Hábitos y técnicas de estudio	Inadecuadas	25	
			20	Elección vocacional	Segunda opción	20	
			21	Hab. para trabajo en equipo	Ausente	15	
			22	Estrato de vivienda	Bajo	10	
6	SOCIO-ECONÓMICOS	20	23	Afiliación a la Seg. Social	Sin Seguridad social	50	
			24	Valor de la matrícula	Medio	20	

Tabla 3. Matriz de Variables y factores de alto riesgo académico

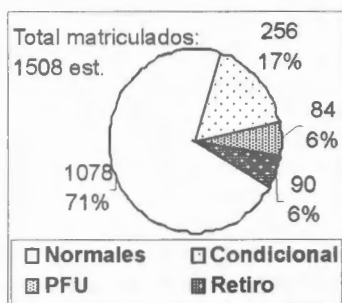


Al efectuarse la entrevista multifactorial con el 10% de los estudiantes clasificados en alto y bajo riesgo para verificar la información inicial, se encontró discrepancia entre los registros relacionados con elección de carrera, afiliación a servicios de salud, autocuidado, afección emocional, ansiedad, funcionalidad familiar y consumo de alcohol.

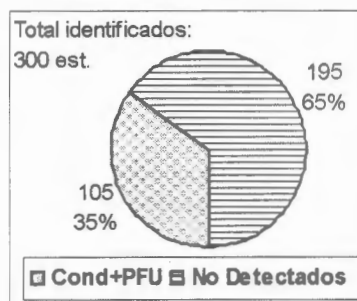
Para validar el Modelo Integral de Riesgo Académico, se llevó a cabo una contrastación entre los datos del diagnóstico de ingreso y los resultados académicos de los estudiantes que

cursaron primer nivel en el primer periodo académico de 2006, encontrándose que:

- Al finalizar el semestre e incluidos los cursos de vacaciones, de 1508 estudiantes matriculados en primer nivel, 256 (17%) quedaron condicionales, 84 (6%) PFU y 90 (6%) se retiraron de forma voluntaria, para una deserción total de 430 estudiantes. Ver Gráfica 3.
- La concordancia entre los estudiantes diagnosticados como de alto riesgo y los estudiantes con problemas académicos al final de semestre fue de 35%. Ver gráfica 4.



Gráfica 3. Rendimiento Académico



Gráfica 4. Deserción Identificada

- Las variables encontradas como factores de riesgo académico en el procesamiento estadístico son: habilidades sociales inadecuadas, presencia moderada y o grave de afecciones emocionales y ansiedad moderada y grave.
- Las variables encontradas como factores protectores de deserción académica son: edad igual o menor a 17 años y estrato socioeconómico medio y alto.
- Los estudiantes con presencia de depresión moderada o grave no están en el grupo de condicionales ni PFU.

## 6. Conclusiones preliminares

- La matriz permitió identificar el 35% de los estudiantes que presentaron deserción académica. Sin embargo, está en proceso el mejoramiento del modelo de riesgo a partir del trabajo de campo con los estudiantes PFU, que no fueron identificados inicialmente.
- Los resultados de deserción académica para el primer semestre de 2006 y la efectividad de la aplicación de la matriz de riesgo, pueden variar cuando se realice el análisis con los resultados académicos, sin tener en cuenta los cursos de vacaciones que se realizan ocasionalmente y representan un gasto adicional para el estudiante.

## 7. Referencias

- [1] Primer Congreso Internacional sobre la calidad de la educación. Repitencia, Deserción y Bajo rendimiento académico: Un escenario para analizar las causas y proponer soluciones. Universidad Nacional de Colombia, Agosto de 2005.
- [2] Aguilar, E. "Estrategias de enseñanza colaborativa que contribuyan en el proceso de aprendizaje y mejoren la evaluación sumativa en los estudiantes de Mecánica" Escuela de Física Universidad Industrial de Santander 2005.
- [3] Nieto, C. y otras. "Deserción Estudiantil en el Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Grado y Causas". Monografía, Universidad Pedagógica Nacional 1981.
- [4] Aguilar E. y otros "Aula virtual. Una alternativa para la Educación Superior" Editorial UIS, 2005.
- [5] Simona Rychen, Dominique y Hersh Salganik Laura. Definir y Seleccionar las Competencias Fundamentales para la Vida. Fondo de Cultura Económica. Colección Educación y Pedagogía. México. 2004.

# Perfil del ingeniero industrial de la Escuela Colombiana de Ingeniería para el 2020

Profesor Luis Ernesto Blanco Rivero, Profesor Cecilio Silveira Cabrera  
Profesor Enrique Romero Motta, Profesor William Rubio Riaño  
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá

---

## Resumen

Este artículo inicia con un pronóstico de cuáles serán los polos de desarrollo científico-tecnológico más factibles en Colombia y en el mundo en los próximos quince años: las nuevas fuentes energéticas, las tecnologías de guerra, la biotecnología, la nanotecnología, los nuevos materiales, la fotónica, las tecnologías de información y comunicaciones, la logística. Simultáneo a lo anterior se harán grandes inversiones para mejorar las infraestructuras de vías y transportes por todos los medios, las redes hospitalarias y de salud, la vivienda y la educación.

También se comenta en este artículo, cómo las competencias genéricas de los ingenieros se mantienen en el tiempo y cómo si se actualizan los usos de las tecnologías de punta y se adecuan los perfiles a los requerimientos de la globalización y de la multidisciplinariedad.

Como resultado del análisis de estudios nacionales e internacionales sobre competencias se presenta un perfil de Ingeniero Industrial que conserva las características generales y específicas tradicionales y que se adapta a las exigencias del mundo actual.

Finalmente se cuentan algunas acciones emprendidas por el Programa de Ingeniería Industrial de la Escuela Colombiana de Ingeniería orientadas a propiciar el cambio en sus futuros profesionales.

**Palabras claves:** Competencias, perfil del ingeniero industrial

## Abstract

These paper intents to forecast Colombian and global tendencies in technological and scientific development for the next fifteen years that will change engineering education, also, discusses that basic engineering competencies will remain constant. The main change will be in the way to use state of art technologies, including communications and computers.

The flow of international student interchanges will increase as a result of globalization. It will cause the necessity of increment languages studies, interdisciplinary studies, knowledge application in solving community needs and global focus in engineering education.

The paper also presents the Industrial Engineering profile and what is doing the Industrial Engineering Program of Escuela Colombiana de Ingeniería, in order to keep the change pace.

**Keywords:** Engineering competencies, industrial engineering profile

## 1. Introducción

### ¿Hacia dónde irán el mundo y Colombia en el 2020?

La última década se ha caracterizado por una cadena de eventos políticos, económicos, sociales y tecnológicos, que se han sucedido muy rápidamente y que han cambiado los paradigmas del comercio internacional y de la educación, existentes hasta ahora.

La preocupación por el dominio de las fuentes energéticas ha agrupado a los países desarrollados. Algunos de estos líderes económicos, con pretexto o sin él, han tomado y

seguirán tomando, a las buenas o a la fuerza los campos petrolíferos del mundo, mientras desarrollan nuevas fuentes de energía. La investigación sobre nuevas fuentes energéticas está al orden del día. Se puede prever una gran inversión en este campo. Ligado a este fenómeno, está el desarrollo de las tecnologías de guerra, cuyos adelantos se han podido ver por televisión "en vivo y en directo". Este será un polo de desarrollo tecnológico exclusivo para países poseedores de altas tecnologías de guerra.



De acuerdo con la Visión de la Ingeniería para el Próximo Siglo, que tiene la Academia Estadounidense de Ingeniería, condensada en el libro “*The Engineer of 2020*” [1] los campos con mayor posibilidades de desarrollo en los próximos veinte años en esa nación son: la Biotecnología, la Nanotecnología, los Materiales, la Fotónica, las Tecnologías de Información y Comunicaciones, la Logística. Los académicos plantean retos futuros en el mejoramiento de las infraestructuras urbanas y de comunicación terrestre, aérea, fluvial y marítima, de comunicación e información, ambientales, de salud y prevención. Se espera entonces grandes inversiones en los sectores mencionados.

Ante el evidente fracaso de la Asociación Americana de Libre Comercio ALCA, se están firmando tratados entre dos, tres y hasta cuatro naciones, cuya intersección es siempre Estados Unidos o España. El panorama futuro a causa de estas desiguales relaciones económicas, será un aumento desmedido de importaciones de bienes de consumo, de servicios y de consultorías provenientes de Estados Unidos y de España, aunado a la compra de empresas de servicios y de producción de bienes. Se prevé entonces una alta movilidad de norte a sur de profesionales y servicios. Se incrementará el debilitamiento de la industria metalmeccánica nacional, lo mismo que ha sucedido con la industria agrícola. Continuará la exportación de bienes naturales no renovables, con precios controlados desde afuera, como ahora.

El desarrollo de unos pocos países y la mejora de la calidad de vida de sus habitantes, tiene como consecuencia la migración hacia los polos de desarrollo de muchos habitantes de naciones vecinas, con la esperanza de mejorar sus condiciones económicas. Las últimas manifestaciones de trabajadores latinos en Estados Unidos y las protestas de descendientes de inmigrantes en Francia señalan nuevos horizontes en las relaciones sociales de los países desarrollados. Hacia el futuro, se incrementará la movilidad de operarios y profesionales de nivel operativo hacia los polos de desarrollo.

Los cambios rapidísimos en los medios de transporte, en las tecnologías de información y de comunicación, han dado lugar al surgimiento de mercados globales, entendidos éstos como grandes masas de consumidores que compran bienes y servicios iguales en cualquier lugar del planeta. La globalización continuará con el dominio de las llamadas firmas *Globales* que venden productos estandarizados en todo el mundo, mediante redes internacionales coordinadas de ventas, producción, logística, etcétera; que utilizan las economías de escala más convenientes en operaciones, finanzas y tecnología, para obtener mayores ventajas competitivas.

La globalización en la educación no ha sido, ni será la excepción. Ahora se pueden bajar por *Internet* los programas de las

asignaturas del prestigioso Instituto Tecnológico de Massachusetts MIT y de muchas otras instituciones del mundo. Se pueden cursar pregrados, magísteres y doctorados utilizando las tecnologías informáticas, sin que el Ministerio de Educación y las universidades nacionales puedan hacer nada diferente a imitarlos. Hacia el futuro, este panorama se incrementará notablemente. Capitales internacionales comprarán prestigiosas universidades colombianas para facilitar su operación internacional y se iniciará una fuerte competencia por calidad y precios.

La sociedad actual es llamada *la sociedad del conocimiento*, para señalar la importancia de la formación continua de los profesionales, hasta el punto de considerar al conocimiento como un cuarto factor de producción de los bienes materiales y los servicios, con papel preponderante dentro de una perspectiva globalizada. Esto seguirá ampliándose la brecha tecnológica en el futuro. Se prevé un aumento de la educación continua, utilizando los avances de la Teleinformática.

El Plan de Acción para la construcción de un Espacio Común para la Enseñanza Superior Unión Europea-América Latina y el Caribe (UEALC) [2], en el cual participa Colombia por intermedio de la Asociación Colombiana de Universidades (ASCUN) cuyo objetivo general es “establecer las condiciones operativas que propicien una mayor compatibilidad y convergencia de los sistemas de educación superior de América Latina y el Caribe, así como su comparación y acercamiento con los de la Unión Europea, mediante el diálogo y el trabajo cooperativo entre las instituciones y asociaciones de ambas regiones”, que no es otra cosa que una nueva forma de estandarización global, se pondrá en marcha. Hacia el futuro se puede pronosticar una estandarización de los currículos a través de las competencias y una alta movilidad estudiantil y profesional a nivel global.

En Colombia el Plan 2019 prevé que la ciencia, la tecnología y la innovación serán claves para fundamentar el crecimiento en el desarrollo científico y tecnológico y aprovechar plenamente las ventajas comparativas de Colombia y poder transformarlas en ventajas competitivas; que es necesario fortalecer la relación entre la universidad y la empresa para el desarrollo de la investigación, la incorporación de la innovación y la competitividad en el sector empresarial y que la economía debe estar fundamentada en la producción, difusión y uso del conocimiento para el pleno aprovechamiento de los recursos humanos y naturales del país.

Debemos, entonces, volver a desarrollar estrategias políticas y buscar objetivos diferentes a los tradicionales, para lograr una readaptación a las nuevas restricciones del mundo económico y educativo.



## 2. Competencias del ingeniero 2020

En abril de 1.999, uno de los autores de este artículo publicó en la Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería, un artículo intitulado "Perfil del Ingeniero del Futuro" [3] en el que sin utilizar el término "competencias", se clasificaban de manera autóctona las características del Ingeniero del Futuro, en conocimientos, habilidades y capacidades, entendimiento y comprensión, cualidades personales, actitudes y valores. Este artículo condensaba los resultados de un proyecto de investigación en el que se realizaron encuestas, entrevistas a gerentes; padres de familia; rectores de colegios; decanos, profesores, egresados y estudiantes de la Escuela; enriquecido con las opiniones de reconocidos autores en el tema. La clasificación era la siguiente:

### 2.1 Conocimientos

- Perspectiva de sistemas en los análisis (enfoque sistémico).
- Conocimiento del mundo laboral desde el momento en que los estudiantes ingresan a la educación superior (conocer el efecto de la globalización).
- Conocimientos técnicos de primer orden.
- Formación básica muy fuerte y buena fundamentación en los conceptos básicos de la respectiva disciplina.
- Comprensión de los aspectos fundamentales de la Ciencia y de la Ingeniería, que le permitan al estudiante evolucionar y asimilar nuevos conocimientos.
- *Flexibilidad en la formación complementaria para favorecer la integralidad y la multidisciplinariedad.*
- Empleo de la Matemática a la solución de problemas concretos.

### 2.2 Habilidades y capacidades

- *Capacidad para trabajar en grupo.*
- Colaboración, participación, aceptación de directrices, experiencia en el lugar de trabajo (prácticas), *pragmatismo e idea de la factibilidad de las propuestas.*
- *Aprendizaje activo o autoaprendizaje.*
- *Habilidades de comunicación verbal y escrita en por lo menos dos idiomas, habilidades de expresión, capacidad para el debate público, análisis y propuesta de soluciones en el entorno social.*
- Liderazgo.
- Orientación a la acción, dominio de aspectos administrativos y de gestión
- *Habilidad para manejar y actualizar herramientas computacionales, dominio de la informática y de la automatización*
- *Capacidades de creatividad e innovación*
- *Gran capacidad de adaptación y asimilación de nuevas tecnologías y adelantos científicos*

- *Investigación de campo*
- *Capacidad para entender y comunicarse con técnicos y tecnólogos.*

### 2.3 Entendimiento y comprensión

- *Entendimiento y apreciación de la diversidad*
- *Apreciación de diferentes prácticas y culturas comerciales.*
- *Perspectiva multidisciplinaria.*
- *Compromiso con la calidad y el mejoramiento continuo*
- *Capacidad para la toma de decisiones correctas, capacidad de identificar, evaluar y procesar información*
- *Visión empresarial.*
- *Intereses amplios.*
- *Pensamiento crítico y objetivo.*
- *Preservación ambiental, entendimiento del impacto social, económico y ambiental en la toma de decisiones*
- *Capacidad de pensar.*
- *Capacidad para el análisis y para llegar a resultados, capacidad para utilizar herramientas teóricas poderosas*
- *Capacidad de emplear recursos en función de los objetivos buscados.*

### 2.4 Cualidades personales, actitudes y valores

- *Ética.*
- *Solidaridad.*
- *Democracia.*
- *Respeto a los derechos humanos.*
- *Trabajo por el desarrollo comunitario.*
- *Conciencia de su papel en la sociedad y de su responsabilidad para con ella.*
- *Conciencia ambiental.*
- *Buen humor e iniciativa.*
- *Compromiso y madurez.*
- *Criterio propio sobre sus responsabilidades.*
- *Método para el desarrollo de actividades, hábitos ejemplares de trabajo y responsabilidad en el mismo*
- *Juicio recto y con sentido de las proporciones.*

Nota: Se han colocado en letras cursivas las competencias que coinciden con las del Proyecto Tuning.

La primera fase del Proyecto Tuning en Europa [4], clasificó las competencias que deben tener los profesionales de las áreas de Administración de Empresas, Ciencias de la Educación, Geología, Historia, Matemáticas, Física y Química, en generales y específicas. El listado de competencias generales incluye las siguientes, ordenadas de acuerdo al grado de importancia que las personas encuestadas durante el proyecto como profesores, graduados, empleadores e investigadores:

1. Capacidad de análisis y síntesis,
2. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica,
3. Habilidades de planificación y gestión del tiempo,
4. Comunicación oral y escrita, en la propia lengua,
5. Conocimiento de una segunda lengua,
6. Habilidades básicas en el manejo del computador,
7. Habilidades de investigación,
8. Capacidad de aprender autónomamente,
9. Habilidades de gestión de información (buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas),
10. Capacidad crítica y autocrítica,
11. Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones,
12. Capacidad para generar nuevas ideas (Creatividad),
13. Capacidad de resolución de problemas,
14. Capacidad para la toma de decisiones,
15. Capacidad de manejo y solución de conflictos,
16. Habilidades de trabajo en equipo,
17. Habilidades en relaciones interpersonales,
18. Capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinario,
19. Capacidad para comunicarse con personas no expertas en la materia,
20. Apreciación de la diversidad y la multiculturalidad,
21. Habilidad para trabajar en un contexto internacional,
22. Conocimientos básicos de culturas y costumbres de otros países,
23. Habilidad para trabajar de forma autónoma,
24. Diseño y gestión de proyectos,
25. Iniciativa y espíritu emprendedor,
26. Compromiso ético,
27. Preocupación por el mejoramiento permanente de la calidad,
28. Motivación al logro
29. Capacidad de ser ciudadano solidario y comprometido con la realidad y las necesidades de la sociedad,
30. Capacidad para conocerse, adaptarse y construirse permanentemente como persona,
31. Participación democrática y responsable en los procesos de transformación del país.

Al comparar sin mayor detalle, las competencias genéricas del estudio de la Escuela Colombiana de Ingeniería con las del Proyecto Tuning, se encuentran evidentes diferencias en aquellas relacionadas con el trabajo en un contexto internacional o globalizado y multidisciplinar. Será entonces necesario un mayor trabajo en el panorama internacional, orientado al logro de este tipo de competencias. Las demás competencias genéricas parece que se mantienen invariables en el tiempo, porque constituyen las bases que debe tener cualquier profesional.

En el estudio Tuning, las competencias específicas de cada área temática se subdividen en *destrezas y conocimientos*. Las destrezas relacionadas con las áreas de estudio son los

métodos y técnicas apropiadas que pertenecen a las *varias* áreas de cada disciplina, por ejemplo las técnicas de muestreo y el diseño de experimentos en el caso de Ingeniería Industrial.[5]

En cuanto a los conocimientos, al completar sus estudios de pregrado, el estudiante debe ser capaz de:

- Demostrar familiaridad con las bases fundamentales y la historia de su propia disciplina de especialización,
- Comunicar en forma coherente el conocimiento básico adquirido,
- Incorporar información nueva e interpretar su contexto,
- Demostrar que comprende la estructura general de la disciplina y la conexión con las sub-disciplinas,
- Demostrar que comprende y es capaz de implementar los métodos de análisis crítico y desarrollo de teorías,
- Implementar con precisión los métodos y las técnicas relacionadas con su disciplina,
- Demostrar que comprende la investigación cualitativa relacionada con su disciplina,
- Demostrar que comprende las pruebas experimentales y de observación de las teorías científicas.

El grupo de trabajo para ECAES de Ingeniería Industrial de ACOFI, encabezado por Yezid Pérez, [6] presentó en Barranquilla una propuesta de competencias específicas a desarrollar por un ingeniero industrial.

*“Se espera que el Ingeniero Industrial esté en capacidad de:*

- a) Aplicar críticamente conocimientos científicos, matemáticos, humanísticos y de la Ingeniería para mejorar el desempeño de las organizaciones y de sistemas complejos que involucran al ser humano.
- b) Concebir, diseñar e implementar soluciones a problemas de las organizaciones y de otros sistemas complejos mediante el diseño e implementación de sistemas que involucren recursos y elementos de producción, de información, financieros, humanos, económicos, organizacionales, tecnológicos, entre otros. El fin primordial del ingeniero industrial es la optimización constante de los procesos productivos alrededor de los bienes y servicios, comprendiendo que cada uno de estos procesos, se encuentra inmerso en una organización única con diferentes tipos de recursos y con una misión y una visión propias.
- c) Ser capaz de identificar y analizar los problemas organizacionales desde una perspectiva financiera y económica y poder así proponer y evaluar alternativas de solución a dichos problemas.
- d) Comprender y manejar la incertidumbre asociada a la toma de decisiones para la solución de problemas y hacer



- uso de modelos probabilísticos y estadísticos que le permitan tomar decisiones más acertadas y razonadas.
- e) Analizar información mediante el uso de técnicas cuantitativas y a partir de ellas concebir, evaluar y justificar alternativas de solución de problemas.
  - f) Identificar y formular problemas organizacionales a los que se enfrenta, planteando alternativas de solución de manera estratégica e incorporando la teoría organizacional y el pensamiento sistémico para evaluar integralmente dichas alternativas y proponer mecanismos para su implantación.
  - g) Comprender los problemas básicos asociados a los procesos y la gestión de operaciones, así como aplicar modelos, principios y conocimientos apropiados para el análisis, el diseño y la evaluación de estos sistemas y procesos con el fin de aumentar la eficiencia, eficacia y efectividad de la producción de bienes y servicios de calidad.
  - h) Desarrollar interés por la apropiación y desarrollo del conocimiento científico y tecnológico y capacidad para entender y aplicar las herramientas tecnológicas necesarias para el análisis de los fenómenos del mundo real con el fin de interpretarlos, valorarlos y dar soluciones a problemas del entorno con visión innovadora. Conocer, aplicar, implementar y evaluar tecnologías duras y blandas relacionadas con la ingeniería, necesarias para la una efectiva, idónea y responsable práctica profesional.
  - i) Entender la responsabilidad ética, ambiental y profesional en el desempeño de la ingeniería, teniendo en cuenta la sociedad y su relación con el medio ambiente, enmarcada en la relación individuo-sociedad-ambiente.
  - j) Desarrollar las habilidades y destrezas para movilizar el talento humano, para diseñar, facilitar y liderar procesos de cambio en las organizaciones e instituciones y para el emprendimiento y la creación de empresas. Así mismo estar en capacidad de organizar, coordinar y participar en proyectos multidisciplinarios, interdisciplinarios y transdisciplinarios y de mantener interacción permanente con profesionales de otras disciplinas.
  - k) Entender al ser humano como un elemento indispensable en todos los procesos productivos preocuparse por alcanzar su máxima productividad, teniendo en cuenta sus dimensiones física, intelectual, psicológica y trascendente. Además, continuamente proteger su integridad y dignidad humana”.

### 3. Perfil del ingeniero industrial 2020

El Perfil de Ingeniero Industrial que se pretende lograr con estas competencias, es el siguiente:

“El Ingeniero Industrial ante todo debe ser una persona respetuosa de sus semejantes, con excelentes habilidades de

comunicación, organización y liderazgo, capaz de participar en grupos de trabajo interdisciplinario dentro de un contexto internacional y debe estar realmente comprometido con los procesos de transformación de su país.

Como profesional debe estar formado integralmente y poseer capacidades para diseñar, analizar, implementar, optimizar y controlar procesos de producción de bienes y servicios en organizaciones las cuales involucran personas así como recursos financieros, técnicos, materiales y de información; ser capaz de aplicar soluciones a problemas complejos, mediante el uso de herramientas y métodos de optimización en búsqueda del mejoramiento de la productividad, la calidad y la competitividad; debe ser líder del cambio y de la modernización de las estructuras y métodos de las empresas y de la sociedad.

El Ingeniero Industrial debe entender su responsabilidad ética, ambiental y profesional en el desempeño de su profesión en el marco de su relación con la sociedad y con el medio ambiente”.

### 4. ¿Qué estamos haciendo en el programa de ingeniería industrial de la escuela?

- **Divulgación de competencias e inclusión en los programas actuales**

En la Escuela, desde la Vicerrectoría Académica y la Dirección de Calidad se programaron una serie de conferencias informativas para los profesores con temática centrada en las competencias. También se publicó en la Revista de la Escuela, el artículo “*Competencias: una forma de estandarización global*”, con la definición de competencias, su clasificación, su evaluación y el comentario sobre las competencias propuestas para Ingeniería Industrial por ACOFI. La inclusión de competencias en los programas de las asignaturas de Ingeniería industrial se inició con Producción Avanzada y ha continuado a medida que los profesores se van convenciendo de su necesidad y se introducen en el tema.

- **Revisión Curricular**

Como consecuencia de los procesos de registro calificado y autoevaluación con fines de acreditación de alta calidad, adelantado en todos los programas de la Escuela, apareció la necesidad de hacer una Revisión Curricular general, actividad que se había previsto en el Plan de Desarrollo 2003-2008.

La Revisión Curricular, liderada por Vicerrectoría Académica y la Dirección de Calidad se está actualmente adelantando como un proceso de cinco fases:

fundamentación, verificación, formulación, ejecución y evaluación. La fase inicial de reflexión teórica y sensibilización sobre temas que constituyen el marco teórico para procesos curriculares, agrupada en núcleos: el primero con aspectos como lo científico, lo tecnológico, lo social, lo humanístico, lo ético, lo estético y lo ambiental. El segundo con temas como la naturaleza y estructura de los conocimientos, la naturaleza del sujeto que aprende, el aprendizaje y las metodologías de enseñanza y su evaluación, **la formación por competencias**. El tercero de reflexión sobre temas como la formación integral, currículos y planes de estudio, integralidad, interdisciplinariedad, flexibilidad, créditos académicos. El cuarto núcleo con temas como la naturaleza de los estudios universitarios, la universidad, las funciones de docencia, investigación, proyección social e internacionalización.[7]

La fase de verificación es el análisis de la situación actual tanto institucional como social, para identificar las necesidades e intereses relativos a la estructura curricular y para evaluar el impacto de la propuesta en la Escuela.

La fase de formulación define los aspectos y niveles de renovación necesarios para definir una estructura curricular. Aquí se redacta, aprueba y divulga el documento.

En la fase de ejecución se lleva a la práctica lo formulado y en la de evaluación se mira la coherencia interna y se confronta la formulación con su ejecución.

## 5. Conclusiones

Las competencias genéricas del Ingeniero Industrial permanecen invariables en el tiempo, sólo se van agregando

aquellas relacionadas con el impacto de nuevas relaciones económicas, políticas, sociales y tecnológicas en el mundo.

Es necesario insistir en que los ingenieros deben ser ante todo, personas que puedan convivir con sus semejantes en un mundo dinámico, con una formación integral que le permita entender los problemas del entorno, proponer soluciones y comunicarlas efectivamente. Los ingenieros industriales deben ser verdaderos maestros del cambio.

## 6. Referencias

- [1] The National Academic Press, "The Engineer of 2020 Visions of Engineering in the New Century", Washington D.C., Estados Unidos, 2001.
- [2] UEALC, "Seis profesiones cuatro ejes: UN DIALOGO UNIVERSITARIO" Plan 4X6, CENEVAL, México y COLOMBUS Unión Europea, México, Septiembre de 2.004.
- [3] Blanco Rivero Luis Ernesto, "Perfil del Ingeniero del Futuro", Revista Escuela Colombiana de Ingeniería No. 34, pp. 20-24, Bogotá, Colombia, abril de 1.999.
- [4] Proyecto Tuning: <http://europa.eu.int/comm/education/policies/educ/tuning>. [www.relint.deusto.es/TuningProject](http://www.relint.deusto.es/TuningProject).
- [5] Blanco Rivero Luis Ernesto, Cecilio Silveira Cabrera, "Competencias, una forma de estandarización global", Revista Escuela Colombiana de Ingeniería No. ,pp Bogotá, Colombia, mes año
- [6] Pérez Yezid, Berdugo Carmen, Luis Pinzón, "Estándares para el desarrollo de marcos de fundamentación conceptual y especificaciones de prueba" ACOFI, Barranquilla, marzo de 2.005
- [7] Escuela Colombiana de Ingeniería, "Proyecto de Revisión Curricular", mayo de 2.005.



# Reflexiones sobre instrumentos de conocimiento y el desarrollo de estructuras mentales en la formación del ingeniero del futuro

Marco Blanquicett Carmona, Ángel Villabona Ortiz, Candelaria Tejada Tovar, María del Rosario Navarro Botero  
Programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Cartagena - Grupo de investigación INECI

---

## Resumen

Para abordar el tema del perfil del ingeniero del 2020 es pertinente asumir la cognición como una herramienta didáctica, que debe estar presente en el proceso de formación de los futuros ingenieros y que tanto docentes como estudiantes deben ser conscientes de ello. Diferentes investigadores en el área de la educación han abordado el tema de la enseñanza aprendizaje desde distintas ópticas, algunos revisan el rol del maestro y sus formas de enseñar, otros indagan sobre las formas como los estudiantes aprenden desarrollando trabajos comparando la eficacia del proceso de aprendizaje utilizando herramientas didácticas, tales como: mapas mentales, modelos mentales, mentefactos, entre otros, con estudiantes que aprenden en el modelo tradicional fundamentado principalmente en la exposición del profesor, la repetición y la memoria.

Las reflexiones planteadas se originan, por la preocupación al preguntarnos, ¿Cuál es el verdadero rol del docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los ingenieros del futuro?, lo anterior debido a que los estudiantes se encuentran inmersos en la llamada Sociedad del Conocimiento, donde cuentan con mucha información disponible, por lo que muchas veces estos encuentran con mayor profundidad el conocimiento que lleva el docente al aula. Estos planteamientos se fundamentan en las teorías de Ausbel, Novak, Miguel y Julian de Zubiria, y se invita a los docentes a pensar en cómo hacer para que los estudiantes aprehendan, cómo hacer para que generen estructuras mentales que soporte su creatividad, para que realmente sean ingenieros críticos, de pensamiento científico y con una capacidad para aprender a aprehender y a desaprender a lo largo de todo su vida?

**Palabras claves:** Mentefacto, procesos cognitivos, pedagogía, pedagogía conceptual, cognición, pensamiento, instrumentos mentales, herramientas de conocimiento.

## Abstract

In order to approach the 2020 engineer profile topic is pertinent to assume the cognition as a didactic tool, which must be present in the formation process of the future engineers and teachers and students must be conscious of it. Several investigators in education have approached into the learning-education system from different points of view; some of them review the teacher's role and their teaching methods, others search about how the students learn by developing works, comparing, in that way, the effectiveness of the learning process using didactic tools such as: mental maps, mental models, mentefactos, among others, with students that learn using the traditional methods based mainly in the teacher's speech, repetition and memory.

The reflections established in this document are originated due to the preoccupation to understand the true role of teachers in the learning-education system of the future engineers. Teacher's role is important because the students are now in the called Knowledge Society where they are plenty of available information and they can find with greater depth the information presented by the teacher on classes. These reflections are based in the Ausbel's, Novak's, Miguel de Zubiria's and Julian de Zubiria's theories. Teachers are invited to think about how to do so that the students apprehend and how to do so that the students generate mental structures where their creativity be supported. All these in order to help the students to become in critical engineers, with a scientifically way of think and to achieve the capacity to learn to apprehend along their lives.

**Key Words:** Mentefacto, cognitive processes, pedagogy, conceptual pedagogy, cognition, thinking, mental instruments, knowledge tools.

## 1. Introducción

### 1.1 Conceptualización

La mente humana, está conformada por un sistema cognitivo, que consta de estructuras cognitivas, las cuales soportan los procesos cognitivos que conllevan a la cognición. Por su parte

los procesos cognitivos requieren de operaciones mentales, quienes son las encargadas de organizar, codificar e interpretar los estímulos que se reciben del medio ambiente y a su vez son identificados y explicados por los estilos cognitivos. La cognición por su parte; integra los procesos cognitivos tales como: la percepción, pensamiento, memoria y lenguaje, los cuales están presentes en el proceso de aprendizaje.

El modelo de pedagogía conceptual es un modelo colombiano desarrollado por Miguel y Julián de Zubiría, junto con una serie de investigadores quienes han venido desarrollando esta teoría para el desarrollo de la inteligencia y el instituto Alberto Merani que funciona en la ciudad de Bogotá. El resultado de muchos años de trabajo se encuentra plasmado en múltiples obras publicadas como el Tratado de Pedagogía Conceptual, la Teoría de las seis lecturas y II, Biografía del pensamiento, Mentefactos I entre otros.

La pedagogía conceptual asume como postulado científico que la inteligencia humana es un conjunto binario conformado por: instrumentos de conocimiento y operaciones intelectuales.

Se entienden los instrumentos de conocimiento como: nociones (Bueno, grande, etc.), proposiciones (Todo colombiano es suramericano), conceptos (País, animal, economía, etc) y categorías (sistema político, democracia, etc.) que van de lo simple y fácil a lo complejo, abstracto y difícil y que serán finalmente las herramientas con las que el ser humano trasciende en el conocimiento. Las operaciones intelectuales que realiza el ser humano durante su vida están clasificadas según la etapa del pensamiento en que se encuentre, así: Introyección: del ojo a la imagen, Proyección: de la imagen al objeto, Nominación: de la imagen a la palabra, Comprensión: de la palabra al objeto.

Como herramientas didácticas se utilizan los mentefactos que como idea innovadora se constituyen en un aporte científico para la adquisición autónoma del conocimiento. Surgen de la utilización de los mapas conceptuales de Joseph Novak en el instituto Alberto Merani y sus limitaciones pedagógicas, la aplicación de la teoría de las seis lecturas en el área de lenguaje y la revisión constante de la teoría cognitiva de Ausubel.

### 1.2 Perfil profesional del ingeniero del futuro

La actual época de crisis de desempleo masivo en un mundo globalizado nos invita a reflexionar sobre cual debe ser el perfil de los ingenieros del futuro, y en general el de los empleados de alto nivel que necesitan las empresas, para asegurar su permanencia en un mundo cada vez más competitivo. Los efectos de la apertura y de la globalización no se hacen esperar, es el caso del TLC, o Tratado De Libre Comercio, cuyas consecuencias más cercanas es una crisis. Lo anterior hará cambiar las reglas de juego para la escogencia de los empleados en las empresas, en general, y a los ingenieros, en particular, en cuanto a perfil, se refiere.

De lo anteriormente expresado, se deduce, fácilmente la responsabilidad que compete a los docentes en cuanto a

enseñanza – aprendizaje, y a los dicentes, cuya principal misión debe ser desarrollar un aprendizaje autónomo. Por tanto, es necesario que en el proceso enseñanza – aprendizaje, se tenga en cuenta lo que es la **Metacognición**, la cual tiene que ver con la conciencia que tiene el sujeto y a la regulación o control que ejerce sobre su propio **aprendizaje**, buscando que el estudiante aprenda a aprender, es decir que aprenda en forma autónoma y auto-regulada. Generalmente al término es posible adjudicarle dos significados esenciales: el primero relacionado con el contenido cognitivo, que se entiende como el conocimiento que adquirimos en relación con nuestro funcionamiento cognitivo, sabiendo que tipos de estrategias utilizar en un determinado momento del aprendizaje, ya sea un cuadro sinóptico, mapa conceptual, etc. En segundo lugar, se refiere a procesos de supervisión y de regulación ejercida sobre la actividad cognitiva, haciendo una diferencia entre el conocimiento (lo cognitivo) y el control ejercido sobre como se adquiere ese conocimiento (lo metacognitivo). En conclusión a metacognición determina y/o regula las operaciones mentales como la percepción, memorización, atención, concentración, comprensión y como operan cada una de ellas, que factores las ayudan las obstaculizan, además de cómo y cuando se deben usar.

En consecuencia el ingeniero del futuro, deberá caracterizarse por tener la capacidad de: Aprender a desaprender, aprender a aprender, adquirir criterios claros respecto de su profesión, teniendo en consecuencia un concepto holístico de ella, saber distinguir cual es el conocimiento básico y absolutamente indispensable para dominar el saber hacer, saber tener a la mano las herramientas y el conocimiento necesario para el dominio de su disciplina o profesión, aprender a generar ideas innovadoras para aplicarlas en el desarrollo de su profesión.

### 1.3 El estudiante del siglo XXI

En la actualidad los estudiantes puede acceder a los centros de datos, la red de , la , las grandes , ante tal cantidad de información el problema es cómo procesarla. Digamos que el cuello de botella se presenta porque los docentes siguen trabajando con didácticos que no le permiten avanzar significativamente. «La escuela no podrá ir más allá de la capacidad de sus docentes», nos dice el Dr. Miguel de Zubiría Samper. Una primera reflexión sería: Si la universidad se sigue dándole importancia a cumplir con un contenido programático para darle a los futuros profesionales y no el conocimiento, los resultados seguirán siendo los que hemos obtenido hasta el momento.

### 1.4 El desempeño idóneo del ingeniero del futuro

Teniendo como base la concepción compleja de las competencias, el proceso de desempeño idóneo requiere de



la integración del **saber ser con el saber conocer y el saber hacer** (Tobón.2005), lo que nos invita a hacer otra reflexión en torno a los rediseños curriculares que se requieren con urgencia para atender estas nuevas exigencias en los procesos formativos de los ingenieros del futuro. Quizás en la actualidad se vienen haciendo algunos esfuerzos con buenas intenciones en cuanto a la formación por competencias en torno al **saber ser y el saber hacer**, pero pensamos que el mayor escollo se encuentra en tratar de abordar el **saber conocer**, ya que la educación tradicional se ha basado en transmitir conocimientos pero al mismo tiempo ha descuidado enseñar que es el conocimiento, es muy dicente que “la educación que quiere comunicar conocimientos permanezca ciega ante lo que es el conocimiento humano, sus disposiciones, sus imperfecciones, sus dificultades, sus tendencias, tanto al error como a la ilusión y no se preocupe en lo absoluto por hacer conocer lo que es conocer” Tomando como base lo anterior el **saber conocer** se orienta a la enseñanza de la naturaleza del conocimiento y de sus tendencias con el fin de prevenir cegueras, falsa dicotomías y reduccionismos, (Tobón. 2005, p.176),

**1.5 Instrumentos de cada uno de los saberes**

En la figura 1 se muestran los instrumentos de cada uno de los saberes en el contexto de una formación por competencias:



Figura 1: Instrumentos del saber ser, del saber conocer y del saber hacer

**1.6 ¿Pero entonces qué tipo de personas debemos formar para el futuro?**

Se requiere formar personas cuando menos con cuatro grandes y generales capacidades, (ver figura 2), las cuales siempre fueron desatendidas por la escuela tradicional, pues ella fue diseñada únicamente con el propósito de formar trabajadores rutinarios lo cual hizo a la perfección. (De Zubiría., 1994)



Figura 2: Capacidades que se deben formar en una persona

Como vemos de las cuatro condiciones requeridas por un futuro analista simbólico. Tres tienen que ver íntimamente con la inteligencia, si a esto se le suma lo propuesto por De Zubiría que “La inteligencia es cuestión tanto disponer de buena cantidad y buena calidad conceptual (instrumentos de conocimiento) como el de dominar las operaciones intelectuales con las cuales operan los conceptos” (ver figura 3), y también lo propuesto por el mismo autor que la INTELIGENCIA ES APREHENDIDA, con respecto a esto último en el aprehender a ser inteligentes el papel crucial y decisivo lo juega en primer lugar la familia, segundo la escuela y tercero la universidad; por lo que es pertinente hacer otra reflexión: ¿que estamos haciendo los docentes y las universidades para que los profesionales del futuro aprehendan a ser inteligentes?

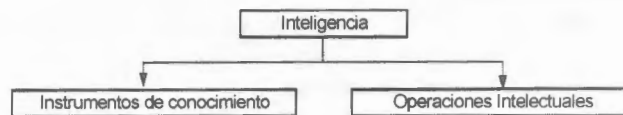


Figura 3: Componentes de la inteligencia

Lo anterior nos invita a reflexionar en que en nuestro país las universidades tienen que pensar en empezar urgentemente a liderar procesos de transformación en sus procesos formativos ya que el nuevo mundo laboral no se requiere de mano de obra si no de cerebros pensantes, específicamente en nuestro caso de ingenieros **verdaderamente inteligentes**, lo que De Zubiría llama analistas simbólicos. De lo contrario seguiremos haciéndole el juego al antiguo y optimista concepto de “mundo en vía de desarrollo” esto es solo eso un concepto falso en realidad somos un país en vía desubdesarrollo. Compartimos

**1.7 ¿Qué se propone?**

Reinventar procesos cognitivos, formas de agilizar el conocimiento, de tal manera que el estudiante pueda generar procesos más de ya que la del trabajador se mide, a su vez, por el tipo de instrumentos que utiliza.



Estamos de acuerdo que debemos generar procesos educativos acordes con la época y la escolaridad del alumno. ¿Cuáles? Estudiosos del tema como, Lev Vigostky, Alberto Merani, insistieron sobre estos temas. Ya lo dijeron ellos que las herramientas del conocimiento son las siguientes: Nociones, Proposiciones, Conceptos, Categorías, Leyes. Se requiere entonces direccionar la formación de los ingenieros del futuro fundamentadas en el uso de herramientas del conocimiento, para que así estemos formando mentes creativas y profesionales con mentes autónomas, con alta capacidad de innovar, de proponer nuevas alternativas de solución ante problemas plantados y por defecto serán mentes creadoras y críticas, verdaderos cerebros pensantes.

## 2. Conclusiones

En las universidades Colombianas se requiere con urgencia expertos en desarrollo intelectual y en aprendizaje humano.

Las universidades deben ocuparse más por formar cerebros pensantes, mentes brillantes, más que por formar mano de obra para el país, los ingenieros del 2020. Deben tener estas características, por que el país pide a gritos un cambio, al que estamos llamados a participar.

La educación en Colombia no estimula la formación de mentes creativas, generadoras en forma masiva de ideas innovadoras en ciencia y tecnología por eso compartimos la idea de que somos un país apenas en vía de subdesarrollo. ¡Vale la pena apostarle al cambio!

Se invita a reflexionar sobre el verdadero rol del docente, el cual, en este momento se debe centrar en ocuparse por utilizar estrategias cognitivas que permitan que el estudiante sea consiente de sus propios procesos cognitivos y así se vuelvan eficaces sus operaciones mentales y que estas se vean reflejadas en la creatividad y en la capacidad para la resolución de problemas planteados por el medio que los rodea. En la actualidad la docencia se ha ocupado solo de la utilización de estrategias pedagógicas y estrategias didácticas, descuidando lo cognitivo, por lo que no se logra muchas veces que los estudiantes aprehendan el conocimiento.

## 3. Bibliografía

Coral Q, Laureano. «La Universidad del siglo XXI». Inteligencia # 1, 2000.

De Zubiria, M.(1994). Tratado de pedagogía conceptual, pensamiento y aprehendizaje: los instrumentos de conocimiento, Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.

\_\_\_\_\_ (1994). Tratado de pedagogía conceptual, operaciones mentales y creatividad. Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.

\_\_\_\_\_ Mentefactos I. Fundación Alberto Merani, 1998. : Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.

\_\_\_\_\_ (1998). Pedagogías del Siglo XXI. Mentefactos I. El arte de pensar para enseñar y de enseñar para pensar. Bogotá: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.

\_\_\_\_\_ (2004). Enfoques Pedagógicos y Didácticas Contemporáneas. Bogotá: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani

\_\_\_\_\_ (2004). Pensar para crear. Bogotá: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.

Díaz Barriga A, Piaget: aportes para la educación y para la didáctica, ponencia

Delval, J.(1996), La fecundidad de la epistemología de Piaget, Substratum. 3 (8-9). pp, 89-125

Gutiérrez C. Alba Nelly Un acercamiento a la pedagogía conceptual, (Magíster en Docencia. Docente de las Universidades Santo Tomás y de La Salle a nivel de Postgrados en Bogotá).

Tobon, Sergio, Formación basada en competencias, pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Segunda edición, Ecoe Ediciones, 2005

### Direcciones electrónicas:

<http://www.monografias.com/trabajos13/libapren/libapren2.shtml>

<http://www.pedagogiaconceptual.com>



# El perfil del ingeniero: articulación entre niveles

Claudia Carmona Rodríguez, Guillermo Echeverri Jiménez,  
Beatriz Elena López Vélez, Jackson Reina Alzate  
Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín. Escuela de Ingeniería

---

## Resumen

En el proyecto "*Propuesta Curricular, Pedagógica y Didáctica para la Formación de Técnicos, Tecnólogos e Ingenieros en Telecomunicaciones*" (en adelante Forteti) se han revisado diferentes propuestas de formación en Iberoamérica, documentos conceptuales publicados por Acofi y por el Icfes, visiones prospectivas del país y de la región. Se ha entrevistado a expertos de los sectores empresarial, administrativo y académico; se han encontrado tendencias en el siguiente orden: primero, revaloración de la formación de la ingeniería a la luz de los componentes éticos y sociohumanísticos; segundo, desarrollo de capacidades en el estudiante para trabajar en equipos intergrupales, multidisciplinarios e interniveles; tercero, actualización y especialización profesional del egresado mediante cursos de postgrado de educación continua y el desarrollo de habilidades para el autoaprendizaje, lo cual supone, además, el concepto de lo permanente en la formación y la necesidad de establecer escalonamiento entre los diferentes niveles; cuarto, la formulación, gestión y desarrollo de proyectos técnicos y de transformación social.

Forteti propone un perfil en la formación de ingenieros que considere el escalonamiento entre el nivel de la ingeniería y los niveles que le anteceden –tecnología y técnica–. Este escalonamiento permitiría articulaciones formativas y profesionales que respondan a las demandas de proyectos integrales para las necesidades del sector. Se consideran los componentes ético y sociohumanístico: eje transversal de un currículo por proyectos o por núcleos problemáticos.

El artículo presenta dos apartados. En el primero de ellos se expone *el análisis del contexto de formación de técnicos, tecnólogos e ingenieros en telecomunicaciones* en relación con las diferentes fuentes de información: propuestas de formación en Iberoamérica, documentos conceptuales publicados por Acofi y por el Icfes, visiones prospectivas del país y de la región, y entrevistas. En el segundo se presenta la *propuesta de perfil* derivada del análisis anterior.

**Palabras claves:** ingeniería en telecomunicaciones, técnicas, tecnológicas, educación superior

## Abstract

In the project "Curricular, Pedagogical and Didactic Proposal for the Formation of Technicians, Technologists and Engineers in Telecommunications" (shortly called Forteti) several proposals of professional instruction in Latin-America have been reviewed, as well of conceptual documents published by Acofi and Icfes, and prospective visions of the country and the region. In addition, experts from technical, administrative and academic sectors have been consulted. As a result, several tendencies have been found, which can be order as follows: first, revalue of the engineer formation regarding from ethical, social and humanistic issues; second, development of student skills for working within groups with multiple disciplines and levels; third, postgraduate studies +regarding of the professional upgrade and actualization by means of official courses and self-learning skills development which also leads to the concept of the never-ending in learning and the requirement of establish multistage between the different educative levels; fourth, the need of adequate proposal, management and development of technical and social transformation projects.

Forteti research project proposes a profile for the engineer's education which takes account of, at first, the multistage process between engineering and its precedent levels: technical and technological education, because only this multistage process enables the professional and educational articulation that responds to the requirement for holistic projects in the telecommunications sector. Associate with this multistage, the social and humanistic issues have been taken into account as an important factor not for complement courses but as a transversal axe of a curriculum structured by projects or problems nuclei.

**Keywords:** Telecommunication engineering, technicians, technologists, graduate studies.

---

## 1. Introducción

### 1.1 Análisis del contexto de formación para técnicos, tecnólogos e ingenieros en telecomunicaciones

Según la Visión Colombia 2019,<sup>2</sup> el país requiere transformaciones en los distintos sectores para alcanzar niveles altos de desarrollo. La Visión plantea dos principios y cuatro objetivos; para nuestro caso se resalta el siguiente principio: “afianzar un modelo socioeconómico sin exclusiones, basado en la igualdad de oportunidades y con un Estado garante de la equidad social”; y entre los objetivos se resalta: “una economía que garantice mayor nivel de bienestar social”. El desarrollo de este objetivo requiere de ocho estrategias, de las cuales se retoman dos: “fundamentar el crecimiento en el desarrollo científico y tecnológico” y “desarrollar un modelo empresarial competitivo”.

En el país se ha configurado un marco legal que prescribe intencionalidades formativas, maneras de organización curricular y la adopción de nuevas prácticas educativas y pedagógicas. Este marco legal evidencia el reconocimiento de que el sector educativo es de alto flujo cuando se piensa en políticas de desarrollo; es necesario integrarlo a las mismas, pues en él se forman los sujetos en relación con los saberes y formas de sociabilidad que hacen posibles las transformaciones que la política traza.

La Ley General de Educación 115 de 1994 y sus decretos reglamentarios señalan, para la Educación Básica y Media, y particularmente, para la Educación Superior, la Ley 30 de 1992 que inicia el proceso de reforma referido a: promover la competencia, como factor de calidad, entre las instituciones de Educación Superior; organizar las instituciones de Educación Superior en los siguientes tipos: técnicas profesionales, instituciones universitarias, o, escuelas tecnológicas y universidades; aproximar la educación tecnológica y la universitaria y separar la tecnológica de la técnica. En el marco de la autonomía universitaria, se abrió el sistema de acreditación institucional y de programas académicos; se crearon las condiciones para la apertura de un sistema nacional de información; y se trazaron políticas para el apoyo de los programas de maestría, doctorado e investigación.<sup>3</sup>

Una de las problemáticas fuertes es la articulación entre los distintos niveles de formación: el concepto de formación continua y continuada. Se plantea la necesidad de articular las técnicas, tecnológicas e ingenierías; se considera que el sistema no logra articularlos, lo que genera: la superposición de funciones y la baja valoración social de un nivel de formación en relación con otro. Esta problemática se refleja en la dificultad para definir cada uno de los niveles. La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería –Acofi– y el Icfes señalan en el documento “Nomenclatura de títulos en la formación técnica profesional, tecnológica y de ingeniería en Colombia” Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (Icfes), Asociación Colombiana de Facultades de Educación (Acofi). «Nomenclatura de títulos en la formación técnica profesional, tecnológica y de ingeniería en Colombia»<sup>4</sup>. las siguientes definiciones para cada nivel:

- El técnico es la persona que tiene la capacidad y habilidad de hacer las cosas.
- El tecnólogo hace “cosas” sobre bases científicas combinando técnica y ciencia para hacer algo bien y cada vez mejor. Es un profesional de nivel medio superior; que cubre en la industria los mandos intermedios: capaz de diseñar y participar activamente en la implementación, desarrollo e innovación de los procesos productivos. Su productividad en las empresas es derivada del conocimiento de las herramientas y tecnologías.
- El ingeniero utiliza sus conocimientos para diseñar soluciones a problemas relacionados con su área de estudio; trata de aprovechar los recursos disponibles a partir del desarrollo sostenible de la sociedad. El ingeniero es quien construye objetos o productos útiles, realiza proyectos técnicos o desarrolla procesos tecnológicos, con un objetivo: mejorar la calidad de vida del ser humano.

Revisión de distintos programas de formación en ingeniería de telecomunicaciones en el país dio como resultado: existen ocho programas de ingeniería de telecomunicaciones, los cuales son recientes; y ocho programas de pregrado en los

<sup>2</sup> Departamento de Planeación Nacional . Visión Colombia 2019. [http://www.dnp.gov.co/paginas\\_detalle.aspx?idp=366](http://www.dnp.gov.co/paginas_detalle.aspx?idp=366). Consultado en junio de 2006. [www.iesalc.unesco.org/ve/.../reformas/colombia/informe%20Reforma%20Colombia%20-%20final%20-%20Velilla.pdf](http://www.iesalc.unesco.org/ve/.../reformas/colombia/informe%20Reforma%20Colombia%20-%20final%20-%20Velilla.pdf) Visitado: 17 de junio de 2005.)

<sup>3</sup> Tendencias de las reformas de la Educación superior en América Latina y El Caribe Colombia: el itinerario de un desafío. Corporación complexus. Bogotá, junio de 2003. Documento elaborado por Marco Velilla, Raúl Gómez, Yuri Romero y Juan C. Moreno.

<sup>4</sup> Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (Icfes), Asociación Colombiana de Facultades de Educación (Acofi). Nomenclatura de títulos en la formación técnica profesional, tecnológica y de ingeniería en Colombia. Bogotá. 2000. [http://www.unalmed.edu.co/~daristiz/guias/introduccion\\_ingenieria\\_fisica/ingenieria\\_acofi.doc](http://www.unalmed.edu.co/~daristiz/guias/introduccion_ingenieria_fisica/ingenieria_acofi.doc). Consultado en julio de 2005.



que se mezcla telecomunicaciones con electrónica o con informática; estos programas llevan más tiempo en el mercado educativo. Los programas de telecomunicaciones tienden a mezclarse con otras áreas y con otros programas que, sin la denominación de telecomunicaciones, ofrecen competencias similares a éstas. Se crea una delimitación no muy clara de los ingenieros de telecomunicaciones en relación con otros ingenieros informáticos o de sistemas, por ejemplo.

El análisis de los currículos evidenció: hay una tendencia asignaturista, predominio de las ciencias básicas en los primeros semestres; esto dificulta la articulación entre niveles con programas técnicos profesionales y tecnológicos; la formación humanista se ofrece en relación con tres aspectos: los procesos lecto-escriturales, la ética y la política, como cursos aislados; en pocos programas se hace énfasis en procesos de investigación.

## 2. Análisis de las percepciones del medio empresarial y académico

Se entrevistó un panel de expertos tanto en el área académica como en el sector empresarial en el área de telecomunicaciones. Se definió un perfil de entrevistado según el sector:

### a) Empresarial

- Experiencia de al menos 5 años en el sector de las telecomunicaciones
- Tener a cargo personal con nivel técnico, tecnológico y de ingeniería
- Desempeñarse en el área técnica en empresas del sector de las telecomunicaciones
- Desempeñarse en el área de mercadeo en empresas del sector de las telecomunicaciones
- Desempeñarse en el área gerencial en empresas del sector de las telecomunicaciones
- Tener título de tecnólogo o ingeniero con algún énfasis en el área de las telecomunicaciones
- Tener cierto nivel de influjo en la selección de personal

### b) Académico (administrativo y docente)

- Formación profesional: mínimo con maestría
- Tres años de experiencia docente o administrativa (dirección de un programa o decanato de una escuela en relación con el área temática de las telecomunicaciones)
- Realización de asesorías y consultorías en relación con el tema.
- Participación en proyectos de investigación en relación con la temática.
- Pertenencia a asociaciones, grupos o redes en los ámbitos nacional e internacional.

En el sector empresarial se consideró seleccionar expertos tanto en áreas técnicas como administrativas y de mercadeo, e igualmente se seleccionaron expertos pertenecientes a empresas cuyos productos principales estaban en el área de las telecomunicaciones y en la realización de consultoría, así como en aquéllas en las que el sector industrial pertenecía a otra área.

En el sector productivo se encontraron las siguientes percepciones:

a) **En cuanto a las funciones:** no se tiene claridad con respecto a las funciones específicas de cada nivel; se hace referencia a destrezas para los procesos internos y a las necesidades de las certificaciones en productos más que de un título; sólo empresas operadoras especifican las funciones desempeñadas en cada nivel. Algunas respuestas fueron las siguientes:

1. Técnico: se debe encargar de la parte operativa de los proyectos, ejecutar labores que requieren una destreza física en el área de proyectos, como, por ejemplo, actividades relacionadas con conexiones.
2. Tecnólogo: asignar y supervisar las labores ejecutadas por los técnicos. El tecnólogo ordena su ejecución y garantiza al ingeniero que todos los trabajos que esté haciendo el técnico sean acordes con lo que, en términos de ingeniería, busca el proyecto.
3. Ingeniero: está encargado de generar todos los proyectos y velar por que los mismos se ejecuten, así como a supervisar la estrategia total. El ingeniero genera estrategias, diseña proyectos, evalúa que éstos sean viables: toma todas las variables, genera una idea principal que deben seguir el técnico y el tecnólogo, con el fin de inducirlos en los proyectos.

b) **En cuanto a la inserción laboral:** se menciona la importancia de que existan los tres niveles, sin embargo se señala que las diferencias son mínimas. El medio está empleando indistintamente a los tres tipos de profesionales para ejecutar todas las labores que requiere y la asignación de un nivel específico depende en del tamaño de la empresa y de la capacidad de pago. No hay una oferta laboral coherente de los tres; muchas empresas sólo contratan ingenieros: prefieren adquirir servicios técnicos o tecnológicos por medio de *outsourcing*. Empresas grandes con sucursales nacionales expresan tener espacio para los tres perfiles.

c) **En cuanto a la formación por ciclos propedéuticos:** se indica que un profesional que pase por los ciclos de formación con calidad es un excelente empleado y que su desempeño es superior al de aquéllos que pasan sólo por el último (ingeniería), ya que pueden combinar tanto la teoría como la

práctica. Desconfían mucho de la formación actual en este sentido: dicen que pasan de un nivel a otro cursando dos materias más, y que pasar de un ciclo a otro requiere concebir el conocimiento desde otros aspectos: no ofrecido por la mayoría de instituciones. En el sector académico encontramos las siguientes percepciones:

- a) **En relación con la formación de cada ciclo:** la mayoría de los entrevistados tenían claros los niveles de formación de cada uno de los ciclos y mencionaba la importancia de que cuando se pensara un currículo para cualquiera de los niveles se evaluara el entorno laboral y las exigencias del medio; sin embargo, mencionaba que la formación en nivel técnico y aun en tecnológico era menos rigurosa que la formación en ingeniería.
- b) **En relación con la articulación de formación académica por ciclos propedéuticos:** se generaron opiniones diversas, dado que algunos de los entrevistados veían casi imposible esta articulación, debido a que cada ciclo tiene una orientación diferente de la misma área; empero, otros la defienden y señalan su importancia pero mencionan que debe hacerse una mejor reflexión para no disminuir la calidad de los programas, es decir, que un ingeniero que inició su formación como ingeniero no puede obtener a la mitad de la carrera un título de técnico, porque los perfiles están orientados a dos cosas muy diferentes.

### 3. Visión del sector de la Telecomunicaciones

Las telecomunicaciones presentan tendencias de crecimiento sostenido; sin embargo, desde la década de los 90 este sector presenta un desarrollo más rápido que lo registrado en décadas anteriores; a pesar de los vaivenes de la economía mundial, continúa con un ritmo de crecimiento acelerado. Los sectores que mayor dinamismo han registrado en los años recientes son los siguientes:

- Servicios de acceso a Internet, especialmente en banda ancha
- Servicios inalámbricos y, en general, servicios móviles
- Servicios de voz sobre IP y telefonía IP
- Generación de contenido

Estos cambios de los diferentes subsectores de las telecomunicaciones indican una tendencia tecnológica hacia la convergencia de la informática y las telecomunicaciones, la cual impone retos a todos los actores del sector. En el nuevo escenario sólo se es competitivo en la medida en la cual se brinde valor agregado a los usuarios.

### 4. Análisis de la Visión de Colombia 2019

El documento "2019 – Visión Colombia II Centenario" fue elaborado por la Presidencia de la República y el Departamento Nacional de Planeación. Es un punto de partida en la discusión de los propósitos que debemos tener a largo plazo. Es un referente en el proceso de definición de los perfiles de profesiones que nuestro país requiere. Plantea metas ambiciosas en temas como la paz, calidad de vida, infraestructura, justicia social, productividad, competitividad y consolidación de la democracia. Las metas importantes propuestas por el documento para lograr a 2019 son:

- Aumentar el tamaño de la economía en 2,1 veces y lograr un nivel de inversión como porcentaje del PIB de 25%.
- Reducir la pobreza –medida con subsidios– a 15% (hoy está en 45%).
- Reducir la tasa de desempleo a 5,0% (en 2004, la tasa promedio fue 13,6%).
- Construir 3,9 millones de viviendas nuevas.
- Reducir el homicidio a una tasa de 8 por 100.000 habitantes.
- Consolidar un Estado funcionando por resultados.
- Aumentar el espacio público en las ciudades de más de 100.000 habitantes de 4 a 10 m<sup>2</sup> por habitante.
- Integrar Colombia al mundo con un papel articulador de bloques y grupos en el continente, gracias a su privilegiada posición geográfica.

Estos objetivos son alcanzables si se estructuran estrategias que integren los aspectos de la vida nacional, entre las cuales tiene un papel la generación de una infraestructura para el desarrollo.

Específicamente, en telecomunicaciones, el documento plantea lo siguiente:

*"Este sector deberá contribuir a consolidar una sociedad informada, conectada e integrada al entorno global, para lo cual deberá incorporar continuamente los últimos desarrollos tecnológicos, particularmente adecuarse a la convergencia de redes, terminales y servicios. Además, el sector deberá propender por una cobertura adecuada y acceso universal para toda la población. Todo esto requiere el desarrollo del marco institucional y normativo que fomente la competencia, incentive la innovación y reconozca la convergencia de los mercados. Así, hacia 2019 Colombia deberá tener una penetración de telefonía móvil de 60% (hoy es de 33%); y en Internet de 60% en banda ancha (hoy es 1,2%). Se espera, también, que el 100% de la televisión sea digital (hoy la transmisión es de tecnología analógica)."*

Uno de los objetivos que plantea el documento es lograr una sociedad más igualitaria y solidaria; una de las estrategias propuestas es cerrar las brechas sociales de la sociedad actual. Los objetivos asociados a esta estrategia son: aumentar la esperanza de vida al nacer de los colombianos a 76,5 años (hoy 72,2); afiliar a la seguridad social en salud (régimen subsidiado y contributivo) al 100% de los colombianos (hoy 66% en el subsidiado); equiparar el plan de beneficios de los dos regímenes (hoy brecha de 44%); reducir la mortalidad infantil a 14 por mil niños nacidos vivos (hoy 24,4); lograr y mantener coberturas universales en educación preescolar (hoy 44,9%), Básica Primaria (hoy 114,6%) y Básica Secundaria (hoy 75,5%); llegar a 11,3 años en promedio de educación para personas entre 15 y 24 años (hoy 8,7 años); lograr una tasa de cobertura bruta de 40% en Educación Superior (hoy 25,7%); reducir la tasa de desempleo a 5,0% (el promedio anual de 2004 fue 13,6%); reducir el índice de pobreza medido con subsidios a 15% (hoy en 45,1%) y el de indigencia a 6% (hoy 17%).<sup>5</sup>

Una de las inequidades nacionales es el carácter terminal<sup>6</sup> de la formación corta (tres años), la cual dificulta a técnicos y a tecnólogos la continuación de estudios de nivel profesional, e incide en el bajo estatus de los programas técnicos y tecnológicos, así como en la inequidad de oportunidades laborales en relación con los egresados del nivel universitario, quienes parecen educados de la misma manera que aquéllos; y vale decir que en algunos casos, en la práctica, no se distinguen, o aparecen como más efectivos quienes tienen formación intermedia.

## 5. Tendencias de la Formación en Ingeniería

Se encontraron cuatro tendencias en la formación en ingeniería, las cuales marcan los aspectos básicos del perfil de ingeniero de telecomunicaciones; estas tendencias son:

- Revaloración de la formación de la ingeniería desde los componentes éticos y sociohumanísticos. La tecnología se ha convertido en pilar de cualquier proceso cotidiano, adicional a que los adelantos de la tecnología cada vez más modifican la manera de trabajar, las relaciones y el comportamiento de las personas. Se requiere un ingeniero que tenga un buen desempeño en el diseño y manejo de tecnología, pero que a la vez fomente los procesos investigativos e innovadores desde una visión ética y

sociohumanista que le permita generar un impacto benéfico para la sociedad.

- Desarrollo de capacidades en el estudiante para trabajar en equipos intergrupales, multidisciplinarios e interniveles. Dada la interacción de la tecnología con otras áreas, cualquier solución, desarrollo o proyecto planteado deberá ser ejecutado por un grupo interdisciplinario y con diferentes perfiles de formación; se requiere un ingeniero que interactúe con otras profesiones y con personas con otros niveles de formación.
- Actualización y especialización profesional del egresado mediante cursos de postgrado de educación continua y el desarrollo de habilidades para el autoaprendizaje, lo cual supone el concepto de lo permanente en la formación y la necesidad de establecer escalonamiento entre los diferentes niveles.
- La formulación, gestión y desarrollo de proyectos técnicos y de transformación social. La construcción de una sociedad más igualitaria y solidaria planteada por la visión Colombia 2019 es posible a través de proyectos con impacto social y en los cuales la tecnología sea vista como un eje transversal que soporte los mismos.

### 5.1 Perfil del ingeniero de Telecomunicaciones

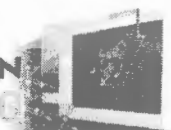
Las telecomunicaciones deben ser concebidas como una herramienta que permita la transformación social y humana; a su vez la investigación como generadora de nuevos conocimientos y apropiación de las tecnologías, de cara a los requerimientos específicos del país.

El Ingeniero para el área de telecomunicaciones requiere:

- Tener sensibilidad y actitudes propicias a la responsabilidad social, la tolerancia y el respeto por la diferencia, la conciencia ambiental y el compromiso con el país.
- Reafirmarse en los valores éticos y traducirlos en acciones dentro de su desempeño cotidiano.
- Tener una sólida formación en las ciencias exactas y naturales y en ciencias básicas de la ingeniería.
- Estar en capacidad de diseñar soluciones en todas las áreas medulares de las telecomunicaciones de forma acertada, según las diferentes posibilidades tecnológicas y el desempeño requerido por las empresas de telecomunicaciones o de otras que requieren de las

<sup>5</sup> Vision 2019

<sup>6</sup> La nominación terminal se entiende como una formación cerrada, sin continuidad, en la cual el carácter profesional finaliza con la obtención del título. Para acceder a un grado superior de formación se requeriría volver a comenzar un nuevo plan de estudios. No hay, por tanto, un sentido cíclico, flexible y continuo que permita reconocer y mantener la tarea formativa.



telecomunicaciones para su operación.

- Formación para la planeación, ejecución y seguimiento de proyectos de ingeniería en el área de telecomunicaciones
- Facilidad de comunicación e interacción con profesionales de diferentes áreas y niveles
- Actualización permanente en los avances tecnológicos.
- Contar con una formación básica en las áreas técnicas afines, con especial énfasis en el sector de la informática, de tal forma que le permitan desempeñarse con solvencia en su vida profesional y afrontar así sus responsabilidades profesionales de una manera integral.
- Tener una formación básica, técnica y humana que le permita desarrollar habilidades investigativas
- Estar dotado de creatividad, iniciativa, liderazgo y pensamiento crítico.
- Tener capacidad para autogestión y autoaprendizaje

## 6. Bibliografía

- Presidencia de la República. Departamento Nacional de Planeación. (2006). Colombia 2019 – Visión Colombia II Centenario”. Bogotá.
- Velilla, Marco et al. (2003). Tendencias de las reformas de la Educación Superior en América Latina y El Caribe Colombia: el itinerario de un desafío. Corporación complexus. Bogotá, [www.iesalc.unesco.org/ve/.../reformas/colombia/informe%20Reforma%20Colombia%20-%20final%20-%20Velilla.pdf](http://www.iesalc.unesco.org/ve/.../reformas/colombia/informe%20Reforma%20Colombia%20-%20final%20-%20Velilla.pdf). Visitado: 17 de junio de 2005. )
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (Icfes), Asociación Colombiana de Facultades de Educación (Acofi). (2000). Nomenclatura de títulos en la formación técnica profesional, tecnológica y de ingeniería en Colombia. Bogotá. . Consultado en julio de 2005.



Este libro se terminó de imprimir en septiembre de 2006,  
en los talleres de Opciones Gráficas Editores Ltda.  
Bogotá, D.C. - Colombia





**Universidad  
Pontificia  
Bolivariana**

Acreditación Institucional de Alta Calidad  
Ministerio de Educación Nacional  
Resolución 3596 – junio 30 de 2006

**ESCUELA DE INGENIERÍAS UPB**  
Comprometidos con la calidad

**INFORMES**

Escuela de Ingenierías UPB  
Campus Universitario de Laureles  
Circular 1ra. 70 - 01 Bloque 11  
Teléfonos: 415 9020 • 415 9066  
www.upb.edu.co

## PREGRADOS DE INGENIERÍAS

- Ingeniería Química
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Electrónica
- Ingeniería Textil
- Ingeniería Informática
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Aeronáutica
- Ingeniería de Telecomunicaciones

## POSGRADOS DE INGENIERÍAS

- Doctorados
- Doctorado en Ingeniería área de Energía y Termodinámica
- Doctorado en Ingeniería área de Telecomunicaciones

## Maestrias

- Maestría en Biotecnología
- Maestría en Gestión Tecnológica
- Maestría en Ingeniería área:

- Ambiental
- Automática
- Ingeniería Biomédica
- Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica
- Nuevos Materiales
- Telecomunicaciones
- Sistemas Energéticos

## Especializaciones

- Automática
- Biotecnología
- Gestión de la Innovación Tecnológica
- Gestión de los Servicios Públicos Domiciliarios
- Ingeniería Aeronáutica
- Ingeniería Ambiental
- Ingeniería Biomédica
- Modelación, Simulación y Optimización de Sistemas
- Telecomunicaciones
- Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica.

## Grupos de Investigación

- Grupo de Investigaciones en Automática y Diseño (A+D)
- Grupo de Investigaciones en Biotecnología – CIBIOT
- Grupo de Investigación en Pulpa y Papel
- Grupo de Investigaciones Ambientales (GIA)
- Grupo de Investigación en Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica (T y D)
- Grupo de Investigación en Microelectrónica (MICROELE)
- Grupo de Investigación en Nuevos Materiales (GINUMA)
- Grupo de Investigación en Óptica y Espectroscopia (GOE)
- Grupo de Investigaciones Agroindustriales (GRAIN)
- Grupo de Política y Gestión Tecnológica
- Grupo de Investigación, Desarrollo y Aplicación en Telecomunicaciones e Informática- GIDATI
- Grupo de Investigación en Ingeniería Aeronáutica - GIIA
- Grupo de Investigación en Bioingeniería



# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

## VICERRECTORÍA ACADÉMICA



PROGRAMAS ACADÉMICOS	PROGRAMAS EN JORNADA ESPECIAL (Nocturnos y fines de semana - 6 años)
<b>PREGRADO</b>	<b>INGENIERÍAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medicina</li> <li>- Ciencias del Deporte y la Recreación</li> <li>- Ciencias del Deporte y la Recreación (Extensión Bogotá)</li> <li>- Ciencias del Deporte y la Recreación (Extensión San Andrés)</li> <li>- Administración del Medio Ambiente</li> <li>- Química Industrial</li> <li>- Administración Industrial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mecánica</li> <li>- Industrial</li> <li>- De Sistemas y Computación</li> <li>- Electrónica</li> </ul>
<b>INGENIERÍAS</b>	<b>POSGRADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eléctrica</li> <li>- Mecánica</li> <li>- Industrial</li> <li>- Industrial (Extensión San Andrés)</li> <li>- De Sistemas y Computación</li> <li>- Física</li> </ul>	<b>ESPECIALIZACIONES</b>
<b>TECNOLOGÍAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerencia en Sistemas de Salud</li> <li>- Gerencia de Prevención y Atención de Desastres</li> <li>- Biología Molecular y Biotecnología</li> <li>- Docencia Universitaria</li> <li>- Gestión Ambiental Local</li> <li>- Gestión Ambiental Local (Extensión Pasto)</li> <li>- Gestión de la Calidad y Normalización Técnica (Convenio con la Universidad la Gran Colombia de Armenia)</li> <li>- Intervención Integral en Discapacidad Motriz</li> <li>- Gestión de la Innovación</li> <li>- Sistemas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica</li> <li>- Enseñanza de las Ciencias Sociales</li> </ul>
<b>LICENCIATURAS</b>	<b>MAESTRIAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matemáticas y Física - Jornada Nocturna</li> <li>- Artes Visuales</li> <li>- Música</li> <li>- Etnoeducación y Desarrollo Comunitario - Jornada Nocturna</li> <li>- Etnoeducación y Desarrollo Comunitario (Extensión Mistrató - Risaralda)</li> <li>- Pedagogía Infantil</li> <li>- Pedagogía Infantil (Extensión Quinchía - Risaralda)</li> <li>- Español y Literatura - Jornada Nocturna</li> <li>- Filosofía - Jornada Nocturna</li> <li>- Comunicación e Informática Educativa</li> <li>- Enseñanza de la Lengua Inglesa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Administración Económica y Financiera</li> <li>- Investigación Operativa y Estadística</li> <li>- Sistemas Automáticos de Producción</li> <li>- Comunicación Educativa</li> <li>- Ingeniería Eléctrica</li> <li>- Enseñanza de la Matemática</li> <li>- Literatura</li> <li>- Instrumentación Física</li> <li>- Biología Molecular y Biotecnología</li> <li>- Biología Vegetal (Convenio entre las Universidades de Caldas, Quindío).</li> <li>- Ecotecnología</li> <li>- Administración del Desarrollo Humano y Organizacional</li> <li>- Lingüística</li> </ul>
<b>DOCTORADO</b>	
En Ciencias de la Educación, Área Pensamiento Educativo y Comunicación (Convenio entre las Universidades de Caldas, Pedagogía y Tecnológica de Colombia, Cauca, Nariño, Tolima, Cartagena y Tecnológica de Pereira)	

**“Un compromiso permanente  
con la CALIDAD”**

La Julita A.A. 097 Fax Conmutador 3137300 [www.utp.edu.co](http://www.utp.edu.co) Pereira, Risaralda, Colombia

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

Acreditada Institucionalmente por siete (7) años, mediante Resolución No. 2550 del 30 de junio de 2005 expedida por el Ministerio de Educación Nacional.

**Aquí todos trabajamos para la Excelencia**