



**ACOFI**

ASOCIACION COLOMBIANA  
DE FACULTADES DE INGENIERIA

XVI REUNION NACIONAL  
DE FACULTADES DE INGENIERIA

# EDUCACION EN INGENIERIA

 ¿Cómo hacerla?

Cartagena de Indias, Agosto 28 al 30 de 1996



**ACOFI**

**ASOCIACION COLOMBIANA  
DE FACULTADES DE INGENIERIA**

Cra. 50 No. 27-70 Edificios Camilo Torres  
Bloque C Of. 7 - 301 - 303 - 401/404  
A.A. 59285 Tels. 2215438 Fax 2218826  
E-mail: acofi @ unisis.campus.unal.edu.co  
E-mail: acofi @ hemeroteca.icfes.gov.co  
Santafé de Bogotá D.C.

**Presidente ACOFI**

Ing. EDUARDO SILVA SANCHEZ  
Escuela Colombiana de Ingeniería - Julio Garavito

**Vicepresidente**

Ing. JORGE I. VELEZ MUNERA  
Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá

**Consejeros**

Ing. PEDRO GUTIERREZ VISBAL  
Universidad del Norte  
Ing. ARNOLD ARAUJO ALTAMIRANDA  
Universidad de Cartagena  
Ing. GUILLERMO ORTEGA LLANO  
Universidad Nacional de Colombia  
Ing. ISAAC FEFERBAUM ZYTO  
Universidad de La Salle  
Ing. ASDRUBAL VALENCIA GIRALDO  
Universidad de Antioquia  
Ing. IVAN RAMOS CALDERON  
Universidad del Valle  
Ing. EUGENIO BETANCURT ESCOBAR  
Universidad Pontificia Bolivariana

**Director Ejecutivo ACOFI**

Ing. JAIME SALAZAR CONTRERAS

**Editor:**

Ing. JAIME SALAZAR CONTRERAS  
Profesor Titular de la Universidad Nacional

ISBN: 958-680-012-1  
SANTAFE DE BOGOTA, D.C. AGOSTO 1996

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



## Presentación

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería conciente de su misión de propender por el mejoramiento de la calidad de la enseñanza de los programas de ingeniería en Colombia, ha querido organizar un evento académico que tenga como propósito central, reflexionar sobre la manera como se está enseñando la ingeniería, pues este tema es considerado fundamental para asumir una verdadera actualización y modernización de sus currículos.

Diagnosticado éste punto, el Consejo Directivo de la Asociación, acordó tratar la educación en ingeniería como actividad principal para la XVI Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería.

Como aspecto metodológico, se cursó una invitación abierta a los profesores pertenecientes a las diferentes instituciones de educación superior del país, con el propósito de que presentaran sus experiencias y sus conocimientos, en áreas que tuvieran relación con las siguientes temáticas:

- Procesos pedagógicos innovadores comprobados
- Aprendizaje creativo y cambio de currículo
- Acreditación nacional e internacional
- Productividad y calidad de la educación en ingeniería

Con satisfacción, se hace entrega de éstas memorias, en las cuales se refleja el interés y trabajo realizado por los docentes encargados de la formación de los ingenieros, para quienes la Asociación desea hacerles un reconocimiento por su esfuerzo y dedicación, el cual sin duda redundará en el mejoramiento y la excelencia de los programas de ingeniería del país.

# Contenido

1. **Una administración para el cambio**  
Alberto Ocampo Valencia - Facultad de Ingeniería Eléctrica - Universidad Tecnológica de Pereira
2. **Se necesita el tema de gestión en la ingeniería?**  
Fabio Vidal Holguin - Director División Consultoría Externa - Universidad del Valle
3. **Desarrollo de software educativo para la enseñanza del diseño mecánico en pregrado**  
Jesús David Castañeda - Departamento de Diseño y Procesos - Universidad del Valle
4. **Constructivismo en la enseñanza de la ingeniería: Un proceso viable**  
Américo Calero, Lida Calero, Mariela Orozco - Universidad del Valle
5. **Enseñanza y aprendizaje con base en la autoconstrucción de equipos: Caso mecánico de fluidos en sede de Univalle - Buga**  
Gerardo Cabrera Cifuentes - Facultad de Ingeniería - Universidad del Valle
6. **Autoabastecimiento de laboratorios: Una verdadera revolución**  
Miguel E. Rosillo P. - Facultad de Ingeniería - Universidad del Valle
7. **Propuestas pedagógicas en ingeniería. Existen en realidad?**  
Daniel Arbelaez Rojas y Roberto Behar G. - Departamento de Producción e Investigaciones - U. del Valle
8. **La educación en ingeniería y el proceso de formación de líderes empresariales**  
Rodrigo Varela - Director CDEE - Universidad del Valle
9. **Consultorio tecnológico universitario**  
Ivan Enrique Ramos - Vicedecano de Extensión y desarrollo - Universidad del Valle
10. **Estructuras de clase, orientación motivacional y aprendizaje autorregulado de estudiantes de ingeniería: estudio de un caso.**  
Miguel Angel Sierra Baena - Profesor Ingeniería de Petróleos. Facultad de Minas - Universidad Nacional. de Colombia. Medellín
11. **Gerencia estratégica de informática: evolución y evaluación del programa en Universidad de los Andes**  
Alvaro H. Galvis Panqueva - Profesor Director Gerencia Estratégica de Información  
Olga L. Giraldo de López - Coordinadora Gerencia Estratégica de Informática - Universidad de los Andes
12. **Proyecto Sysmatyco**  
Leonel L. Paloma P. - Fabian F. Serrano S. - Universidad Autónoma de Manizales
13. **La E3T abriendo puertas al constructivismo**  
Gabriel Ordoñez - Julio Augusto Gelves F. - Escuela de Ingeniería Eléctrica - Electrónica y comunicaciones - Universidad Industrial de Santander



# UNA ADMINISTRACIÓN PARA EL CAMBIO

Alberto Ocampo Valencia - Universidad Tecnológica de Pereira

## Resumen.

Para abordar el tema "Educación en Ingeniería. ¿Como hacerla?", considero se debe tener muy claro cual es la Misión que se le ha encomendado a la Educación Superior en el país y para este caso en particular, cual es el perfil de formación que requiere un ingeniero de cara al siglo XXI.

He titulado la ponencia "Una administración para el cambio", porque son ideas que tuve oportunidad de presentar durante el IV Congreso Nacional de Profesores Universitarios, realizado en la ciudad de Medellín durante los días 20, 21 y 22 de marzo de 1.996, donde consigno la necesidad de tener claramente establecido el "Proyecto Educativo por Programa", para poder realizar una educación con calidad, pertinente y evaluable. Lo anterior, lleva a ser mas objetivos en los instrumentos e indicadores que se deben utilizar en los procesos de autoevaluación y heteroevaluación para la acreditación de los programas.

La ponencia se basa en dos imperativos que tiene la Universidad Colombiana en el momento y que se derivan de la Ley 30 de 1.992 :

- 1- Modernización de la Educación Superior.
- 2- Acreditación institucional y por programas.

Para el primero se requiere iniciar un proceso de reflexión y análisis teniendo claro la Misión que se le ha encomendado a la Universidad - Facultad - Programa, y cómo cada institución se organiza para cumplirla de manera eficiente y eficaz.

Para lo segundo se debe entender que la evaluación (autoevaluación), es solamente una etapa del llamado "Proceso administrativo" el cual comprende las etapas de planificación, organización, ejecución, evaluación y control ; de esta manera se entiende que la acreditación no es un fin en si mismo, sino parte de un proceso organizado para el cumplimiento de una Misión.

A manera de conclusión en este resumen, el trabajo pretende mostrar que la formación en profesiones es solo una de las funciones de la Universidad y ésta habia centrado todos sus esfuerzos en ella, pero que un concepto moderno del quehacer universitario debe centrarse en el desarrollo del conocimiento como insumo fundamental para ofrecer una docencia y servicio a la sociedad de calidad y acorde con las demandas del país. Esto se logra teniendo un concepto comprehensivo de la Misión encomendada y de la organización institucional para alcanzarla.



## 1. ANTECEDENTES

Para reflexionar sobre el tema: "Educación en Ingeniería. Cómo hacerla?", es importante recordar como surgieron los programas de ingeniería en Colombia, especialmente a finales de los años 50's y principio de la década del sesenta, donde se implementaron éstos más como una estrategia de desarrollo, que como producto de la sistematización del conocimiento adquirido a través de la investigación científica y tecnológica, que hubiesen elaborado algunos de nuestro hombres de ciencia. Es así, como la mayoría de los programas de ingeniería fueron adaptaciones de algunos de los programas de los más importantes institutos tecnológicos de la época en Estados Unidos.

Lo anterior, no se puede considerar como antecedente negativo en la formación de ingenieros en Colombia, pero si ha ocasionado ciertas dificultades cuando enfrentamos reformas curriculares de programas cuyos objetivos se dieron exógenos a un proceso normal de desarrollo y no producto de las exigencias del medio en correspondencia con el desarrollo científico y tecnológico del país.

La Educación Superior en Colombia, en el momento, debe atender a exigencias de dos tipos: una de tipo legal donde el Estado a través de la Ley 30 de 1992 y el Decreto 2904 de 1994, entre otras normas, trata de encauzar la Educación Superior para el cumplimiento de su función social, como es la de colocar el conocimiento al servicio y para el desarrollo de la sociedad; y por otro lado, los estamentos de la sociedad reclamando que dichos conocimientos estén acordes con el desarrollo y avances tecnológicos, en el caso de las ingenierías, para responder de manera efectiva a los retos que la globalización de la economía nos impone.

Por lo tanto dos imperativos de acción se plantean a la Comunidad Universitaria.

- Modernización de la Educación Superior.
- Acreditación institucional y por programas.

## 2. ENFOQUE DE GESTION ESTRATEGICA

De lo planteado en artículo 6 del Decreto 2904 de 1994, donde se menciona que: para la autoevaluación, la institución partirá de su propia definición de su Misión y Proyecto Educativo; nos hace pensar que al interior de las instituciones se debe dar un cambio en los esquemas administrativos y de gestión. Pues, los términos mencionados anteriormente implican conceptos de dirección estratégica, donde se busca que las instituciones sean proactivas en vez de reactivas en la formulación de su quehacer de mediano y largo plazo.



14. Propuesta metodológica para la enseñanza de las ciencias de la ingeniería, V. gr. fenómenos de transporte  
Alvaro Ramírez, Sonia Giraldo y Clemente Retamoso - Escuela de Ingeniería Química - Universidad Industrial de Santander
15. Filosofía de la orientación académica y de la reforma curricular en la Escuela de Ingeniería Eléctrica - Electrónica y de comunicaciones de la Universidad Industrial de Santander.  
Alirio Cala Vecino - Escuela de Ingeniería Eléctrica - Electrónica - Universidad Industrial de Santander.
16. El desarrollo moral y la formación universitaria  
Yolima Beltrán - Universidad Industrial de Santander
17. Expansión de servicios docentes del laboratorio de hidráulica - una nueva perspectiva pedagógica  
Julio César Cañon Rodríguez - Departamento de Ingeniería Civil - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá
18. Comparación de algunos modelos de acreditación nacionales e internacionales  
Ernesto Abril, Felix Hernández, Fernando Herrera, Jaime Malpica, Marcelo Riveros y Jaime Salazar - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá
19. De la reelaboración del conocimiento a la generación de conocimiento nuevo mediante educativa e inteligencia artificial  
Alfonso Pérez Gama - Profesor Titular EIDOS - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá
20. Aspectos pedagógicos de la síntesis y el diseño en ingeniería  
Luis Ernesto Ruiz - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá
21. La formación integral del profesional de ingeniería química  
Angela Quintero Torres - Ingeniera Química - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá
22. Tiene porvenir la ingeniería tradicional  
Ernesto Córdoba N. - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá
23. Conceptualización y autonomía en la enseñanza de la ingeniería  
Antonio Mejía U. - Ingeniería Eléctrica - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá
24. El desarrollo de la creatividad en ingeniería  
Guillermo García - Profesor Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia - Bogotá
25. Hacia un modelo pedagógico en ingeniería  
Hector Polania Rivera, María del Carmen Peña - Facultad de Ingeniería - Universidad del Quindío
26. Formación en Ingeniería  
Pablo Grech M. - Decano Facultad de Ingeniería - Pontificia Universidad Javeriana - Cali
27. Productividad y calidad: mitos y leyendas del pasado, soledad y angustia del presente  
Eduardo Triana Moyano - Facultad de Ingeniería de Sistemas - Universidad Antonio Nariño

28. Del mantenimiento a la simulación una experiencia de cambio curricular  
Sandra J. Hernández, Herbert Martínez y Francisco Ortiz - Facultad de Ingeniería Electrónica - Universidad Antonio Nariño
29. La motivación como elemento fundamental para el desarrollo de procesos pedagógicos innovadores  
Luis E. Guayan V. - Universidad Antonio Nariño
30. Perfil profesional del ingeniero industrial  
Guillermo Restrepo G. - Ingeniería Industrial - Universidad de Antioquia
31. Marco para el desarrollo curricular en las ingenierías basado en proyectos académicos.  
Germán Urrego Giraldo - Departamento de Ingeniería de Sistemas - Universidad de Antioquia
32. Propuesta curricular basada en proyectos académicos para la carrera de ingenierías de sistemas  
Germán Urrego Giraldo - Departamento de Ingeniería de Sistemas - Universidad de Antioquia
33. Modelos pedagógicos para la ingeniería del Siglo XXI  
Gabriel Arismendy Franco - Universidad de Antioquia
34. Experiencias de la creación de un programa de ingeniería electrónica  
Zosimo Arévalo - Director del Departamento de Ingeniería Electrónica - Corporación Universitaria de Ibagué.
35. Desarrollo humano, endogenación y sinergia: fundamentos para la formación del ingeniero colombiano.  
Emilio Javier Moncayo - Universidad Mariana
36. Reingeniería humanista del ingeniero  
Vicente Delgado - Universidad Mariana
37. Ingeniar: un proceso pedagógico innovador  
Eduardo Velásquez - Profesor titular. Facultad de Ingeniería - Universidad Pontificia Bolivariana
38. Términos para facilitar el aprendizaje  
Luciano Gailon Londoño - Facultad de Ingeniería Eléctrica - Electrónica
39. El Sistema de Acreditación y Asesoría para Programas de Ingeniería -SAAPI- y su impacto en el medio colombiano.  
Victoria Beatriz Durán, Yolima Beltrán, Alvaro Recio y Guillermo Rodríguez - Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-
40. Proyecto educativo del programa de ingeniería de sistemas de la Universidad del Norte  
José Rafael Capacho - Ingeniería de Sistemas - Universidad del Norte
41. Innovación curricular en la formación de ingenieros civiles.  
Héctor Gallegos - Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas -UPC-
42. Aplicación de un modelo de proceso a la carrera universitaria  
Jorge E. Tarazona B. - Decano Facultad de Ingeniería de Sistemas - Escuela Colombiana de Ingeniería



43. **La educación: una empresa de servicio?**  
Alfonso Meléndez - Facultad de Ingeniería de Sistemas - Escuela Colombiana de Ingeniería
44. **Cambio de paradigmas en la educación**  
Carlos Ardila - Escuela Colombiana de Ingeniería
45. **Proyecto de educación semipresencial en ingeniería industrial**  
Rafael García L y Carlos Muñoz R. - Facultad de Ingeniería - Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá
46. **Los ingenieros y el deterioro de la infraestructura moral en Colombia**  
Carlos Julio Cuartas - Asesoría de Planeación - Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá
47. **Educación en ingeniería Cómo la hacemos?**  
Gerardo Jiménez Zambrano, Marlene Benavides Pérez - Facultad de Ingeniería. Universidad Libre

Este enfoque de gestión se puede definir de manera gruesa en tres etapas: formulación, ejecución y evaluación de estrategias.

La formulación de estrategias puede definirse como el proceso conducente a la fijación de la Misión institucional, en la cual se explicitan los alcances que se propone como institución del saber y a su vez lo que la distingue de otras de su género.

Se requieren tres actividades importantes para el logro de la formulación de objetivos: investigación, análisis y toma de decisiones.

La investigación debe darse con el objeto de establecer a nivel interno, las fortalezas y debilidades, y a nivel externo las oportunidades y amenazas, luego se realizan los análisis que comparan factores internos y externos, permitiendo plantear así objetivos y metas. Aprovechando de forma efectiva las fortalezas, tratando de vencer sus debilidades, sacando provecho de las oportunidades externas y evitando o contrarrestando las amenazas del medio.

Después de la formulación de las estrategias, la siguiente etapa es la ejecución de las mismas, que consiste en tres actividades esenciales: fijación de metas, de políticas, y asignación de recursos.

La ejecución de las estrategias es la etapa más difícil en el proceso de gestión, pues requiere de la motivación y el empeño de todos los actores involucrados en la iniciativa de acción para el logro de una meta.

La tercera fase del proceso es la evaluación, donde se comparan los alcances reales con respecto al logro de las metas y objetivos previamente establecidos. La evaluación de estrategias en una etapa crítica debido a que los factores internos y externos sufren cambios. Las instituciones exitosas se anticipan y se adaptan a los cambios en forma rápida y efectiva.

Con fundamento en lo anterior, se entiende que la autoevaluación y la acreditación no deben ser un fin en sí mismas, sino parte de un proceso organizado para el cumplimiento de una Misión.

La Ley 30 de 1.992, en su artículo 19 establece lo siguiente:

"Son universidades las reconocidas actualmente como tales y las instituciones que acrediten su desempeño con criterio de universalidad en las siguientes actividades: la investigación científica o tecnológica, la formación académica en profesiones o disciplinas; y la producción, desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura universal y nacional".

Como se mencionó al comienzo, las facultades de ingeniería surgieron con un objetivo fundamental y era la formación de profesionales en esta área, es decir, su quehacer centrado en la docencia con un bajo perfil de desarrollo en investigación y extensión.

La declaración con fuerza de Ley, donde el Estado define lo que reconocerá como Universidad, implica que el eje del quehacer académico se centrará en el desarrollo del conocimiento y cómo éste se pone al servicio de la sociedad mediante una docencia y proyección social de calidad. Es decir, debe haber un mayor equilibrio entre la investigación, la docencia y la extensión; y así debe reflejarse en el proyecto académico institucional.



En las instituciones de Educación Superior, se deben liderar procesos de dirección que induzcan al cambio, llevando las etapas del proceso de gestión estratégica del nivel institucional, al nivel de facultad o de división y de éste al nivel de programas, considerando éstos como de investigación, docencia, proyección social o de extensión, de bienestar, etc. Haciendo de la gestión un proceso integral y participativo.

Es decir, la etapa de formulación debe llevar a explicitar las misiones, objetivos, estrategias, metas y políticas a nivel institucional, por facultades o divisiones y por programas, dirigido todo a alcanzar los grandes propósitos institucionales.

El siguiente paso, es analizar si la estructura organizativa y la normatividad ponen la administración al servicio de la academia, otro de los puntos críticos de la gestión universitaria, para continuar con la asignación de recursos y luego proceder a ejecutar lo planeado. Debe mantenerse una evaluación continua y permanente de los objetivos y metas, mediante indicadores y estándares que son los que dan la pauta de los alcances y logros de la institución respecto a sus propósitos.

### 3. REFERENTES PARA PROGRAMAS DE INGENIERIA

El establecer un proyecto educativo en ingeniería depende tanto, de factores externos como internos. Factores externos como: el desarrollo científico y tecnológico, la globalización de la economía, planes de desarrollo nacionales y regionales, demandas de los sectores productivos, etc; en cuanto a los factores internos, se deben analizar las fortalezas y debilidades de la institución que permitan evaluar objetivamente los actores y elementos que intervienen en dicho proyecto, para elaborar un perfil de formación que sea alcanzable, pertinente y evaluable en las metas propuestas.

Para desarrollar un proyecto educativo es importante tener en cuenta algunos referentes reconocidos casi universalmente, en este caso en particular de formación en ingeniería, por ejemplo, el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACFI) de México, adoptó la siguiente concepción de ingeniería:

"La ingeniería se considera como una profesión que a través del conocimiento y aplicación de las matemáticas y las ciencias naturales, integradas con el estudio, la experiencia y la práctica, desarrolla un conjunto de métodos que utilizan y transforman los materiales y fuerzas de la naturaleza con economía y respeto al medio ambiente, en beneficio del ser humano".

Visiones de este tipo son las que ayudan a dar claridad en el momento de plantear objetivos de formación en un campo específico de la ingeniería.

Respecto a las metas y políticas que se establezcan para un proyecto educativo, se deben dar en términos específicos, que propongan acciones concretas, por ejemplo:



- Los contenidos de las asignaturas deberán revisarse permanentemente y el plan de estudios cuando menos una vez cada cinco años.
- No es recomendable exceder de 20 horas a la semana el tiempo dedicado a las clases teóricas, con el objeto de hacer más eficiente el proceso enseñanza aprendizaje y fomentar el estudio individual.
- El plan de estudios tendrá un grado de flexibilidad adecuado para adaptarse a los cambios tecnológicos; etc.

Enunciados como los anteriores, deben expresarse como criterios con los cuales se debe elaborar el programa. También es importante mencionar las condiciones de competencia, calidad, integridad, eficiencia y eficacia que requieren los actores y elementos que intervienen en un proyecto educativo para alcanzar los objetivos esperados.

Es decir, se debe establecer un marco de referencia que sirva de guía de acción y a la vez como criterio para establecer indicadores a utilizar en el proceso de evaluación. Se debe evaluar: personal docente, alumnos, plan de estudios, proceso enseñanza-aprendizaje, investigación, infraestructura, extensión y difusión del conocimiento, administración del programa, resultados e impacto

El proceso de evaluación debe apoyarse en indicadores y estándares que, mediante un monitoreo permanente, permitan crear una cultura del mejoramiento continuo y alcanzar metas de calidad acordes con las exigencias de la sociedad.

#### **4. A MANERA DE CONCLUSION**

Los dos imperativos de acción que se le plantean a las instituciones de educación superior, exigen de éstas un cambio de su modelo administrativo hacia procesos de dirección estratégica, donde el establecimiento expreso y concreto de las misiones, objetivos, estrategias, metas y políticas en los distintos niveles de la organización den una visión coherente de los grandes propósitos institucionales

Se deben tener en cuenta los factores externos e internos que condicionan las funciones que puede cumplir una institución de educación superior, debiéndose comprometer con aquellos propósitos que realmente pueda cumplir con eficiencia, eficacia y calidad. Pues de lo contrario, puede crear falsas expectativas que se revierten posteriormente en contra de la institución.

Respecto a los proyectos educativos en ingeniería, requieren de un análisis detallado de los factores que influyen en éstos, para establecer perfiles de formación que sean pertinentes con las condiciones y necesidades actuales de la sociedad. Pues, es el medio el que influye en las



características cognitivas y actitudinales requeridas en determinado momento de desarrollo de un país.

El criterio de calidad de los programas de ingeniería debe establecerse respecto a un marco de referencia previamente establecido y aceptado por la comunidad académica. Dicho referente debe servir de guía para establecer los indicadores y estándares con los cuales se van a evaluar los índices de calidad y logros de un programa.

El marco de referencia debe establecerse respecto a: personal docente, alumnos, plan de estudios, proceso enseñanza aprendizaje, investigación, infraestructura, extensión y difusión del conocimiento, administración del programa y resultados e impacto.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] DAVID, FRED R. "La Gerencia Estratégica". LEGIS. Octava reimpresión 1.994.
- [2] "Marco de referencia para la evaluación". CACEI, México. Octubre de 1.994.
- [3] Ley 30 de 1.992
- [4] Decreto 2904 del 31 de diciembre de 1.994

# ¿ SE NECESITA EL TEMA DE *GESTIÓN* EN LA INGENIERÍA ?



Autor : Fabio Vidal Holguín  
Ingeniero Electricista  
Profesor Universidad del Valle \¹

<i>RESUMEN</i>	1
1. <i>CONCEPTOS PARA LA ACCIÓN</i>	2
2. <i>ESTRATEGIAS DE GESTIÓN</i>	4
2.1 La Gestión Tecnológica	4
2.2 La Gestión de Proyectos	5
3. <i>REFLEXIONES</i>	6
4. <i>CITAS Y BIBLIOGRAFÍA</i>	6

## RESUMEN

El autor presenta un análisis de los conceptos involucrados dentro del vocablo *Gestión*, relacionados con la función moderna del Ingeniero : **Gestión de Investigación, Gestión de Tecnología y Gestión de Proyectos** ; hace explícita la necesidad de introducir en la formación del Ingeniero la herramienta de **Gestión**, diferenciando la dinámica y racionalidad de estos tres aspectos funcionales.

Analiza algunas estrategias de acción para las diferentes dinámicas de **Gestión** y presenta una propuesta para inducir una nueva cultura en el Ingeniero, frente a retos del siglo XXI, en modernidad y competitividad dentro del mercado global y el retorno del empresario de los países en desarrollo a la corriente de la **innovación**, única estrategia de supervivencia de los actuales sectores productivos.

Finalmente, presenta reflexiones que promueven la acción por parte de los organismos académicos responsables del desarrollo y reestructuración de los currículos de Ingeniería en Colombia.



## 1. CONCEPTOS PARA LA ACCIÓN

El concepto general de **Gestión**, entendido como la **capacidad de hacer y lograr**, generara procesos pedagógicos innovadores, derivados de la apertura hacia una nueva cultura del Ingeniero, al considerar su entorno como el medio con el que continuamente tiene intercambios y – he aquí la innovación – al que debe aprehender para poder modelar. Es decir, dentro de esta nueva cultura de la **Gestión**, el Ingeniero es un escultor de su entorno.

Claro que también el tema de **Gestión** irrumpe con extraordinaria fortaleza, propiciando – mejor forzando – un cambio en los currículos, construyendo un proceso de aprendizaje mucho mas creativo y activo ; esto se muestra tangible, cuando el estudiante de ingeniería descubre –inmerso dentro de la cultura de **Gestión**–, que puede hacer cosas, que puede promover que otros las hagan, y por lo tanto, que puede lograr objetivos concretos y reales.

Con certeza, el tema de productividad y calidad de la educación en Ingeniería, cuenta con una potente herramienta, a través de la idea de **Gestión** dentro de la concepción de formación del Ingeniero, abriendo tres campos de análisis y aplicación :

**Gestión de la Investigación,  
Gestión de la Tecnología y  
Gestión de Proyectos.**

En estos tres campos se enmarcan las actuales estrategias de modernización industrial y de re-ingeniería; del retorno del empresario hacia los caminos de la innovación; de la competitividad internacional a través del desarrollo tecnológico; de la necesidad del país de lograr una masa crítica y supra-crítica de investigadores que puedan dar soporte al avance tecnológico; y la incontrovertible necesidad de crear una cultura con capacidad de manejo de estos nuevos retos, es decir, de construir una verdadera **capacidad de Gestión**, pero no sólo referida a la capacidad administrativa de los buenos empresarios, sino una capacidad de gestión particular, para el desarrollo de la investigación, para la gerencia de proyectos y para la gerencia del desarrollo tecnológico, capacidades que conllevan dinámica y racionalidad específicas, diferentes a la dinámica y racionalidad de la administración general, sin las cuales, los Colombianos seremos siempre débiles y nos mostraremos en desventaja frente a la capacidad de negociación internacional. La diferenciación para la acción, parte de la misma conceptualización de cada uno de los campos; repasemos rápidamente los conceptos mas profundos y prácticos de cada uno de ellos :

El campo de la **Investigación**, nos introduce en procesos para encontrar y desarrollar nuevos conocimientos, incrementando el acervo científico, por el conocimiento mismo, -con o sin una finalidad utilitaria definida-. Es explicable que dentro de este campo, absolutamente imprescindible como base de muchos desarrollos e innovaciones de los sectores productivos de punta, la lógica de acción acepte importantes holguras que en otros campos no podrían aceptarse.

El campo de la **Tecnología**, del **Desarrollo Tecnológico**, nos introduce en procesos que parten de conocimientos generados en la investigación y también generados empíricamente, para poder



dar uso comercial a los conocimientos científicos.<sup>2</sup> Por ser un proceso íntimamente relacionado con las estrategias de Mercado, pero a su vez relacionado con procesos de creación, genera una dinámica particular y bastante diferente a la utilizada para la gestión de la investigación.

Por su parte, el campo de la **Gestión de Proyectos**, diferente a los campos de gestión de tecnología y de gestión de investigación, -por ejemplo en proyectos de consultoría, de inversión, de asistencia, de ingeniería, de desarrollo-, nos presenta procesos que consisten en *la búsqueda ordenada y metódica de soluciones inteligentes a problemas que satisfagan necesidades humanas en un contexto social*.<sup>3</sup> Este concepto, desarrolla tecnologías administrativas que dan origen a procesos de gestión bastante diferenciados de los anteriores y con una racionalidad propia y específica.

Según estos planteamientos, entendemos entonces que sin un conocimiento profundo de estas realidades de **gestión**, temas que anteriormente no se habían diferenciado, el profesional y en nuestro caso particular el Ingeniero, adolecerá de la infraestructura académica personal necesaria para liderar con éxito tales procesos, los que en países desarrollados han sido identificados y diferenciados y que han constituido una de las fortalezas de **capacidad de gestión** importantes, frente a nuestros representantes empresariales públicos y privados.

Tratando de caracterizar y de contrastar las principales diferencias en la racionalidad de los procesos de gestión en estos campos, se presenta el siguiente cuadro :

<b>CARACTERIZACIÓN Y CONTRASTE DE CUATRO CONCEPTOS DE GESTIÓN</b>				
<b>TEMA</b>	<b>GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>GESTIÓN DE TECNOLOGÍA</b>	<b>GESTIÓN DE PROYECTOS</b>	<b>GESTIÓN EMPRESARIAL</b>
<b>Objetivo básico</b>	Creación de conocimiento	Utilización comercial y productiva	Solución de problema, satisfacer necesidades	Obtener utilidades
<b>Legislación mas aplicable</b>	Leyes de C&T	Leyes de C&T, códigos de comercio	Leyes de contratación, códigos de comercio	Código de comercio, leyes laborales
<b>Recurso Tiempo</b>	No imperativo, preferible resultados	Imperativo, depende del mercado	Imperativo, contractual	Imperativo pero fragmentado
<b>Cláusulas de incumplimiento</b>	No aplicables	Aplicación relativa	Aplicación forzosa	No aplica
<b>Autoría</b>	Propiedad Intelectual	Propiedad Industrial	En general no aplica	No aplica
<b>Capital</b>	A riesgo, por lo general estatal	Riesgo controlado, por lo general privado	Mínimo riesgo, privado y estatal	Mínimo riesgo, privado y estatal
<b>Inversión</b>	No sugiere rentabilidad	Indispensable rentabilidad	Resultados por lo general no financieros	Indispensable rentabilidad
<b>Presupuestos</b>	Holgura de acuerdo con resultados	Holgura relativa de acuerdo al resultado	Holgura inexistente	Holgura bajo pérdidas
<b>Sistema de costeo</b>	Laxo en costos directos; indirectos y utilidad inexistentes	Dependiente del mercado; utilidades por regalías	Estrictos, reembolsables, utilidades calculadas	De producción
<b>Base de costos</b>	Know-how científico	Know-how comercial	Horas-hombre	Valor agregado



CARACTERIZACIÓN Y CONTRASTE DE CUATRO CONCEPTOS DE GESTIÓN				
TEMA	GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN	GESTIÓN DE TECNOLOGÍA	GESTIÓN DE PROYECTOS	GESTIÓN EMPRESARIAL
Duración	Sigue los resultados	Variable con resultados	Fija	Indefinida
Resultado nulo	Permitido, justificado	Inaceptable, justificable	Inaceptable	Inaceptable
Relaciones intra-equipos	De consenso, horizontales	Jerárquicas, consenso relativo	Jerárquicas, verticales	De consenso, vertical y horizontal
Vida útil	Cuasi permanente	A la inserción exitosa en el mercado	A la entrega del informe	Indefinida, resultados anuales
Beneficiario	Clásica indefinición	Usuario, Sector productivo	Sector problema	Socios
Panorama económico	No relacionado directamente	Puede ser inmenso, dependiendo de resultados	Limitado a la relación contractual	Según presupuestos
Transferencia de conocimiento	Limitada, Relativa	Amplia, si se busca	Aplica poco	No aplica
Nivel de Gestión : antes, durante y posterior al proyecto	[+]    [—]    [0]	[+]    [+]    [—]	[+]    [+]    [—]	No aplica

## 2. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN

Como se puede analizar a partir del anterior cuadro, deberán existir estrategias para la gestión exitosa en cada uno de los campos analizados; un grave error que se ha venido cometiendo en nuestro sistema curricular ha consistido en no haber diferenciado los conceptos y haber dado una formación plana y estandarizada a nuestros Ingenieros, en cuanto a la forma de acometer las funciones profesionales de administración en los diferentes campos de su actividad profesional.

Como un abrebocas a lo que podrá considerarse para desarrollar temáticas dentro de la formación del Ingeniero, considero que los campos de **Gestión** en donde con mayor propiedad se podrá inducir a nuestros profesionales para desarrollar su actividad, recaen sobre las estrategias de gestión de la tecnología y de los proyectos. Los otros dos campos, aunque son de similar importancia, puede pensarse que pertenecen a otros caminos de formación.

### 2.1 La Gestión Tecnológica

Una de las áreas estratégicas para las facultades de ingeniería, identificadas en la Universidad del Valle por su actual Decano es la del desarrollo tecnológico y la vinculación decidida con el medio empresarial<sup>4</sup>, para lo cual, se hace indispensable proveer las herramientas de formación en gestión de tecnología, única forma eficaz de proveer una capacidad administrativa específica en áreas que apoyarán la innovación industrial y la transferencia tecnológica cuyo proceso complejo de apropiación se muestra —a manera de ejemplo— en la siguiente figura, y nos indica

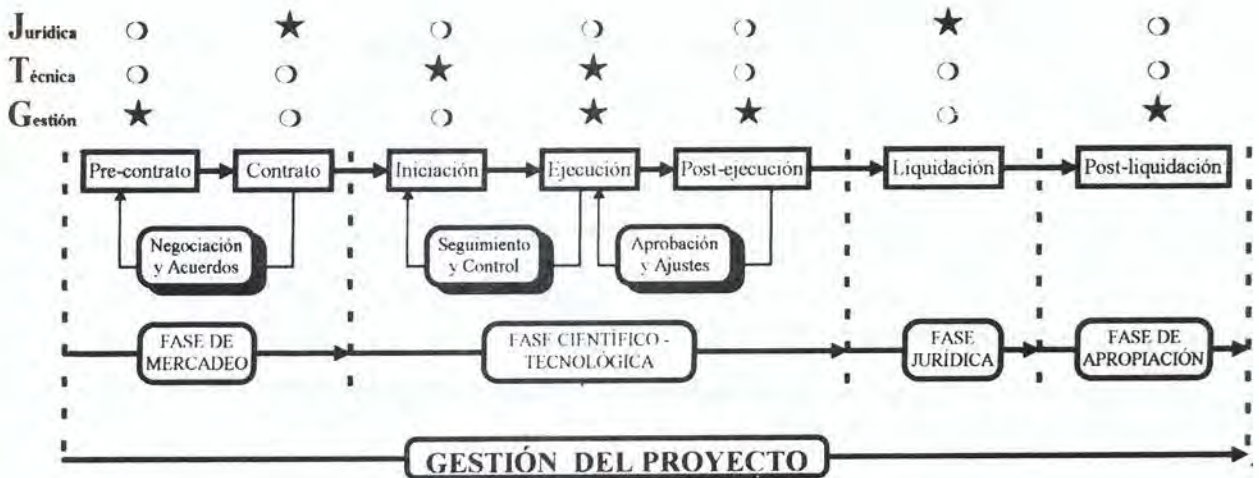


el campo tan específico en donde nuestros ingenieros deberán moverse y ejercer sus capacidades de gestión : \<sup>5</sup>



## 2.2 La Gestión de Proyectos

Este campo es quizás el que posee mayores oportunidades para renovar el currículo del Ingeniero y erigir caminos que solidifiquen la formación administrativa hacia campos de su interés. Actualmente la Universidad del Valle a nivel de postgrados, está introduciendo cursos de muy buen nivel en este campo. Sin embargo, a nivel de formación de pregrado todavía hay mucho por hacer. La racionalidad y las herramientas metodológicas para la gestión de proyectos están de avanzada actual en el mundo ; es imperativo facilitar al ingeniero una formación que le permita aproximarse a desarrollar actividades dentro de la logística mostradas como ejemplo, en el próximo gráfico :



CICLOS EN LA GESTIÓN DE UN PROYECTO



### 3. REFLEXIONES

Con base en estas consideraciones, aparece la necesidad de introducir en la formación del Ingeniero, el área de **Gestión**, primeramente para el pregrado y apoyada también con cursos de postgrado para quienes tengan la necesidad de fortalecer su formación con dicha herramienta.

La agenda exacta para dicha área, dependerá de la forma como cada Universidad tienen organizados sus programas; en general, se considera más conveniente que al estudiante se le induzca en las metodologías de Gestión a partir del quinto semestre de su carrera, de tal forma que haya consistencia, avance y mayor profundidad progresiva hasta sus últimos semestres. Será una labor de concientización de los directivos para promover y realizar los cambios necesarios.

Algunos de los temas relacionados con los aspectos de Gestión pueden ser los siguientes, los que se listan sin detallar y sin que el orden de presentación sea significativo, por la necesaria comprensión de este documento :

- Gestión de proyectos tecnológicos
- Programación de Proyectos
- Evaluación de Proyectos
- Control de Proyectos
- Software específico de Gestión de Proyectos
- Transferencia de Tecnología
- Metodología de la Investigación
- Sistemas de costeo en Proyectos
- Sistemas de costeo en Desarrollos Tecnológicos
- Negociación de Tecnología
- Aspectos jurídicos de contratación de Proyectos
- Aspectos jurídicos de contratos de Transferencia de Tecnología
- Propiedad Intelectual
- Sistemas de Patentes. Propiedad Industrial, Marcas, etc.

### 4. CITAS Y BIBLIOGRAFÍA

<sup>1</sup> Las opiniones del autor, no reflejan necesariamente una posición institucional.

<sup>2</sup> BID-SECAB-CINDA *Bibliografía comentada y glosario de términos de Gestión Tecnológica*. Colección Ciencia y Tecnología, N°28, Santiago de Chile, Octubre de 1990

<sup>3</sup> FABIO VIDAL H., curso de postgrado *Programación y Seguimiento de Proyectos, Tema 1 : Marco Conceptual*, Universidad del Valle, Cali, Febrero de 1996

<sup>4</sup> IVÁN RAMOS, *Plan de Trabajo. Decanatura de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle*, Cali, Marzo de 1996

<sup>5</sup> FABIO VIDAL H., *Gestión de Proyectos de Transferencia de Tecnología*, Universidad del Valle, Cali, Febrero de 1996

# DESARROLLO DE SOFTWARE EDUCATIVO PARA LA ENSEÑANZA DEL DISEÑO MECANICO EN PREGRADO

**Autor:** JESUS DAVID CASTAÑEDA A., Ing. Mecánico MSc.  
Ciudad Universitaria Meléndez, Edificio 351  
Universidad del Valle  
E-mail: castanhe@petecuy.univalle.edu.co

**Coautor:** Carlos Alberto Santamaría, Est. Ingeniería Electrónica  
E-mail: carsant@petecuy.univalle.edu.co

## RESUMEN

El advenimiento del computador es un avance que produce consecuencias de grandes alcances para el diseño mecánico. Desde sus inicios, los computadores se han empleado y se siguen empleando para el dibujo, análisis y simulación del comportamiento de los elementos de máquinas, ya que lo hacen con rapidez, exactitud y sin fatiga.

La solución de los ejemplos utilizados para ilustrar los procedimientos para el dimensionamiento de los diferentes elementos de máquinas requiere de la realización de cálculos repetitivos que consumen bastante tiempo y producen cansancio en el estudiante antes de llegar a una solución adecuada.

Para obviar este problema se desarrolló el presente software, constituido por cuatro programas que son: Tornillos de Sujeción, Tornillos de Potencia, Resortes y Engranajes, siendo su propósito fundamental servir como medio de aprendizaje para ayudar a comprender los aspectos relevantes del curso. La alta velocidad de cálculo permite al estudiante explorar una variedad de soluciones potenciales a problemas realistas y extensos, que las que se lograrían al obtener solo las soluciones a través de calculadora.

## 1. INTRODUCCION.

Todo diseño pretende la obtención de un resultado final a través de una acción determinada, a la creación de algo que tiene realidad física. El diseño mecánico es la



creación de objetos y sistemas de naturaleza mecánica : máquinas, aparatos, estructuras, dispositivos e instrumentos.

Las fases del diseño son: Reconocimiento de una necesidad, especificaciones y requisitos, estudio de probabilidades, sistema de diseño creativo, diseño preliminar y desarrollo, diseño detallado, construcción del prototipo, diseño para producción y producto final.

La síntesis de diseño creativo es la etapa donde a través de ideas, conceptos nuevos y antiguos se proponen alternativas de posibles soluciones que satisfagan el conjunto de requisitos y especificaciones exigidos por el problema planteado. Al final de esta etapa se escoge la solución más conveniente.

En la etapa de diseño preliminar se detallan los resultados de la síntesis del diseño creativo mediante dibujos, con objeto de validar los requisitos de tamaño y funcionalidad de las especificaciones.

Durante el diseño detallado se realiza el dimensionamiento de todos los componentes individuales, tanto de las fabricados como de las que se comprarán, que constituyen el dispositivo final. A fin de obtener esta información, el ingeniero de diseño, trabajando con esquemas preliminares, deberá dimensionar las partes, escoger los materiales, especificar los componentes comerciales, etc.

Para hacer más eficiente y fácil la tarea de dimensionamiento se desarrolló el software "Diseño" con el cual se pueden dimensionar los elementos de máquinas más comunes como son: Engranajes, Tornillos de sujeción, Tornillos de Potencia y Resortes, que son temas de estudio en los cursos de diseño mecánico en los programas de Ingeniería Mecánica.

## **2. DESARROLLO DEL SOFTWARE.**

El software desarrollado está constituido por cuatro programas: Tornillos de sujeción, tornillos de potencia, resortes y engranajes. Su propósito fundamental es servir como medio de aprendizaje para ayudar a comprender los aspectos relevantes de la asignatura "Diseño de Elementos de Máquinas" que cursan los estudiantes del programa de Ingeniería Mecánica. Están elaborados con base en la teoría presentada en los textos clásicos de "Diseño de Máquinas".

La alta velocidad de cálculo permite al estudiante explorar una variedad de soluciones potenciales a problemas realistas y extensos, que los que se lograrán al obtener solo las soluciones a través de calculadora.

## **3. REQUISITOS DE HARDWARE.**

El software opera en cualquier computadora con sistema operacional MS-DOS que sea compatible con IBM; se requiere 512 KB en memoria RAM y se necesita una unidad de diskettes de 3 ½ pulgadas. La salida de gráficos requiere mínimo una capacidad de emulación gráfica IBMCGA. La salida de texto se logra con cualquier impresora. El

disco flexible suministrado con el software es uno de 3 ½ pulgadas, alta densidad y 1.4 MB.

#### 4. COMO CORRER EL SOFTWARE.

Cada disco contiene un menú denominado “MANEJADOR DE SOFTWARE DE DISEÑO”, con el cual puede ejecutar los programas directamente de la Unidad A:> o grabar en el disco duro con la opción 5 “Instalación del Software”.

El software corre de la siguiente manera: inserte el diskette en la unidad A o B de su computador, según sea el caso. Dirija la computadora a la Unidad seleccionada escribiendo C:>A:. Luego digite A:>C\DIS pulse enter, aparecerá A:>DIS.

Escriba DIS y pulse enter. Aparecerá en la pantalla el menú “MANEJADOR DE SOFTWARE DISEÑO”, figura 1.

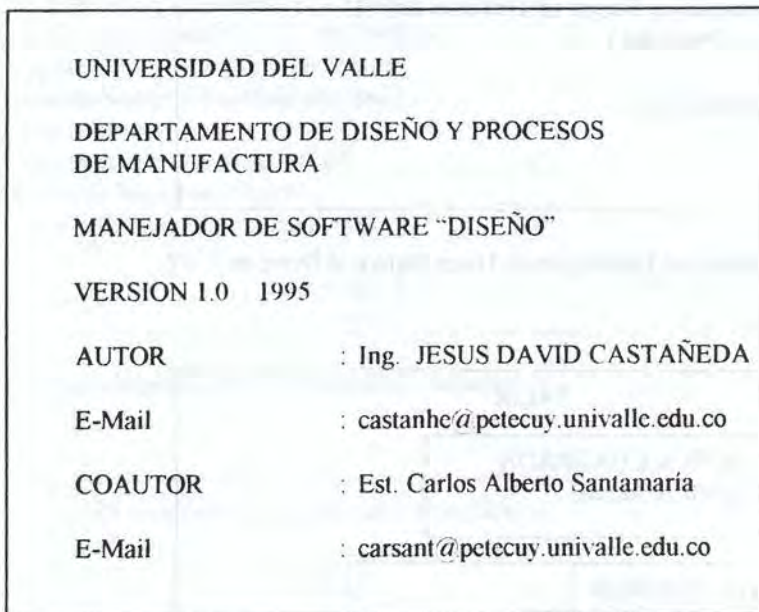


Figura 1. Menú Principal a través del cual se accesan los diferentes programas del Software.



## 5. EJEMPLO.

Para ilustrar el software se escoge la opción 2 del menú principal "Diseño de Tornillos de Potencia". Al escoger la opción 2 aparece el menú principal. Con F10 accesa el programa y con F2 volverá al menú "MANEJADOR DEL SOFTWARE". Al pulsar F10 el curso se sitúa en "MENU". Presione enter y aparecen dos opciones de diseño: Rosca Acme y Rosca Cuadrada, cada una de ellas con subdivisiones: Tensión, comprensión, carga estática y carga de fatiga. Cada opción se accesa pulsando enter, figura 3. Una vez se ha seleccionado la opción para el diseño se procede al ingreso de datos por medio del teclado, figura 4.

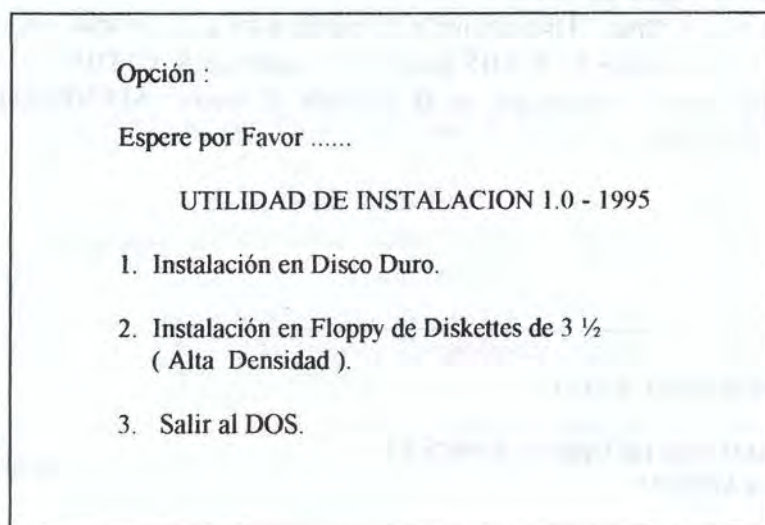


Figura 2 Menú de Instalación al Disco Duro o al Drive de 3 1/2.

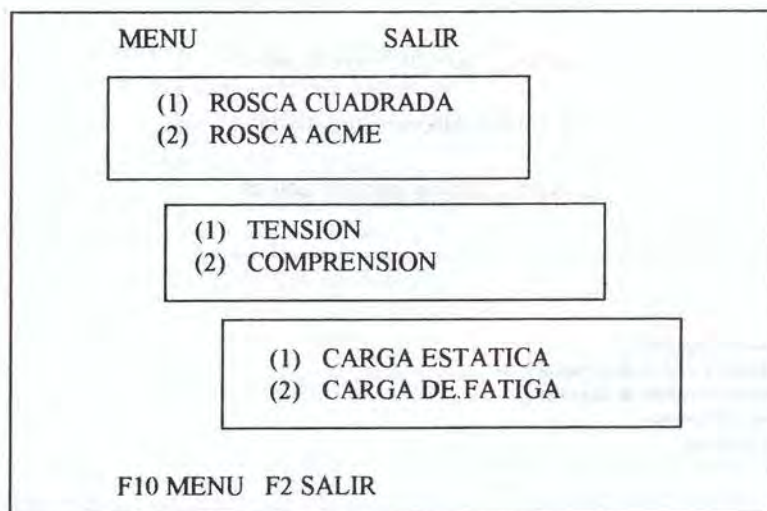


Figura 3 Opciones de Diseño de Tornillos de Potencia.

**CONDICIONES DE DISEÑO**

- \* Material del tornillo, mator
- \* Limite de fluencia, Sy
- \* Carga de trabajo, W
- \* Factor de seguridad, N
- \* Coeficiente de fricción entre los filetes del tornillo y la tuerca M
- \* Coeficiente de fricción entre la cabeza del tornillo y la placa, Mc
- \* Factor de servicio, Fs
- \* Esfuerzo admisible a desgaste por contacto, Sadc.
- \* Número de entradas del tornillo, NI
- \* Velocidad de giro del tornillo, m
- \* Eficiencia del tornillo, e

Figura 4. Menú de Entrada de Datos.

**CONDICIONES DE DISEÑO**

Diámetro de Raíz Calculado Dr. (pulg.) : \_\_\_\_\_

Area de raíz calculada Ar. (pulg.<sup>2</sup>) : \_\_\_\_\_

Consulte tabla y Normalice Diámetro

Diámetro Nominal Normalizado (pulg.) : \_\_\_\_\_

Altura del Filete (pulg.) : \_\_\_\_\_

Ancho de la raíz del filete (pulg.) : \_\_\_\_\_

Número de hilos por pulgada : \_\_\_\_\_

Diámetro de Raíz Normalizado (pulg.) : \_\_\_\_\_

Figura 5 Menú para Normalizar el Diámetro del Tornillo.

a.)

El tornillo es de Retención Automática

b.)

El tornillo esta bien diseñado y la tuerca  
resiste el desgaste

Figura 6 Ejemplo de comunicación del programa con el usuario durante el avance del diseño.



Para activar el menú e introducir la información o datos pulse la tecla "TAB". Si la información es la correcta coloque el cursor en "OK" y presione "ENTER".

En caso contrario, pulse "TAB" y ubíquese en el espacio correspondiente para realizar la corrección. La figura 5 muestra el diámetro calculado con base en la información suministrada. Usted debe consultar tablas, según sea el caso, y normalizar el diámetro. Digite la información solicitada para proseguir los cálculos. La figura 6 da información acerca del avance del proyecto. Las dimensiones finales del diseño se resumen en la tabla de resultados, figura 7.

## RESULTADOS

### CONDICIONES DE DISEÑO

Material del Tornillo	:	_____
Carga de Trabajo (lbs)	:	_____
Factor de Seguridad	:	_____
Diámetro nominal del Tornillo (pulg.)	:	_____
Torque Aplicado (lbs.-pulg.)	:	_____
Altura de la Tuerca (pulg.)	:	_____
Velocidad de Giro del Tornillo (rpm.)	:	_____
Velocidad de Avance del Tornillo (pies/min.)	:	_____
Velocidad del Tornillo (pies/min.)	:	_____
Potencia Entrada Tornillo (Hp.)	:	_____
Potencia requerida Motor (Hp.)	:	_____
Desea Imprimir los Resultados (S/N)		_____
		<input type="button" value="OK"/>

Figura 7 Resumen de las Dimensiones del Tornillo de Potencia para las Condiciones de Diseño Estipuladas.

## BIBLIOGRAFIA

- CAICEDO JORGE A., Diseño de Elementos de Máquinas, 1986, Universidad del Valle, Cali
- HALL A., HOLOWENKO A., LAUGHLIN H., Theory and Problems of Machine Design, 1961, Schaum Publishing Co.
- DEUTSCHMAN A., MICHELS W., CHARLES W., Machine Design, Theory and Practice, Macmillan Publishing Co., 1975, Inc. New York.
- CASTAÑEDA JESUS DAVID, Dimensionamiento de Elementos de Máquinas, Universidad del Valle, 1991, Cali.
- CARROLL DAVID, Programación en Turbo Pascal, McGraw-Hill, 1988, México.
- SAND PAUL, Pascal Avanzado, Técnicas de Programación, McGraw-Hill, 1986, México.
- JOGANES L., Programación en Turbo Pascal, McGraw-Hill, 1991, México.

# **CONSTRUCTIVISMO EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA: UN PROCESO VIABLE**

**Américo Calero Llanes, Lida Calero Llanes, Mariela Orozco Hormaza, Universidad del Valle.**

Los buenos docentes, (...) , han practicado mucho de lo sugerido aquí, sin los beneficios de una teoría explícita del conocimiento. Sus enfoques son intuitivos y exitosos y con esta exposición no intentamos que cambien sus formas de desempeño. Sin embargo, el proporcionarles unos fundamentos teóricos que parecen compatibles con lo que hacen, les puede servir para mejorar sus métodos con un enfoque explícitamente constructivista.”

Von Glasersfeld. 1988, p 97.

## **INTRODUCCIÓN**

El enfoque constructivista no se aplica únicamente a los hechos educativos, se trata de una posición filosófica que abarca múltiples campos, dado que su objeto de referencia es la manera como el sujeto humano construye el conocimiento y la manera como el conocimiento se ha transformado a través de la historia de la Humanidad. El constructivismo plantea que todo conocimiento es provisional y por lo tanto deviene historia.

Los principios de la posición constructivista se pueden sintetizar en tres aspectos - el epistemológico, el ontológico y el metodológico - que resumen sus respuestas a las preguntas básicas que la filosofía ha formulado e intentado responder sobre cómo llegamos a conocer:

La pregunta ontológica se formula en términos de: ¿Qué puede ser conocido?

Desde esta perspectiva, el constructivismo propone una posición relativista, que plantea múltiples realidades, socialmente construidas, que no son gobernadas por leyes naturales de tipo causal. La verdad se define en función de las personas que cuentan con mejor información y tiene que ver con el poder de comprender y utilizar dicha información en los marcos de una construcción sobre la



cual existe algún tipo de consenso. Sin embargo, simultáneamente pueden coexistir varias construcciones que cumplan con este criterio.

La pregunta epistemológica plantea: ¿Cuál es la relación del sujeto que conoce con lo que se puede conocer?

El punto de vista constructivista plantea que el investigador y lo investigado están vinculados indisolublemente, de manera, que los hallazgos de la investigación son creados por su interacción en el proceso de la investigación.

La pregunta metodológica se refiere a: ¿Cómo conocemos?

Sobre este punto, el constructivismo propone una metodología hermenéutica que involucra, entre otras cosas, la dialéctica de la crítica, el análisis y la reiteración; procesos que permiten la construcción de conocimiento como producto de la interacción entre lo investigado y el investigador.

Por razones de espacio únicamente nos referiremos en detalle a los aspectos metodológicos, o sea, a los que están directamente relacionados con la enseñanza y el aprendizaje, temas que interesan en esta reunión. Nuestra tarea es explicitar los principios implícitos subyacentes al proyecto de los profesores Cabrera y Rosillo y tratar de establecer el tipo de aproximación que su trabajo tiene con el enfoque constructivista.

El proyecto de estos profesores de ingeniería es producto de una práctica docente. Sin embargo, es necesario diferenciar entre la práctica y la gramática de la práctica. Esta última exige la explicitación, en el dominio simbólico, de los principios que la orientan. Dicha explicitación permite reflexionar sobre los elementos significativos de la práctica, enriqueciéndola.

## PRINCIPIOS DEL MÉTODO CONSTRUCTIVISTA

La propuesta metodológica del constructivismo se fundamenta en los siguientes postulados:

1. El sujeto no es un receptor pasivo del conocimiento, por el contrario, lo construye y organiza activamente.
2. La práctica, la reflexión sobre la práctica y la experiencia que el sujeto deriva de dicha reflexión, generan el conocimiento. "Haber aprendido, significa haber extraído conclusiones de las experiencias y actuar de acuerdo con ello" (Von Glasersfeld, 1988, p. 68).
3. La tesis de que es posible lograr el control de las experiencias se basa en los siguientes supuestos:
  - Es posible detectar regularidades en la secuencia de la experiencia. La abstracción y la toma de conciencia son los dos mecanismos más comunes que permiten detectar tales regularidades.
  - El sujeto en proceso de aprender interpreta la realidad en función de su propia experiencia. La constatación de las resistencias de lo real crea en el sujeto contradicciones y conflictos que puede superar siempre y cuando se den las condiciones para que construya un nuevo conocimiento.



- Las experiencias futuras se adecuan a las regularidades que el sujeto haya abstraído de su práctica; en otras palabras, el conocimiento previo del sujeto determina la manera como accede al conocimiento nuevo.

En la construcción de conocimientos la abstracción adopta dos modalidades:

- La abstracción empírica que permite al sujeto obtener información de los objetos como tales, de sus acciones sobre las características del objeto y, en general, de elementos observables.
- La abstracción reflexiva se refiere a las acciones del sujeto sobre los objetos; por ejemplo, las acciones de ordenación, cuantificación y medición.

Por tanto, el papel del docente no puede reducirse a "distribuir verdades", el docente debe orientar y guiar al estudiante en la organización conceptual de sus experiencias; para lograrlo se requiere que el profesor sea capaz de establecer que y como entiende el estudiante el conocimiento que trabaja y cual es la meta que debe alcanzar.

Para establecer como entiende el estudiante, el profesor debe trabajar con un modelo hipotético, dado que es imposible acceder a las ideas por la observación directa. Este es un tipo de investigación educativa que todo buen docente realiza de manera intuitiva y sus resultados se aplican en la disposición de los métodos y los medios que selecciona para orientar a sus alumnos. Lo importante es que el profesor acepte que el estudiante es quien debe realizar las operaciones y las conceptualizaciones correspondientes.

La orientación puede tomar la forma de preguntas o cambios de situación en el campo experimental que conduzcan al sujeto a obstáculos y contradicciones que debe superar por su cuenta para construir un conocimiento nuevo. El sujeto modifica su organización conceptual cuando experimenta un fracaso o se sorprende porque algo no funciona de la manera que espera.

### **EL ANÁLISIS DE UNA PRÁCTICA DOCENTE DESDE LA PERSPECTIVA CONSTRUCTIVISTA**

Desde una perspectiva constructivista en el trabajo de los profesores Cabrera y Rosillo podemos distinguir dos enfoques diferenciados pero complementarios: el primero, se orienta a la construcción, por parte del estudiante de los equipos de laboratorio necesarios para las prácticas en mecánica de fluidos. Construir el equipo permite un trabajo de reflexión sobre el conocimiento que fundamenta la construcción; como ya se dijo, esta reflexión, transforma sus conocimientos previos; en el segundo caso, el profesor propone la experimentación con equipos didácticos, desarrollados por él. En este caso, el proceso de construcción de conocimiento está centrado en la actividad que el estudiante puede desarrollar en las abstracciones, reflexiones y confrontaciones que debe realizar sobre el fenómeno que se produce en la práctica con el equipo desarrollado.

Los dos casos se adecuan a los principios del modelo, porque se trata de reflexionar sobre experiencias derivadas de prácticas concretas, a partir del diseño y la utilización de materiales concretos. Aunque se trata de sujetos que asumen papeles diferenciados dentro de la práctica docente, los dos están igualmente involucrados en un proceso de construcción; uno a través de la elaboración de los materiales y de la reflexión sobre los principios que la posibilitan, y el otro en la observación de fenómenos naturales en equipos ya construidos. Sin embargo, desde la perspectiva de los principios, es necesario diferenciar sus características particulares.



En este sentido, adoptando la perspectiva de los estudiantes, el primer caso puede ser considerado un ejemplo de construcción del conocimiento, mientras que el segundo es un ejemplo de experimentación didáctica.

### UN PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO

El profesor Cabrera se encontró con una situación corriente en nuestro medio: debía ofrecer un curso de mecánica de fluidos en una sede regional de la Universidad del Valle que no disponía de un laboratorio para las prácticas necesarias. La forma en que enfrentó y resolvió este problema corresponde a un enfoque constructivista de la docencia, a saber: en las clases magistrales, después de presentar cada propiedad - por ejemplo, la viscosidad de los líquidos - invitó a sus estudiantes a una reflexión sobre la factibilidad de medición de dicha propiedad y sobre el tipo de experimentación adecuada para tal medición; a continuación, les invitó a un ejercicio de imaginación para idear posibles formas de medición y a discutir y evaluar sus propuestas en términos de la adecuación de los dispositivos imaginados y de la factibilidad de su construcción. El resultado de esta discusión fue la selección de una o más alternativas. A partir de allí el profesor y sus estudiantes enfrentaron la tarea de diseñar los aparatos, construirlos, probarlos, desecharlos o modificarlos y perfeccionarlos con base en la comparación de los resultados obtenidos con ellos con los presentados por las tablas estándares incluidas en los manuales de laboratorio.

Entre las actividades que el profesor Cabrera propone al estudiante incorpora una serie de situaciones que le exigen reflexionar sobre los conceptos de viscosidad y medición y sobre los dispositivos para realizar la experimentación con ambos conceptos. Como cada estudiante parte de su conocimiento previo, puede reconocer sus límites y el ser conciente de ellos le permite proponerse nuevas experiencias y dispositivos para superarlos. En este caso, la abstracción reflexiva - la reflexión del estudiante sobre las acciones, relaciones y manipulaciones que realiza - le permite acceder a nuevos conocimientos.

Respecto a la evaluación, es necesario aclarar que esta supera la medición simple de los objetivos alcanzados; para el profesor que trabaja desde una perspectiva constructivista, las construcciones existen sólo en las mentes de quienes las construyen y no se pueden observar ni fragmentar en entidades mensurables; si hay algo mensurable es recomendable tener en cuenta que la medición también resulta de algún tipo de construcción y que, en el mejor de los casos, constituye un simple soporte de lo construido.

### UN EXPERIMENTO DIDÁCTICO

El profesor Rosillo enfrentó una situación similar y le dio una solución diferente que, sin embargo, corresponde también a un enfoque constructivista del conocimiento; el profesor Rosillo no disponía de los equipos necesarios para las prácticas que consideraba indispensables para una adecuada enseñanza de su curso de transferencia de calor, equipos que por sus costos estaban fuera del alcance del presupuesto de la universidad. Ante esta situación decidió construirlos. Aunque en este caso los diseños son del profesor los estudiantes intervienen en el proceso de prueba de los prototipos y en la evaluación de su utilidad para el cumplimiento de los objetivos didácticos propuestos. Posteriormente los estudiantes son usuarios de los equipos perfeccionados y a su disposición en el laboratorio.



El experimento didáctico corresponde a una estrategia de enseñanza que permite fomentar la toma de conciencia. Se trata de una herramienta exploratoria, que posibilita que el estudiante aplique sus conocimientos teóricos previamente estudiados para confrontar los resultados que obtiene con los valores que puede predecir. Además de la experimentación propiamente dicha, el experimento le exige al estudiante la utilización de métodos y medios que le permitan realizar los procesos más adecuados para la tarea propuesta y reflexionar sobre los mismos. Esta reflexión conduce a la toma de conciencia y, por supuesto, al aprendizaje.

El experimento didáctico debe contemplar igualmente el conocimiento previo del estudiante. No todas las veces este conocimiento facilita el aprendizaje; en algunos casos puede convertirse en un obstáculo difícil de superar. Para que las ideas previas efectivamente se transformen es necesario que el estudiante reflexione sobre ellas y tome conciencia del error, el experimento didáctico debe generar esa toma de conciencia. Cuando esta transformación de las ideas propias no se realiza, el conocimiento que el estudiante escucha y en pocos casos recibe, se superpone a sus ideas previas y queda como un conocimiento formal por fuera del conocimiento propio.

El trabajo de Rosillo en transferencia de calor, permite que todos y cada uno de los estudiantes dispongan del material y realicen la experimentación en cualquier momento. Esta disponibilidad de los materiales genera autonomía en el estudiante frente al conocimiento. La replicabilidad del material y su bajo costo garantizan que otros profesores puedan disponer de él con la misma facilidad, creando condiciones de experimentación similares.

Igualmente, algunas de las características del material, por ejemplo su transparencia, permiten que el estudiante "vea el proceso". Aunque los procesos no se ven, porque son producto de operaciones, relaciones y transformaciones, la transparencia del material consulta la capacidad del sujeto de abstraer las propiedades de los objetos, lo que Piaget (1980) llamó abstracción empírica.

Desde nuestra perspectiva docente consideramos que los trabajos de los profesores Cabrera y Rosillo son un aporte y un ejemplo de las posibilidades que el enfoque constructivista ofrece para el desarrollo de la docencia en todas las áreas del conocimiento y en particular en la ingeniería.

## BIBLIOGRAFÍA

- Glaserfeld, Ernst von (1988) El aprendizaje desde el constructivismo. Propuesta radical desde Piaget. En Guba, Lincoln, Glaserfeld y Nussbaum. **Constructivismo**. Cali: Publicado: Universidad Santiago de Cali. 1994. Pp. 55 - 77. Traducción no literal del original. Learning as constructivist activity. In **The construction of knowledge. Contribution to conceptual semantics**. California: Intersystems Publications. Chapter 15.
- Guba, E. & Lincoln, I. (1989) El paradigma constructivista. En Guba, Lincoln, Glaserfeld y Nussbaum. **Constructivismo**. Cali: Publicado: Universidad Santiago de Cali. 1994. Pp.13 -



54. Traducción no literal del original. What is this constructivist paradigm anyway? In **Fourth Generation Evaluation. Chapter 3.** Newbury Park: Sage Publications.

Piaget, Jean. (1980) **Investigaciones sobre la abstracción reflexionante.** Buenos Aires: Editorial Huemul S. A.

# **ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE CON BASE EN LA AUTOCONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS: CASO MÉCANICA DE FLUIDOS EN SEDE UNIVERSIDAD DEL VALLE BUGA.**

**Gerardo Cabrera Cifuentes, Universidad del Valle.**

**Resumen:** La universidad del Valle para ofrecer educación superior a comunidades semimarginadas creó el programa de Regionalización. Las limitaciones son tangibles especialmente en las carreras técnicas, una de las cuales es ingeniería industrial en Buga. Al asumir la cátedra de Mécanica de Fluidos el autor concibe una estrategia consistente en desarrollar con los estudiantes, a mínimo costo, la componente práctica inexistente. En el desarrollo de cada tópico se parte de una exposición libre de conocimientos previos, se plantean proposiciones acerca de equipos e instrumentación factibles de implementar, se seleccionen las mejores alternativas, se construyen, se ensayan y se procesan los datos obtenidos. Los resultados fueron excelentes en términos de motivación, participación creativa y asimilación de conocimientos, a la vez que no representaron erogación para la institución.

## **JUSTIFICACIÓN**

Para iniciarnos en la empresa de generar la tecnología que permita a nuestros productos cruzar las fronteras y alcanzar el mercado internacional competitivamente, es preciso acudir a nuestra inventiva y enfrentar los problemas creativamente. La creatividad es casi el único recurso de los países en desarrollo frente al proceso de apertura de fronteras.

La sociedad ha delegado a los estamentos educativos la responsabilidad de formar el personal que enfrente idóneamente este reto, así la misión de la Universidad es contribuir a la formación integral del ser humano y al desarrollo del conocimiento. A nuestras facultades les corresponde esta labor en lo que respecta a las ramas de la ingeniería. En todos los casos debe darse lugar a una enseñanza motivante, que estimule la creatividad, que sea eficaz y que aproveche los recursos disponibles.



La Universidad del Valle creó el Programa de Regionalización con el fin de ofrecer la oportunidad de educación superior de calidad a sectores susceptibles de ser estimulados en su desarrollo. En aras de esta idea abrió varias sedes en ciudades intermedias. Uno de estos programas es el de Ingeniería Industrial en Buga.

Enseñar ingeniería plantea, y con mayor énfasis, el problema de los recursos, sobre todo en lo concerniente a equipos y prácticas. Como en todas las sedes en general los costos de infraestructura y de funcionamiento son sufragados por la comunidad y los estudiantes, se hacen más tangibles las limitaciones económicas para estos fines.

## METODOLOGÍA

Al asumir la responsabilidad de la cátedra de mecánica de fluidos y reconociendo que una apropiación eficaz del conocimiento es un proceso de conjunción entre componentes prácticos y teóricos, se concibe una estrategia mediante la cual, en el transcurrir del curso, el profesor y los estudiantes diseñan, construyen y usan para sus experiencias, instrumentos y aparatos que suplan la componente práctica hasta ese momento inexistente. Se busca primordialmente como beneficio inherente al método, un conocimiento significativo y estable derivado de la participación reflexiva y creativa.

En el desarrollo de la estrategia, para cada tópico tratado pertinente a la asignatura, se parte de una discusión participativa donde se exponen las experiencias, los conocimientos previos e ideas acerca del tema. Permite esto detectar percepciones y conceptos del estudiante y encauzar la discusión hacia la concretización del fenómeno y la identificación de los parámetros que lo caracterizan. Se ha progresado hasta un estado en el que las ideas están más claras y organizadas.

La etapa siguiente se dedica a las proposiciones acerca de instrumentos, experimentos y equipos que ilustran y puedan hacer evidente el fenómeno. Estas propuestas se decantan a través de la aplicación de criterios de factibilidad, costo, sencillez y valor didáctico. La etapa final es el diseño, construcción, realización de pruebas y, cuando sea pertinente, la búsqueda de relaciones entre los parámetros característicos del fenómeno, posibles aplicaciones del mismo y elaboración de guías.

Los tópicos trabajados bajo el esquema anterior fueron: empuje, viscosidad, densidad, gravedad específica, presión hidrostática, manometría, pérdidas de presión en accesorios, flujo laminar y turbulento y número de Reynolds.

## UN CASO CONCRETO

A manera de ilustración se presentará el estudio y medición de la propiedad designada con el nombre de viscosidad. El esquema del procedimiento seguido representa muy bien el de las otras propiedades. En términos generales y aproximados se desarrolla de la manera siguiente:

1. Identificación y reconocimiento de que diferentes fluidos se comportan de manera distinta al fluir. Este comportamiento está relacionado con una propiedad física cuantificable que llamaremos viscosidad. ¿Por qué unas sustancias fluyen mejor que otras? ¿Cuál puede ser la explicación de este comportamiento? Se conjetura que por el tamaño y/o la forma de las moléculas. Debe entonces existir una habilidad derivada de condiciones intrínsecas responsable de esta conducta externa.



2. ¿Puede medirse esta propiedad? Si. Es un comportamiento que podemos inspeccionar y por consiguiente es factible desarrollar una metodología para cuantificar esas condiciones observables.
3. ¿Cómo puede ser medida la propiedad? A través de la conducta externa. ¡Proponga instrumentos y aparatos para medirla! ( Tormenta de ideas).

Propuestas presentadas:

- Deslizamiento de un objeto metálico en un plano inclinado impregnado del fluido cuya viscosidad se requiere medir. El tiempo transcurrido en recorrer un tramo fijo dará una idea de la resistencia que el fluido opone a las fuerzas de cizallamiento.
  - Columna graduada , llena del fluido problema, dentro la cual se deja caer una esfera. El tiempo transcurrido en recorrer determinada distancia dará idea de la viscosidad.
  - Dejar caer cierta cantidad de fluido a una superficie fija inclinada. La longitud de la mancha es una medida de la resistencia al fluir.
  - Dejar caer una esfera desde una altura, la altura del "chisquete" o la magnitud de la onda son una medida de la viscosidad.
  - El tiempo gastado en desocuparse cierto volumen de un recipiente lleno del fluido es una medida de la facilidad para fluir.
  - Un tambor que rota dentro de un recipiente con la ayuda de la aplicación de cierto torque en su eje propiciado por un juego de poleas y cuerda de la cual pende un peso determinado, garantizando un torque fijo y estable.
4. Discusión participativa sobre factibilidad y proceso de selección: por sencillez, por capacidad de ilustración, por costo, por seguridad de operación, por menores efectos de desviación se seleccionaron cuatro de los cuales al final se realizaron tres. La última alternativa (la del tambor) fue deficientemente fabricada y no pudo usarse.
  5. Construcción del instrumento y montaje de la prueba.
  6. Realización de la prueba, toma de datos y tratamiento estadístico de los resultados, corrección por tendencia y graficación, aplicación del criterio de exclusión. Todo lo anterior para diferentes sustancias.
  7. Selección de un fluido patrón (viscosidad patrón).
  8. Búsqueda y localización de la viscosidad patrón según reportes de literatura de referencia.
  9. Cálculo de la viscosidad de los otros fluidos ensayados a partir de la viscosidad patrón reportada.
  10. Comparación de las viscosidades obtenidas con las correspondientes viscosidades reportadas.
  11. Exposición, discusión y reflexión que reúne tópicos tales como: formulaciones matemáticas en relación a los esfuerzos de cizalla y velocidad de cizalla, tipos de fluidos (newtonianos y no newtonianos), unidades para medir la viscosidad, métodos e instrumentos de laboratorio

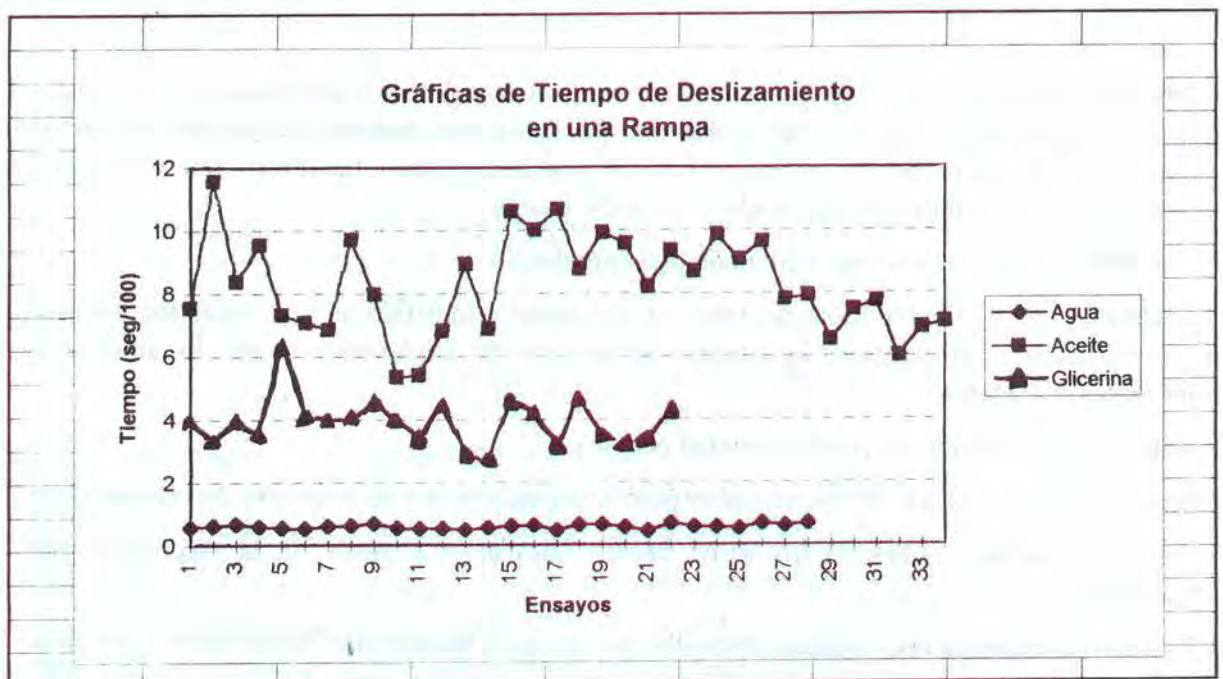


normalizados para efectuar estas mediciones, relaciones entre la viscosidad y las pérdidas de presión, relaciones entre la viscosidad y la potencia para mantener el flujo, etc. ¿Eran newtonianos los fluidos de los experimentos realizados? ¿Cómo podrían servir los instrumentos construidos para dilucidar si los fluidos eran o no newtonianos? ¿Eran lineales las relaciones matemáticas entre la viscosidad y las variables medidas en el experimento? ¿Eran, por consiguiente, válidos los cálculos de velocidad de los fluidos?

Como anotación anecdótica vale la pena mencionar que a pesar de la sencillez extrema de la construcción y la instrumentación, durante las pruebas realizadas al aire libre entre las 8 A.M. y las 12 M pudo visualizarse en los resultados la variación de la magnitud de la viscosidad en función de la temperatura, para este caso la ambiente, que fue aumentando (ver gráfico correspondiente).

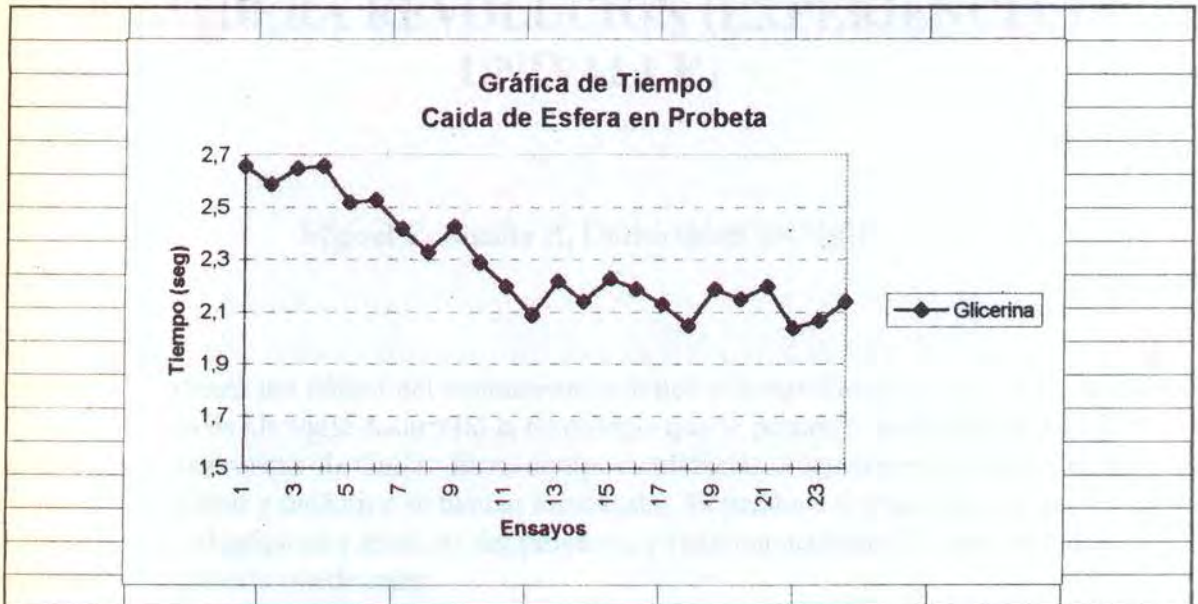
Como era de esperar se observó que para algunos rangos de viscosidad un método resultaba más efectivo que para otros.

Merece mencionarse, en forma adicional, la creatividad del estudiantado en las pruebas de los otros tópicos estudiados. Fue interesante, por ejemplo, la implementación del montaje para mediciones de pérdidas de presión en accesorios con manómetros de manguera de polietileno, graduados a mano, tan largos que había que sostenerlos desde el segundo piso del edificio. Ingeniosos también resultaron los aparatos para la medición de la relación entre número de Reynolds y el régimen de flujo: uno era un canal de vidrio con rebosadero y receptor cuya inclinación y cambio de nivel permitía alterar la velocidad; otro era una tubería transparente de polietileno a la que se le inyectaba una tinta - de formulación también obtenida por los propios estudiantes - mediante un inyector hipodérmico desechable. Otro ejemplo es el densímetro fabricado con botellas plásticas llenas de arena seca, selladas y provistas de una varilla graduada, calibradas mediante agua como sustancia patrón con diferentes contenidos de sal diluida.



Gráficas De Tiempo De Deslizamiento En Una Rampa





Gráfica de Caída de Esfera en Probeta

### CONCLUSIÓN

Los resultados técnicos y pedagógicos fueron excelentes pues las mediciones corroboraron los fenómenos analizados y, sobre todo, la motivación y participación estudiantil fue entusiasta y total. Desde el punto de vista económico la inversión de la Universidad fue nula, dado que los mismos estudiantes aportaron los materiales y construyeron los aparatos cuando fue necesario. Es nuestra convicción que, frente a un desarrollo convencional del curso centrado en la sola exposición, la metodología utilizada representó pedagógicamente un sustancial avance en términos de aprendizaje.



# **AUTOABASTECIMIENTO DE LABORATORIOS: UNA VERDADERA REVOLUCIÓN (EXPERIENCIA DE UNIVALLE)**

**Miguel E. Rosillo P., Universidad del Valle.**

**Resumen:** Consciente del déficit del suplemento práctico a la enseñanza que impartía, la Sección Ciencias Térmicas de Univalle desarrolló la tecnología que le permitió implementar un laboratorio completo de Transferencia de Calor. Estos equipos satisficieron las expectativas que en los órdenes mecánico, estético y didáctico se habían formulado. El presente trabajo expone los fundamentos ideológicos, pedagógicos y técnicos del proyecto, y fundamentalmente las proyecciones que en Educación en Ingeniería puede tener.

## **EL PROBLEMA**

El permanente contacto con el medio académico que es posible tener como docente me permite corroborar que la metodología de enseñanza empleada en la época de mi pregrado está plenamente vigente. En efecto, el proceso de aprendizaje centrado en la apropiación de contenidos, donde la memorización tiene un papel preponderante, y la conferencia y el estudio de textos conforman la mecánica habitual, es el estilo de entonces y de ahora. La relación integrada de conocimientos y su aplicación, prácticamente no tiene lugar en dicho esquema.

Pertenecer a la asociación gremial me ha permitido recoger, de muchas fuentes, una queja general: los recién egresados son muy poca ayuda. Los recuerdos de mi experiencia personal confirman tal observación: a pesar de un buen desempeño académico tuve un período de adaptación difícil causado por el desconocimiento de muchos procedimientos prácticos.

Otra retrospectiva a las experiencias como estudiante me permite visualizar materias y materias, semestre tras semestre, en la tediosa rutina de la exposición, el estudio, el parcial y la calificación, con la sensación (compartida por muchos) de que debían existir mejores y más motivantes maneras de aprender.

Un colega retrató tales dificultades mediante: “un estudiante de medicina de tercer semestre anda con bata y fonendoscopio por el hospital, le dicen doctor y se siente doctor; un ingeniero está recibiendo su título de manos del rector y no sabe que hacer con ese certificado.”



De estas observaciones y muchas otras análogas, una claridad comienza a tomar forma: respecto al objetivo de formación, en el campo de ingeniería, hay algún incumplimiento institucional.

## EL ANÁLISIS

La comparación de las formas como los recién egresados asumen sus funciones profesionales y como son recibidos por el medio, muestra grandes diferencias entre la medicina y la ingeniería. En cualquier lugar del país, y casi indiferentemente de donde procedan médicos e ingenieros, los primeros demuestran seguridad y acierto, sus opiniones merecen respeto y aceptación, mientras los segundos enfrentan dificultades. Dónde radica la diferencia? Necesariamente en la metodología de la enseñanza, donde la componente "PRÁCTICA" tiene evidentemente más peso en las facultades de salud. Aceptemos pues, que la deficiencia más importante en la enseñanza de ingeniería es la falta de complementación práctica.

## HACIA UNA SOLUCIÓN

Estas reflexiones no son nada nuevo, casi que son lugar común entre cierto tipo de profesores, muchos de los cuales intentaron (y algunas veces lograron) elaborar soluciones puntuales. En efecto, a través de proyectos de pregrado se han construido un gran número de equipos y dispositivos con objeto de prestar apoyo a la función docente; desafortunadamente (por razones que se abordan posteriormente) sólo un pequeño número tiene éxito, y eso sin trascender los muros de su edificio.

Cómo se plantean los países desarrollados? Con medios, con recursos. La construcción, el comercio y el desarrollo de equipos didácticos para niveles básico, fundamental y especializado es toda una industria mundial, en la que participan muchas firmas con interesantes ofertas con argumentos de calidad, atractivo, seguridad de funcionamiento y valor didáctico. Desafortunadamente tal solución no es aplicable en nuestro caso, pues para el presupuesto de estas universidades los precios, del orden de US \$ 10,000 por unidad, son prohibitivos.

## 3. EL PROYECTO

Un examen en detalle de los equipos ilustrativos de Transferencia de Calor del mercado deja ver que su principal valor está en el justo balance de tamaño, diseño y acabado, y no en el contar con elementos sofisticados, pues tanto componentes como instrumentación son relativamente sencillos. Lo anterior convenció a la sección de Ciencias Térmicas de embarcarse en la empresa de desarrollar la tecnología de construcción (al viejo estilo japonés) para contar, al finalizar el trabajo, con un laboratorio de Transferencia de Calor que tuviese cubrimiento total de tópicos con dispositivos equivalentes a los foráneos en todo sentido.

De acuerdo al programa de la materia se impuso como meta desarrollar un conjunto de equipos y protocolos de pruebas que tuviesen las siguientes coberturas y posibilidades:

**Termometría:** Ilustración de los principios y leyes de funcionamiento de termocúplas y termistores y del procedimiento de calibración de termómetros.



- **Conducción Estable Unidimensional:** Ilustración de medición de conductividades, de resistencias de contacto y del procedimiento de calibración mediante muestras patrones.
- **Transferencia de Calor en Aletas:** Cálculo de convección en cilindros, eficiencia y efectividad en aletas y comparación de desempeño entre diversos sistemas.
- **Conducción Estable Bidimensional:** Conocimiento y uso del simulador analógico para resolver problemas de este tipo.
- **Estado Transitorio/ Resistencia Interna Despreciable:** Ilustración de situaciones de convección natural y forzada, de las características técnicas de un RID, del uso del velómetro y posibilitar una amplia discusión teórico-práctica sobre coeficientes de convección.
- **Estado Transitorio/ Resistencia Interna No Despreciable:** Ilustrar las situaciones del estado inestable donde la temperatura varía respecto al tiempo y la posición.
- **Radiación entre Superficies:** Ilustrar la radiación pura y la combinación radiación-convección en tubos concéntricos.
- **Ebullición:** Permitir visualizar el fenómeno de la ebullición nucleada y la construcción de una curva de ebullición en dicho régimen.
- **Condensación:** Ilustrar y dejar visualizar las diferencias entre condensación pelicular y nucleada.
- **Intercambiadores de Calor:** Permitir comparar cuantitativa y cualitativamente diversas formas de funcionamiento de intercambiadores, evaluar la incidencia de los parámetros principales y hacer confrontaciones teórico-experimentales.

### EL EJEMPLO ESPECÍFICO

Metodológicamente el proyecto operó en igual forma para cada uno de los equipos: se realizaron diseños de equipo y práctica, se construyó un prototipo, se probó, se optimizó en términos de los criterios establecidos y se aceptó al satisfacer los requerimientos de apariencia, repetibilidad de resultados, resistencia mecánica y cumplimiento de objetivos didácticos. El caso del equipo para "Fundamentos de Radiación" (que faltaba en la anterior lista), expuesto a continuación, ilustra el proceso.

El equipo consiste en un cubo de paredes delgadas de acero inoxidable - pero de acabados diferentes en las cuatro caras - montado sobre una base giratoria, con resistencia eléctrica y agitador para calentar y homogenizar el fluido interior. Por medio de una termocupla se conoce la temperatura del fluido, el conjunto termocupla-voltímetro capta y mide la radiación emitida por la cara que enfrenta.



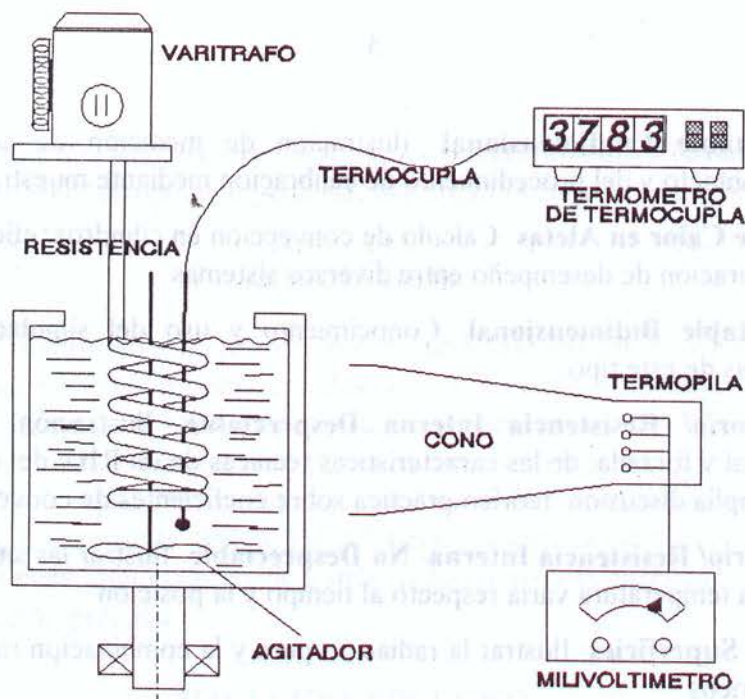


Figura 1

Los objetivos didácticos son la comprobación de la ley de Stefan-Boltzman y la determinación de las emisividades de diferentes superficies. El análisis debe realizarse sobre los datos de radiación superficial obtenidos de las caras a diversas temperaturas.

Evaluación de Repetibilidad de Resultados (Base 21 experimentos):

T E M p	CARA							
	NEGRA		BLANCA		OPACA		ESPEJO	
	VALOR MEDIO (mV)	COEFIC VARIAC (%)	VALOR MEDIO (mV)	COEFIC VARIAC (%)	VALOR MEDIO (mV)	COEFIC VARIAC (%)	VALOR MEDIO (mV)	COEFIC VARIAC (%)
50 °C	0.894	2.0	0.890	2.5	0.22	2.8	0.17	2.7
60 °C	1.47	0.7	1.47	1.3	0.33	3.3	0.26	5.6
70 °C	2.09	1.5	2.06	1.0	0.45	4.8	0.36	5.6
80 °C	2.81	2.9	2.70	1.5	0.60	2.4	0.48	4.9
90 °C	3.48	0.5	3.46	1.1	0.76	1.0	0.62	1.3



## Evaluación de Cumplimiento de Objetivos Didácticos:

CARA	ECUACIÓN TÍPICA	PARAMETROS OBTENIDOS		RANGO DE COEFICIENTES DE CORRELACIÓN
		A	B	
NEGRA	$Y = A + BX$	0.327	0.105	99.4% - 99.9%
BLANCA	donde: $Y = F_{em}$ obtenida	0.311	0.105	99.4% - 99.7%
OPACA	$X = T^4 - T_o^4$	0.173	0.0235	99.1% - 99.6%
ESPEJO	$T = \text{Temp fluido}$ $T_o = \text{Temp Amb}$	0.042	0.0178	99.1% - 99.7%

CARA	RANGO EMISIVIDADES OBTENIDO EXPERIMENTALMENTE	RANGO EMISIVIDADES REPORTADOS EN LITERATURA
BLANCA	0.95 - 0.97	0.90 - 0.97
OPACA	0.226 - 0.246	0.05 - 0.042
ESPEJO	0.180 - 0.189	0.05 - 0.20

Como puede observarse los coeficientes de variación tan bajos son demostrativos de alta capacidad de reproducción de datos; los coeficientes de correlación verifican la correspondencia entre los resultados y la expresión teórica propuesta y las emisividades calculadas caen en los rangos reportados por la literatura. Se puede entonces concluir que todos los objetivos fueron plenamente alcanzados.

### EL FUTURO

La meta institucional no era sólo desarrollar una serie de prototipos; nuestra convicción era (y es) darle una oportunidad a la educación en ingeniería, lo que solo es posible compartiendo este desarrollo, para hacer de él una semilla de progreso. Nuestra oferta está hecha, ACOFI tiene la palabra.



# PROPUESTAS PEDAGOGICAS EN INGENIERIA ¿ EXISTEN EN REALIDAD ?

Daniel Arbelàez Rojas  
Roberto Behar Gutiérrez  
Facultad de Ingeniería  
Universidad del Valle

**Resumen:** Se plantea una serie de ideas alrededor de una reforma universitaria. La Universidad del Valle ha iniciado una de tales reformas pero la Facultad de Ingeniería no ha entrado de lleno en este proceso. Esto trae como consecuencia dificultades, pero también grandes oportunidades cuando se establezca su participación. Se insiste en que en la formación del ingeniero deben concurrir componentes humanísticas y habilidades en la argumentación y la escritura.

## INTRODUCCION

El lema de la XVI Reunión de ACOFI : ¿ Cómo educamos ? (a los futuros ingenieros) es siempre una pregunta oportuna. Se le debe reconocer a ACOFI la insistencia en ésta y en preguntas similares durante las diversas reuniones que han tenido lugar. Los resultados son siempre difíciles de materializar, y en no pocas ocasiones, ambiguos como es natural que ocurra en cuestiones tan complejas. Tomemos por ejemplo, las memorias publicadas con motivo de la VIII Reunión y de sus sesiones preparatorias, llevadas a cabo en el primer semestre de 1988<sup>1</sup>. En el compendio de 36 artículos en el cual participaron profesores de ingeniería, filósofos, sacerdotes, administradores y un estudiante muestran la educación de ingenieros como una realidad compleja a la cual le caben múltiples visiones y enfoques. Es en este encuentro, donde talvez por primera vez, se aprecia con fuerza la importancia de plantearse los problemas inherentes a la educación de ingenieros desde una perspectiva diferente a la de las técnicas educativas, organizacionales y curriculares con el fin de encontrar nuevas direcciones de análisis; en esta ocasión fueron muy dicientes los aportes - siempre preliminares - de la filosofía, la antropología, la sociología en la educación de ingenieros. Parecía en esa época que se estaba conformando un nuevo campo de estudios en Colombia, interdisciplinario, con un núcleo científico-social que intentaba mirar como objetos de estudio la procedencia de sus estudiantes, los métodos de estudio, la influencia del ingeniero en la conformación de un espacio físico y cultural y que en ese nuevo campo de estudios iba a tener un papel preponderante el profesor de ingeniería. No era únicamente cuestión de sociólogos, antropólogos, filósofos, humanistas. Era también una cuestión de ingenieros y profesores de ingeniería, que en aquella ocasión de manera unánime exclamaron con diferentes énfasis y profundidad que una de las instituciones máspreciadas por la sociedad colombiana, sus facultades de ingeniería, se encontraban sumidas en una profunda crisis.

Ya existía en esa época una expresión peyorativa, afortunada, altamente socializada, como que varios autores la emplean: "educación profesionalizante". Los autores están de acuerdo que allí donde aparezca se le cuestione con dureza. En esa época se creció el glosario de defectos y virtudes de la educación de ingenieros; veamos algunas: ingeniería subordinada, estudiante codificado, psico-rigidez del ingeniero y del estudiante de ingeniería, ingeniero informatizado,



tanques de informació y otros más. De esa época viene también tres palabras claves que tendrían mucha importancia en los intentos de reforma que emprenderían algunas facultades; casi se convierten en palabras mágicas: Flexibilidad curricular, Formación integral e Inserción social. En esos tiempos de crisis también a la Universidad del Valle le tocaba su parte, por lo que uno o dos años después empezó a debatir su propia reforma.

En este trabajo intentaremos de manera muy breve dar cuenta de esta experiencia y trataremos de resolver el problema que nos hemos planteado en el título del trabajo: ¿ Corresponde esta reforma a una propuesta educativa ? No sobra la advertencia de que lo que aquí se consigna no es la versión oficial de los hechos. Es una aproximación a un proceso lento y discutible ( en el sentido de que le cabe una discusión). Es apenas una de varias aproximaciones.

## **RASGOS DE UN INTENTO DE REFORMA**

La reforma de la Facultad de Ingeniería de Univalle (FI) tiene un origen paradójico. No tuvo su origen en la FI, ni fue promovida por profesores de ingeniería. Pero la reforma se planteó pensando en la Facultad de Ingeniería, una de las más grandes del país con trece programas profesionales, más de dos mil estudiantes, cerca de doscientos docentes, con centros e institutos de investigaciones de reconocimiento nacional e internacional con varios programas de maestría y ad-ports de establecer el doctorado. Se trata por supuesto de una institución que es clave en el panorama general de la Universidad del Valle. La FI, además, tiene un gran prestigio en la sociedad vallecaucana. Miles de estudiantes bachilleres intentan cursar sus estudios de ingeniería - también una profesión de prestigio - en Univalle. A pesar de todas estas condiciones excepcionales, o tal vez por eso, no es en su interior donde surge ese malestar académico, esa autorreflexión que induce a expresar que algo marcha mal en ese aparente orden. Más bien se podría entender que la reforma de la FI, y todo lo que se ha consolidado hasta el momento es trabajo de educadores en las ciencias sociales, ciencias naturales y humanidades pensando en la formación del ingeniero. La escasa participación de los profesores de ingeniería en un proceso de su absoluta competencia es un rasgo importante de la reforma y marcará su evolución.

La iniciación de una reforma es un gran acontecimiento en una universidad. Si la reforma no es una simple reestructuración del organigrama o de las facultades respectivas, ni es una revisión de los cursos de los programas profesionales, ni se hace a la luz de una técnica establecida, tratando de sistematizar lo que no es sistematizable, por ejemplo, forzando las discusiones para que se encuadren en la planeación estratégica, o en la reingeniería, entonces participar en una reforma es una oportunidad para todos los profesores de una institución; una oportunidad para aprender, para debatir, para reconocer nuevos líderes universitarios y fundamentalmente para escuchar la voz del colega de otra facultad, y así para aproximarse a la filosofía, al lenguaje, a la física moderna, a la sociología. Es una gran oportunidad descubrir que en edificios vecinos se desarrolla un proceso de innovación pedagógica basado en la investigación. Las grandes universidades son aparatosas y burocratizadas, pero tienen la enorme ventaja de que a su interior se mueve una buena cantidad de extraños personajes que piensan y recrean el conocimiento. Participar en una reforma supone también trasegar por un terreno pantanoso que no se sabe exactamente a dónde conduce. Algunos profesores de ingeniería y nos imaginamos que de otras facultades desesperamos a veces ante los lentos y desordenados debates que se dan en una reforma. Eso no tiene remedio. No existe un



método para adelantar una reforma y es de lo más afortunado que esto sea así. Los reformistas tienen que inventarse su propia carta de navegación. De otra manera no sería una aventura sino un viaje de turismo con guías incluidos.

En el momento de este recuento (a mediados de 1996) la reforma o su intento para ser más modestos, no ha tocado sino los primeros dos años de los programas de ingeniería. Los cursos apenas si se han modificado de una manera reglamentaria. A los profesores de ingeniería, tal vez por encontrarse ausentes del debate, se les impuso una homogeneización de lo que se llama la componente profesional. Para responder a la flexibilidad curricular se disminuyó el número de horas por curso. El curso estándar resulta ahora de tres horas semanales. Pero esto es la mecánica del asunto. Para transformar la componente profesional se requiere el concurso de los docentes de ingeniería. El proceso está en camino y más tarde nos referiremos a él brevemente. Detengámonos por ahora en algunas de las varias discusiones que se dieron y que han afectado ya el ambiente universitario de los primeros años de ingeniería.

### **Elevación del tono de discusión en la Universidad**

La Universidad mantuvo durante muchos años un tono bajo de discusión. Algunos administradores académicos del pasado creían y gestionaban por una institución laboriosa, tan laboriosa que no se sintiera, y además de eso ordenada y tranquila. La reforma puso en evidencia las tremendas contradicciones que existían a su interior. El profesor Mario Díaz <sup>2</sup> en un valioso ensayo expone las líneas de discusión. "La reforma es un principio generativo de manifestaciones y actuaciones críticas". En este ensayo describe los diferentes campos de fuerzas entre disciplinas y profesiones, entre comunidades científicas y comunidades docentes, entre lo gremial y la producción de conocimientos. Recoge bien lo que el maestro Estanislao Zuleta pretendía con el sentido de cualquier institución educativa: "la educación es un campo de combate". Si no es así es porque se trata de una institución subordinada.

### **El trabajo del docente en el aula de clase**

La universidad ha ido abandonando lentamente (en realidad muchos docentes nunca se acogieron a él) el esquema conductista implícito en la tecnología educativa, según el cual un curso es una actividad planificada con minucia y en el cual existen unos estudiantes que al final de la actividad o sea del curso deben comportarse de una manera pensada por el profesor. La expresión "al final del curso el estudiante estará en capacidad de .... en tales condiciones" ha ido desapareciendo de la jerga del profesor. Ha sido trasladada, y allí si está muy bien situada, a los cursos de instrucción programada. La reforma propende por la negación de ese estilo de objetivos. Ha retomado esa especie de paradigma: "aprender a aprender" y el primero que debe dar ejemplo en ese sentido es el profesor universitario. Alrededor del trabajo docente y de sus discusiones se aprecian ya modificaciones e innovaciones. Un día apareció en una cartelera el programa de un curso electivo en un tema de historia de las ciencias. Por primer vez se vio públicamente, en un documento de seis páginas, lo que el profesor pensaba del curso, de cómo iba a tratar los diferentes temas, del tipo de lecturas que se propondrían, de cómo se iba a discutir, de qué sentido tenía tratar esos temas en ciencias e ingeniería. Un documento bien escrito y agradable de leer. Lo que el profesor proponía era un proyecto cultural, uno de aquellos en donde es posible "aprender a aprender", en



donde entran en juego la lectura, la escritura, las matemáticas, en donde se discute sin rigideces. Parecía insólito en esa ocasión que el profesor se comprometiera con los estudiantes a elaborar él mismo un proyecto nuevo que surgiera de las discusiones y que sería tratado como todos los demás. El profesor, tal vez tendría la idea de que es imposible inducir el “aprender a aprender” si él mismo no aprende. Los cursos altamente tecnificados en donde el programa es una sucesión de títulos y de temas y objetivos específicos se ha cuestionado con motivo de la reforma. Este, a nuestro juicio, es un aporte importante.

Las reflexiones sobre el trabajo docente, sus implicaciones en estas épocas de cambios tecnológicos, de aparición de redes y de Internet han ocasionado una serie de artículos y ensayos que han sido recogidos en una publicación institucional “Gestión universitaria”<sup>3</sup>

### **La filosofía también es cuestión de ingenieros**

La componente humanística en las facultades de ingeniería ha sido objeto de debates desde hace varios años, más aún, con el nacimiento de una nueva escuela de ingenieros se encuentra siempre implícito, a veces explícito las relaciones humanístico-ingenieriles. Es obvio pensar que los iniciadores de una nueva escuela se hagan la pregunta: ¿Cuál es la Idea de ingeniero que esta escuela quiere privilegiar?. Esta reflexión no es posible sólo en la ingeniería, requiere de ingredientes políticos, filosóficos e históricos. Con el transcurrir de los años esta Idea, o bien se desdibuja y es reemplazada por otra Idea o bien se pierde y simplemente no se reemplaza. Los docentes de esa escuela pueden dejar de pensar en ello y tarde que temprano la sociedad nota una carencia cada vez más aguda de un sentido humanístico entre los individuos que estudian o trabajan en esa escuela. Por ejemplo, un sociólogo podría plantearse la cuestión del ambiente en que trabaja un ingeniero egresado de esa escuela y podría encontrar relaciones interesantes entre su desempeño como ingeniero y ciudadano y el tipo de formación humanística que logró alcanzar. Este sociólogo podría investigar su compromiso y vinculación con los temas generales de la ingeniería: la situación urbana, los servicios públicos, el apagón, el canal interoceánico, la contaminación en Yumbo, la contratación con el Estado y varias más. Se espera que un ingeniero con una amplia formación humanística suministre respuestas originales, serias, amplias sobre estos problemas del transcurrir nacional.

Vincular las humanidades a la ingeniería es como participar en una red extraordinariamente intrincada para utilizar un término de informática. Se conocen los nodos iniciales y sólo el primer tramo. De allí en adelante es el espíritu de aventura, el esfuerzo personal y las inevitables contingencias las que marcarán la calidad de la experiencia. Esta vinculación tiene riesgos, el más importante, extraviarse en el recorrido. Tiene una ventaja, y es que allí cabe toda la gente que se quiera, sin que se estorben los unos a los otros. Tiene una desventaja, a la luz de los problemas de hoy, sus nodos finales no se encuentran rotulados económicamente.

La reforma ha dado sus primeros pasos en la conformación de esa red y no es una propuesta tecnológica, casi que va en contravía del sentido de modernización que tienen las facultades de ingeniería, mira más bien hacia atrás; es una propuesta que nos recuerda el diálogo socrático. Consiste en abrir la posibilidad de participar en los “talleres de argumentación”. Es una idea de lo más simple, pero que requiere de maestros experimentados, pacientes, versados en el diálogo. En



estos talleres participan estudiantes de ingeniería con estudiantes de otros programas de la universidad. Se intenta, a veces se logra establecer así sea por el corto lapso de dos o tres horas, una erradicación del dogma y de la autoridad. Todo se hace con lentitud, se gana en el lenguaje, se gana en comprensión del tema en cuestión, se gana en la lógica del discurso; y por esa vía, claro está, se dispara el humor y la crítica. Refundidos como se encuentran los paradigmas de cambio social en nuestra juventud, las experiencias de un taller como este resultan indispensables si todavía se propende por la concepción del futuro ingeniero como un agente social.

### **La escritura como una consecuencia del debate**

Es fácil reconocer un estado de aquietamiento de una institución de educación superior. Se escribe poco, y lo poco que se escribe es disciplinario. Las cuestiones generales, aquellas que pueden interesar a un gran público brillan por su ausencia. Esta pereza escritural puede llegar a ser tan intensa que en una facultad de ingeniería, pongamos por caso la nuestra, solo se ve circular memorandos, actas, oficios del decano, formularios para diligenciar y justificar los períodos académicos. Ahora con Internet el asunto se complica aún más. Puede llegar el momento en que un profesor sumergido en su disciplina, ya no reconozca a sus colegas próximos como su comunidad académica, sino que se dirija a esa comunidad virtual, que le responde siempre en forma amable, desprevenida y con redacción telegráfica. A pesar de que tenemos una extraordinaria tecnología de comunicaciones, a veces da la impresión que nos hemos regresado en la escritura a la redacción de telegramas. Nuestros colegas que estudian o visitan universidades extranjeras nos envían por Internet cortos mensajes indicándonos que están bien. Claro que están bien. Lo que se extraña en este caso es esa larga carta en que el colega nos describe el ambiente de trabajo, sus compañeros de trabajo, de cómo son esas instituciones, de los lios de que se ocupan, de sus conflictos, de sus ocurrencias, de sus crisis, de sus conquistas, de cómo miran el país en esa distancia. Ese estilo de misivas que hicieron pensar a Frank Safford cuando leyó algunas, que se estaba conformando una élite de ingenieros en la segunda mitad del siglo pasado que transformaría la ingeniería colombiana.

Si bien todavía no ha ocurrido en la Facultad de Ingeniería, las discusiones con motivo de la reforma académica de la Universidad del Valle, propiciaron durante dos años una significativa intensificación de la escritura. Se estableció una dinámica de circulación y publicación única en toda la historia de la Universidad del Valle (el año pasado cumplió cincuenta años) y valga la pena reconocerlo las celebraciones se hicieron en el marco de este impulso a la escritura, lo que sugiere también que el intento de reformar una institución se convierte en un taller de escritura. Queda el trabajo de leer de manera crítica y organizar los aportes hechos con motivo de la reforma. Podría ser que un grupo de profesores de ingeniería se encargara de ello.

### **¿ EXISTEN PROPUESTAS PEDAGOGICAS EN INGENIERIA ?**

Es muy difícil decir algo definitivo respecto a esto. Sin embargo algo es claro, existen propuestas de cursos, propuestas de investigaciones, investigadores expertos, novicios, doctores, excelentes profesores, programas profesionales bien organizados, estudiantes motivados, participación en redes nacionales e internacionales, se han publicado (pocos) libros en ingeniería; en fin se trata de un grupo valioso y necesario para la región y el país.



Para conocer las propuestas pedagógicas tendríamos que debatirlas. No se ve otro camino. No parece ser esta la época de los grandes líderes educativos al estilo de Alejandro López y Julio Garavito, lo cual puede ser una suerte, puesto que la ausencia de un líder de estas características nos puede llevar a otro tipo de modernidad. En todo caso la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle tiene ante sí la responsabilidad de repensarse al medio de una sociedad cada vez más compleja y esta es una excelente oportunidad para aprender.

Cali, Julio de 1996

### **Bibliografía:**

- 1) OROZCO, Luis Enrique [et al] . Técnica y desarrollo humano: la formación del ingeniero colombiano. Bogotá, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, 1989.
- 2) DIAZ, Mario. El Acuerdo 001 y la reforma curricular. Cali, Universidad del Valle, 1995
- 3) CUADERNOS sobre reflexiones de la reforma curricular. Cali, Universidad del Valle, 1992
  - Sobre los planes de estudio. Mario Díaz
  - Obstáculos a la reestructuración curricular. Humberto Vélez
  - Reglamento a la investigación. Lugardo Alvarez
  - Una organización del currículo por ciclos y una ampliación de la cobertura de la Universidad del Valle. Carlos Rodriguez
  - La reforma académica en la Universidad del Valle. Américo Calero

A partir de este trabajo en la Universidad se inició una serie de publicaciones donde se consignan las reflexiones y resultados de la reforma académica con el nombre de "Gestión universitaria"



# LA EDUCACION EN INGENIERIA Y EL PROCESO DE FORMACION DE LIDERES EMPRESARIALES

**Rodrigo Varela V., Ph.D**  
**Profesor Distinguido Univalle**  
**Director CDEE-ICESI**

## RESUMEN

En este artículo se hace una relación entre la Ingeniería, el Desarrollo Económico y Espíritu Empresarial. Se plantea la necesidad de producir un cambio sustantivo en los procesos de desarrollo y capacitación del recurso humano y muy especialmente un cambio en la educación en Ingeniería. Se introducen en detalle el concepto de Educación Empresarial y las nuevas visiones del liderazgo. Finalmente se hace una propuesta completa para las Facultades de Ingeniería colombianas para que creen Centros de Creatividad - Innovación y Desarrollo Empresarial que permitan lograr los objetivos buscados por una educación en Ingeniería basada en Innovación Empresarial y Liderazgo, tomado como base múltiples experiencias nacionales e internacionales.

## 1. EDUCACION EMPRESARIAL

La educación Latinoamericana y muy especialmente la universitaria en las áreas ingenieriles, administrativas-económicas y científicas ha estado orientada durante los últimos 30 años a producir "ejecutivos, funcionarios, burócratas", a favorecer organizaciones grandes frente a las pequeñas, a fortalecer empresas establecidas y no a crear nuevas organizaciones, a respaldar las empresas que ya están en marcha, a producir adeptos y seguidores dependientes y no líderes e innovadores independientes, a generar tripulación y conductores con rutas definidas y sin riesgo y no a producir creadores y hombres y mujeres que estén dispuestos a aceptar riesgos moderados.

La idea básica detrás de una educación empresarial es el poder producir en el largo plazo más y mejores empresarios de los que en el pasado han aparecido en Colombia sin el esfuerzo ni el



influjo del sistema educativo. El objetivo tiene que ser que estos nuevos empresarios, beneficiarios de una educación empresarial, sabrán mejor cuándo, cómo, donde, con quién y con qué empezar sus nuevos negocios; cómo proseguir sus carreras empresariales y cómo maximizar sus objetivos empresariales, no sólo para su beneficio personal, sino que también conoceran cómo distribuir entre los miembros de la sociedad los resultados de esa habilidad especial.

No podemos en Educación Empresarial cometer el error caso que hemos cometido en la Educación Administrativa de trasladar olímpicamente las ideas, métodos, conceptos, teorías y herramientas desarrolladas para culturas diferentes a la nuestra, sin analizar la poca aplicabilidad o aceptabilidad de ellas en nuestra cultura y sin hacer las posibles adecuaciones culturales.

La Educación empresarial, como cualquier otra educación, tiene que darse en un marco cultural específico y en un medio ambiente real. Estas condiciones de entrada del sistema establecen las restricciones que se tienen al formular el proceso educativo y las variables que se deben modificar para poder lograr los resultados buscados.

La idea de la educación empresarial es poder brindar al Ingeniero colombiano, actual y futuro, las capacidades y habilidades necesarias para que sea un factor de desarrollo económico y social, para que este capacitado como empresario, como ese ente creativo, capaz de superar sus limitaciones y las del país y de hacer una contribución efectiva a nuestro desarrollo; como ese ente innovativo, independiente, creativo, líder, original, arriesgado, visionario que logra satisfacer sus metas personales por su propia acción.

Durante los últimos años muchos ingenieros han llegado a ser empresarios, a ser generadores de empleo, a ser productores de bienestar social y económico. El país, la ingeniería y las empresas existentes necesitan que el número de ingenieros empresarios se multiplique, que haya una reacción en cadena que permita a la ingeniería recuperar su posición de avanzada, solucionar sus problemas y ayudar a resolver los problemas básicos del país.

La educación empresarial es un asunto de actitud, de una actitud diferente que no acepta lo existente, que es revolucionaria, por lo creativa y constructiva, que tiene que proveer mujeres y hombres con capacidad de liderazgo, capaces de definir una visión posible, hábiles para reunir recursos de todo tipo alrededor de su idea, fuertes y decididos en la puesta en marcha de esa visión. Por ello, espero que todos los que somos profesores, adquiramos el compromiso personal de producir ese cambio cultural que nuestras gentes y nuestros países requieren.

A nivel mundial, grandes cambios se vienen dando en la educación empresarial, y las Facultades de Ingeniería colombiana no pueden quedarse fuera de este proceso, pues ello implicaría el sucumbir totalmente y el dejar ir lo que tal vez sea la última posibilidad de hacer una contribución efectiva al desarrollo para nuestros países.

Nuestro país requiere seres humanos, capacitados para actuar independientemente, en forma innovativa, recursivos, con capacidad de logro y realización que estén dispuestos a correr riesgos moderados, que creen nuevas fuentes de riqueza y de empleo, que actúen bajo un marco ético y con un concepto de responsabilidad social intenso, dispuestos a alterar su negocio cada vez que



las condiciones ambientales lo exijan, determinados a definir y a aprovechar todas las nuevas oportunidades que el mercado plantee, interesados en estar en un proceso de capacitación, actualización, aprendizaje y mejoramiento continuo; y ese debe ser nuestro ideal, nuestro plan de desarrollo, nuestro reto nacional. Si no lo logramos le habremos fallado a las generaciones venideras y ellas deberá pagar dolorosamente nuestra falta de compromiso o de ideas.

La Educación es un período de aprendizaje que le da a cada individuo una preparación general, que le abre su mente a ciertas cosas, pero sobre todo, que le da al individuo una manera particular de ser, de hacer, de comportarse. La Educación Empresarial tiene que mantener la idea de que el centro de su acción, es la persona en toda su extensión y que luego, y como segunda finalidad, está el qué hacer. Educación Empresarial es trabajar sobre actitud, es ayudar a los educandos a definir su papel, sus acciones, a crear su trabajo, a crear su vida.

La Educación Empresarial exige desarrollo de virtudes humanas y por ello debe cubrir a toda la sociedad, sin importar tamaño, función, sector, estructura, etc. Dar Espíritu Empresarial es dar un "recurso" que potencializa la capacidad de realización de ser humano. Por ello el llamado es a que no nos quedemos encerrados en nuestras torres de marfil universitarias hablando, enseñando e investigando sobre Espíritu y Educación Empresarial y que salgamos y llevemos nuestro saber, a toda la sociedad de forma tal que esta cultura empresarial permee y llegue a todos, pues solo así nuestro país podrá encontrar la ruta del éxito, del progreso, de la superación y del bienestar que están buscando. La Educación Empresarial es un proceso que permite desarrollar una cultura empresarial, potenciar una actitud empresarial, que puede o no devenir en el nacimiento de una empresa con finalidad económica, pero que si debe proveer un conjunto de valores personales que lleve al ser humano a un compromiso innovador y trascendente.

La idea básica tras una educación empresarial en ingeniería es producir en el mediano y largo plazo una generación de nuevos ingenieros mejor entrenados e informados acerca de:

- a) Cuándo, cómo, dónde, con quien, con que empezar un nuevo negocio?.
- b) Cómo seguir una carrera empresarial?.
- c) Cómo maximizar sus objetivos personales en forma equilibrada con las necesidades de su sociedad?.
- d) Cómo desarrollar una cultura empresarial?.
- e) Cómo promover los cambios requeridos para facilitar y estimular a los nuevos empresarios y a las nuevas empresas?.

## **2. LIDERAZGO**

Los últimos años han mostrado también una tendencia muy especial en el resurgimiento del concepto de liderazgo y de su vinculación a los procesos académicos universitarios, pues el principio dominante de la organización se ha cambiado de la gerencia para controlar, al liderazgo para lograr lo mejor de la gente y para responder rápidamente a los cambios.

Recordemos que hay grandes diferencias entre gerencia y liderazgo, tanto en orientación como en misión, supuestos, ambiente organizacional y en resultados. Liderazgo es el proceso de lograr



mover la gente sin usar medios coercitivos. El líder piensa a largo plazo, capta las relaciones de la realidad, piensa en términos de renovación, tiene habilidades políticas, produce cambios, afirma valores, logra unidad. Reconoce que mientras el capital y la tecnología son recursos importantes, es la gente quien crea o quiebra una compañía. Para liberar su poder, el líder inspira compromiso y da poder a la gente compartiendo autoridad, permitiendo a las empresas atraer, recompensar y motivar a la mejor gente.

El nuevo héroe empresarial es la persona con capacidad de autodesarrollo que valora la independencia, que le disgustan las burocracias y que balancea su trabajo con otras prioridades como la familia y la recreación. Las corporaciones de hoy son organizaciones voluntarias, donde administrar solo por autoridad es absurdo. La administración militar recomendó autoridad, el liderazgo empresarial implica ganarse la lealtad, alcanzar compromisos y ganarse el respeto. Un líder efectivo crea una visión que indica a la gente hacia donde se va y como se llegará allá y esa visión es el gradiente que impulsa a la organización. Pero el líder efectivo, hombre o mujer, ganará el compromiso de sus afiliados al establecer ejemplos de excelencia, siendo ético, abierto, inspirante y dando poder a sus afiliados. Se lidera por ejemplo no por "administración".

Hay otros cambios en el área administrativa. Se está pasando del gerente que dá ordenes al líder que actúa como maestro, como facilitador, como entrenador. Este líder sabe cómo sacar las respuestas de aquellos que realmente las tienen: la gente que hace el trabajo. Este líder hace preguntas, guía el grupo al consenso, usa información para demostrar la necesidad de ella para la acción. Son más concientes sobre el triunfo de su organización que de su triunfo personal. La idea básica para este líder es dar cantidades de ánimo, cantidades de retroalimentación, con el convencimiento de que la gente hará el resto.

El principal reto de los líderes, es entusiasmar al empleado mejor educado a ser más empresarial, a autodirigirse y a orientarse hacia una vida larga de aprendizaje. La idea es que aprenda a aprender. Los criterios de selección de personal ha cambiado. Se buscará inteligencia y motivación, gente dispuesta a lograr una meta, que no puedan esperar un momento para que las cosas se hagan, que busquen siempre cosas nuevas, que se mantengan excitados con lo que hacen. Mantener esta excitación es el trabajo del líder.

El gran tema del final del siglo es el triunfo del individuo, luego de haber sido amenazado por el totalitarismo y por la masificación. Uno de los principios más sólidos hoy es la doctrina de la responsabilidad individual, que no es el individualismo. Es una filosofía ética que eleva al individuo al nivel global, que fortalece su espíritu, que lo hace responsable por todo lo que hace o deja de hacer, y por eso es responsable de preservar el ambiente, de prevenir la guerra nuclear, de eliminar la pobreza. Es una filosofía que reconoce que las energías individuales son importantes y que cuando la gente satisface sus genuinas necesidades de logro- en el arte, los negocios o en la ciencia o en cualquier campo por él seleccionado- la sociedad gana.

Los empresarios individuales son el eje de la comunidad empresarial y las nuevas tecnologías han cambiado la importancia del tamaño y de la localización y han extendido el poder a los individuos. El hombre individual se siente más poderoso y más libre para determinar su propia suerte política; Las ideas sobre la responsabilidad de la sociedad con sus ciudadanos cambia con la llegada de la



edad del individuo. La nueva responsabilidad de la sociedad es recompensar la iniciativa de los individuos.

Todos estos cambios en la concepción del trabajo, de la gestión, de las relaciones entre empresas y trabajadores, etc., han originado un resurgimiento total del concepto de liderazgo y ello se percibe no solo en la conformación de diversos centros para el desarrollo del liderazgo, sino también en el hecho de que en muchos programas académicos se ha introducido diversas actividades curriculares y extra curriculares sobre esta característica humana.

### **3. EL CENTRO DE CREATIVIDAD, INNOVACION Y DESARROLLO EMPRESARIAL**

Por todas las razones anteriores considero que las Facultades de Ingeniería del país, deben crear una organización académica especializada para apoyar a sus estudiantes en el desarrollo de características, actitudes, valores, creencias y conocimientos que les permitan desempeñar mejor su papel como transformadores de la sociedad.

En este sentido sugiero el establecimiento de Centros de Creatividad, Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM), cuyo objetivo general sea el crear al interior de las Facultades de Ingeniería colombianas, las condiciones ambientales apropiadas que permitan que los miembros de la comunidad académica se sientan estimulados, motivados y apoyados para diseñar, desarrollar, evaluar, incubar, fundar y gestionar empresas que sean respuesta a necesidades del desarrollo socio económico colombiano; y ayudar a generar profesionales de la Ingeniería con las características creativas e innovativas y de liderazgo que les permitan desempeñar con éxito su papel de transformadores de nuestra sociedad en cualquier ámbito de desempeño que decidan acometer.

La misión del Centro será el producir un cambio en los procesos de formación de los Ingenieros colombianos, que permita que los conocimientos científicos, tecnológicos, ingenieriles y de gestión que posee la comunidad universitaria se orienten hacia la creación de empresas productoras de bienes y servicios necesarios para el desarrollo de la nación. Esta acción estará en concordancia con las necesidades detectadas en los nuevos estudios que sobre la competitividad colombiana se han hecho en los últimos años, y buscará colaborar en la solución de tres de las grandes fallas que se le han detectado a la economía colombiana:

- a) Falta de un número adecuado de empresa en formación.
- b) Falta de empresas con una orientación competitiva, basadas en conocimientos científicos, tecnológicos, ingenieriles y de gestión.
- c) Falta de capacitación del recurso humano para enfrentar los retos de la globalización de la economía.

Los objetivos específicos de los CIDEM serían:

- a) Apoyar activamente el surgimiento de una cultura empresarial en las Facultades de Ingeniería.



- b) Promover, motivar y lograr la introducción de los conceptos propios a la Educación Empresarial en los diversos planes de estudio de las Facultades de Ingeniería.
- c) Introducir en todos los procesos educativos de Ingeniería los conceptos de Creatividad e Innovación como parte vital de los procesos formativos.
- d) Dar a los estudiantes un entendimiento mayor de su papel como elementos de transformación de la sociedad, y muy especialmente de los sectores productivos propios a la labor Ingenieril.
- e) Desarrollar investigaciones tendientes a producir conocimientos sobre los procesos empresariales en la nación.
- f) Ser un Centro de información especializada sobre los temas de su competencia académica.
- g) Brindar apoyo, a la comunidad académica interesada en establecer empresas, en el análisis, diseño, evaluación, financiación, estructuración, montaje y gestión de sus empresas.
- h) Realizar proyectos investigativos sobre las necesidades que los futuros empresarios universitarios tienen para poder establecer sus negocios.
- i) Establecer convenios con entidades financieras, empresas asesoras y consultoras, agremiaciones, ONG, vinculadas a nivel local al proceso de creación de empresas, con el fin de no duplicar innecesariamente actividades.
- j) Facilitar el nacimiento de nuevas empresas mediante el apoyo científico, tecnológico, ingenieril y de gestión que las Facultades de Ingeniería pueden brindar.
- k) Establecer una red de empresarios egresados de la Facultades de Ingeniería que sirva como medio permanente de intercambio de oportunidades, como mecanismo de apoyo para los empresarios nacientes y como una fuente de profesores, conferencistas y tutores.

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- Considero que es evidente que el papel y la responsabilidad del ingeniero en los próximos años requiere que en el proceso educativo se le brinden ciertos componentes formativos, que en muchos casos han estado ausentes en la Educación Ingenieril colombiana.
- Los temas de Educación Empresarial, Creatividad e Innovación, y Liderazgo son temas que ya están en aplicación en muchísimas Facultades de Ingeniería del mundo, y la educación ingenieril colombiana no puede seguir indiferente, al menos, a analizar estas opciones.
- La propuesta básica del CIDEM, debería ser analizada por ACOFI luego de una complementación con ideas de muchos otros profesores y directivos de las facultades de Ingeniería colombiana, y ACOFI debe ayudar a conseguir los recursos para que en muchas facultades se logren crear este tipo de Centros. En Colombia existe el Know-How en estas áreas y se puede perfectamente lograr una unión de recursos colombianos para desarrollar un proceso adecuado a Colombia. No necesitamos franquiciar programas educativos, que en gracia de discusión se pueden considerar más o menos exitosos en otros países, pero que no se puede trasladar automáticamente a nuestro ambiente. En Colombia hay instituciones líderes a nivel Latinoamericano en estas áreas: Usemolas y apoyemos en algo el talento nacional.



- Es vital que en cada facultad se constituya un grupo de estudio y análisis de éstas ideas para que se empiecen a considerar las particularidades de cada institución y se puedan adecuar las ideas básicas del CIDEM a las condiciones de cada facultad.
- ACOFI debe realizar un seminario de difusión de estas ideas y convocar para ello a las personas y entidades nacionales con mayor experiencia en el área para empezar el proceso de capacitación de profesores universitarios.
- En el proceso de desarrollo de esta idea es necesario diseñar un programa formal de capacitación integral de profesores de ingeniería en éstos conceptos. ACOFI debe buscar financiación con el gobierno nacional para poder efectuar esta capacitación.
- ACOFI y las facultades de ingeniería deben aprovechar las relaciones y la representatividad internacional que instituciones y profesionales colombianos tienen, para poder rápidamente integrar a las Facultades de Ingeniería a estas redes.

## 5. BIBLIOGRAFIA

Varela V. Rodrigo. "Centro de Creatividad. Innovación y Desarrollo Empresarial". Universidad del Valle, Cali, Abril 1994.

Varela V Rodrigo "Centro de Creatividad Innovación y Desarrollo Tecnológico. IDEAR". Universidad del Valle, Cali Diciembre 1993.

Varela V Rodrigo "Propuesta para programas de Experiencias Organizacional con el plan de Ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Cali, Diciembre 1985.

Varela V Rodrigo "Educación Empresarial y de los Profesores que? Publicaciones ICESI No 58, Cali, Enero - Marzo 1996.

Varela V Rodrigo "Innovación Empresarial: Nuevo Enfoque de Desarrollo". ICESI, Cali, 1991.

Monitor "Knowledge to action". Bostón 1993.

## 6. ACLARACION

Este artículo es el resumen de un artículo con el mismo título que se había preparado para el seminario de ACOFI. El artículo completo se puede solicitar al Centro de Documentación del CDEE-ICESI.

Fax: (572) 5552345

A.A: 25608 Cali-Colombia

email: rvarela@homero.icesi.edu.co

varela@pino.univalle.edu.co



# CONSULTORIO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO

**Argenis Arias Navarro, Profesora**  
**María Elicenia Castrillón González, Directora Servicios Tecnológicos**  
**Iván Enrique Ramos Calderón, Decano**  
**Facultad de Ingeniería - Universidad del Valle**  
**Apartado Aéreo 25360 Cali. COLOMBIA**

## RESUMEN

La Universidad del Valle para consolidar un Sistema de Innovación y Transferencia de Tecnología, considera fundamental lograr mecanismos que le permitan establecer una renovación pedagógica y una integración de la ciencia a los problemas del desarrollo económico colombiano. De ahí la necesidad de constituir el Consultorio Tecnológico como herramienta de un proceso de cambio y de actitud frente a una dinámica tecnológica que se constituye cada vez con más fuerza, en una de las principales ventajas competitivas dentro de una economía globalizada. En este sentido, la Universidad del Valle, viene trabajando en un Programa que:

- Forme al estudiante con una visión objetiva y amplia del sector productivo nacional y del desarrollo tecnológico del país, de tal forma que lo coloque como un elemento dinamizador y en perspectiva de construcción de empresa.
- Participe en la búsqueda, adaptación e innovación de tecnologías para el desarrollo y fortalecimiento del sector industrial, sobre la base de investigación aplicada.

El Consultorio Tecnológico tiene como principales actores a los estudiantes de los diferentes programas académicos de la Facultad de Ingeniería, quienes a través de Visitas Industriales y Trabajos de Grado, bajo la orientación y dirección de los docentes de la Facultad, puedan participar en la búsqueda de soluciones a problemas específicos de la pequeña y mediana empresa regional de los sectores industrial y agroindustrial. Otros actores, igualmente importantes, son los docentes, quienes mediante sus conocimientos e investigaciones aplicadas contribuyen al mejoramiento de procesos productivos y productos de la industria.



Como metas específicas el Consultorio Tecnológico plantea:

- Fomentar, principalmente, en los pequeños y medianos empresarios la importancia de la asesoría de seguimiento tecnológico.
- Promover la aplicación de normas de calidad y seguridad industrial en la producción de bienes y servicios de los pequeños y medianos empresarios.
- Estimular en el empresario una cultura del trabajo cooperativo como uno de los mecanismos para mejorar la calidad, la productividad y la competitividad de sus empresas.

## INTRODUCCION

La Relación Universidad-Empresa se ha constituido para la Universidad del Valle y en particular para la Facultad de Ingeniería, en una de sus principales preocupaciones y como tal está llevando a cabo un programa que le permita establecer una verdadera coordinación de apoyo institucional con el sector empresarial, así como también un cambio de mentalidad en las nuevas generaciones de profesionales logrando con ello un desarrollo bilateral, tanto del estudiante que adquiere experiencia a través de la consultoría liderada por profesores, la práctica industrial con apoyo docente o el trabajo de grado conducente a título, como del empresario que encuentra en la Universidad una respuesta a sus problemas dentro de sus posibilidades, que le permita ser productivo y competitivo.

Con este programa la Universidad busca, además, incentivar en las nuevas generaciones de profesionales la necesidad de crear sus propias empresas, imprimiéndole un nuevo sentido a ese emprendimiento, como es el de la Innovación Tecnológica.

El programa se desarrollará en tres áreas principales:

- **Area Académica-Curricular:** El principal elemento de esta área lo constituyen los estudiantes, a quienes a través del primer curso de Espíritu Emprendedor se le incentiva para que descubra en él, las habilidades emprendedoras y sus posibilidades de éxito, así mismo, se le dan las bases teóricas que le permitan desarrollar un Plan de Negocios mediante el cual pueda identificar las posibilidades reales de su proyecto y es allí, mediante una participación activa y dinámica, que los profesores desarrollan su papel fundamental.

Dentro de esta área el estudiante puede, además, desarrollar las prácticas industriales y trabajos de grado en coordinación con el empresario interesado y bajo la dirección de un profesor universitario, quien será el responsable de apoyar con sus conocimientos en el tema, la actividad



académica del estudiante o los estudiantes comprometidos. En estas actividades el empresario asumirá el costo por la transferencia del conocimiento y de la tecnología que allí se desarrolle.

- **Area de Interrelación con el Sector Empresarial:** En esta área los profesores universitarios serán elementos fundamentales, pues son ellos, como especialistas formados por la Universidad en las diferentes áreas del conocimiento, los llamados a generar una dinámica investigativa aplicada y destinada a dar respuesta a las demandas tecnológicas, mejoramientos en los procesos productivos y de servicios de las organizaciones de la región y del país que así lo requieran.
- **Area de Investigación y Desarrollo:** Con esta área se busca generar una dinámica investigativa ° permita adaptar, asimilar e innovar tecnologías de punta, así como capacitar sistemáticamente al recurso humano del sector productivo y a los nuevos profesionales en el manejo de los avances tecnológicos, incorporando a mediano y largo plazo una metodología para la apropiación e implantación de éstos en las áreas productivas de la región y del país.

## MISION

“Contribuir al desarrollo tecnológico a través de la formación de profesionales creativos e innovadores que respondan a necesidades competitivas del sector empresarial y en la capacitación del capital humano de las empresas para enfrentar los retos que impone una economía globalizada, integrando para ello las áreas Académico-Curricular, de Interrelación con el sector empresarial y de Investigación y Desarrollo con las cuales se de un gran impulso a la asimilación, apropiación, incorporación y desarrollo de tecnologías, proporcionales y apropiadas a las necesidades y condiciones de la región y del país.”

## OBJETIVOS

El trabajo del Consultorio se enmarca en tres áreas: La Académica-Curricular, la de Interrelación con el Sector Productivo y la de Investigación y Desarrollo. Por lo tanto, sus objetivos han sido diseñados de acuerdo a cada una de las áreas involucradas.

## OBJETIVO GENERAL

Desarrollar sobre la base de la investigación aplicada a la búsqueda y adaptación de nuevas tecnologías, una sólida relación de la Universidad con el sector productivo, trabajando al interior de la Universidad por una estructura académica flexible y ágil que posibilite las condiciones apropiadas para la investigación, innovación y apropiación de las demandas tecnológicas inherentes al avance de la región y el país.



## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Participar en la elaboración, desarrollo e implantación del proyecto curricular Consultorio Tecnológico encaminado a formar al estudiante con una visión objetiva y amplia del sector productivo regional y nacional, así como del desarrollo económico del país, de tal forma que lo coloque en una perspectiva de construcción de empresa.
- Trabajar en la planeación y organización de un proceso específico sobre espíritu emprendedor y empresarial en el que mediante un trabajo de interrelación profesor- alumno se estimule al estudiante la creatividad, contribuyendo en su formación como "persona visionaria, capaz de enfrentar retos en un contexto de continuos cambios, con el empuje suficiente para mantenerse en la búsqueda de sus objetivos hasta lograrlos, sin dejarse influenciar por las adversidades. Es decir, personas que no cesen en su empeño de llevar sus metas a feliz realidad".
- Organizar la vinculación de los estudiantes al estudio específico y búsqueda de respuestas a los problemas de la pequeña, mediana y gran industria regional, a través de los cursos de Visitas Industriales y el Proyecto de Grado, los cuales deben ser sistemáticamente dirigidos y supervisados tanto por la Universidad como por la Empresa beneficiada, lo que se constituye en verdadera oportunidad de formación y experiencia para el estudiante.
- Trabajar en la vinculación de personas especialistas del sector productivo para integrarlas a las actividades académicas del Programa Consultorio Tecnológico, mediante cursos regulares, seminarios y conferencias sobre temas concretos del sector industrial al cual pertenecen.
- Crear el Centro de Información y Documentación Técnico y Tecnológico especializado, como punto de apoyo a la investigación, formación de los elementos involucrados y a los proyectos que se desarrollen en el Consultorio Tecnológico.
- Trabajar en estrecha relación con los Institutos de Investigación, Corporaciones Mixtas, Centros de Investigación y Desarrollo y en general con Centros de Transferencia Tecnológica comprometidos en la Relación Universidad-Empresa.

## LOGROS

En enero de 1995 se firmó un Convenio de Cooperación Interinstitucional entre la Universidad del Valle y el Instituto Departamental para el Desarrollo de la Microempresa (INDEMIC), entidad estatal dedicada al fomento de la micro, pequeña y mediana empresa en el Valle del Cauca. Este Convenio contempla la estructuración de un Plan Operativo que en sus inicios estará orientado a apoyar empresas de Alimentos, Metalmecánicas y Fabricantes de Muebles en cuanto a creación, consolidación, productividad y tecnología.



En la actualidad, el Consultorio Tecnológico ha logrado:

- Motivar a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería acerca de la importancia de mirar su futuro con un "Espíritu Emprendedor". Este logro se ha llevado a cabo, entre otros, con la participación de empresarios creativos que han querido contribuir con la Universidad en este propósito.
- Realizar trabajos de apoyo y asesoría tecnológica a pequeños empresarios agroindustriales en el área de alimentos para la conformación de pequeñas unidades productivas de derivados lácteos, procesamiento y conservación de frutas, procesamiento de vinos y purificación y envase de miel de abeja.
- Apoyar, con servicios de análisis y ensayos de laboratorio, a pequeños productores de la región.
- Contribuir a la institucionalización de la relación Universidad - Empresa mediante la organización de cursos sobre transferencia tecnológica, propiedad industrial, incubación de empresas y también foros abiertos entre empresarios y académicos.

## CONCLUSIONES

- Con base en los resultados obtenidos hasta ahora y por el hecho de no contar en Colombia con una experiencia específica similar que coloque como condición el trabajo conjunto Universidad-Empresa para adelantar tareas de gestión tecnológica justifica todo el impulso que la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle le está dando a este programa.
- En Colombia, aunque por más de 25 años se ha realizado algún trabajo de apoyo y capacitación en el campo administrativo y concentrado algunos esfuerzos financieros en la pequeña y mediana empresa, su atención en cuanto a los aspectos técnico y tecnológico es de alta precariedad, debido a los costos elevados de equipamiento tecnológico moderno y falta de recurso humano de excelente nivel; ésto hace necesario reforzar con instrumentos concretos este campo, más hoy que vivimos un proceso de apertura económica que nos obliga a ser competitivos si queremos sobrevivir en un mercado globalizado.
- Si se pretende que las pequeñas y medianas empresas de la región y del país se inscriban dentro de un proceso de calidad- productividad y competitividad es necesario dotar la infraestructura científico- tecnológica del país de herramientas tipo Consultorio Tecnológico que sean instrumentos de Transferencia en la relación Universidad- Empresa.
- En la actualidad se adelanta un trabajo conjuntamente con FEPICOL (Federación Propulsora de Industrias Colombianas), gremio empresarial y el INDEVAL (Instituto para el Desarrollo



Empresarial del Valle del Cauca), entidad pública de fomento, con el objeto de "construir" el *Consultorio Tecnológico*, como un instrumento de apoyo a las políticas de desarrollo empresarial del Valle del Cauca a través de los Servicios Tecnológicos que presta la Universidad del Valle, complementados con los de otras Universidades de la región.

## REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

1. LANZAS Antonio, et al. El Estabón Roto, Mayo 1985, Santafé de Bogotá, Pág. 152, 178, 181.
2. SANCHEZ Myriam, et al. Gerencia de Proyectos: de la Innovación Tecnológica al Exito Comercial, Memorias del Primer Taller. Diciembre de 1995, Santiago de Cali, Pag. 29, 35.
3. SANCHEZ Alfonso, Programa Emprendedor Universitario, Caso ITESM, Curso "Formación de Gestores Tecnológicos Universitarios", Santiago de Cali, Julio 1996.
4. GALARZA Jaime, Discurso de posesión como Rector de la Universidad del Valle, Agosto de 1991.



# ESTRUCTURAS DE CLASE, ORIENTACIÓN MOTIVACIONAL Y APRENDIZAJE AUTORREGULADO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA : ESTUDIO DE UN CASO\*

**Miguel Ángel Sierra Baena\*\***  
**Universidad Nacional de Colombia**

## **Resumen**

En este artículo se presenta una investigación exploratoria que ha buscado, principalmente, conocer qué ocurre con la Orientación Motivacional y con el Aprendizaje Autorregulado de estudiantes de un curso teórico-práctico (perteneciente al currículo de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Nacional de Colombia en Medellín) al emplear un modelo pedagógico ("Técnica de Enseñanza Integradora"). Después de detallar este modelo y de describir y hacer explícitos los componentes de la Orientación Motivacional y del Aprendizaje Autorregulado, en la investigación se adapta y perfecciona un cuestionario (MSLQ), utilizado para indagar sobre dichos componentes, y se aplica a los estudiantes involucrados para analizar sus perfiles de Orientación Motivacional y Aprendizaje Autorregulado. Este trabajo aporta al esclarecimiento de posibles relaciones, sugeridas por otras investigaciones, entre un modelo pedagógico y la forma como los estudiantes que en él participan emplean las diferentes estrategias de conocimiento en función de: a) el valor que atribuyan a sus actividades académicas, b) las reacciones que estas despiertan en ellos, y c) cuán responsables se sienten de su desempeño en dichas actividades. Según los resultados obtenidos, la estructura de clase empleada podría haber influido positivamente en la Orientación Motivacional y en el Aprendizaje Autorregulado de los estudiantes que participaron en el estudio. Tales resultados animan a emplear modelos similares en nuevas experiencias didácticas que como ésta intenten mejorar la calidad de la enseñanza en el contexto universitario.

\* Sobre esta investigación se presentó un avance en el IV Congreso Nacional de Profesores Universitarios, en Medellín, marzo de 1996.

\*\* Ingeniero de Petróleos de la Facultad Nacional de Minas, M.Sc. en Geología, de la misma Facultad, candidato a M.Sc. en Educación, con Énfasis en Docencia Universitaria, de la Universidad Pedagógica Nacional. Profesor de la Facultad de Minas, A.A 1027, Medellín.



## 1. INTRODUCCIÓN

Hace unos diez años, la Universidad Nacional de Colombia emprendió una reforma de sus planes de estudio que desea, entre otros objetivos importantes, **el propiciar que el estudiante participe más en la construcción de su conocimiento, haciéndose más responsable de su formación.** Buscando algunas respuestas a las múltiples preguntas planteadas (especialmente a la docencia que practicamos) por dicha reforma, y con el fin de iniciar la sistematización de experiencias didácticas al respecto, personales y de otros profesores, el autor inició la investigación de la cual se informa en este escrito, inscribiéndola en el macroproyecto "Metodología de la Docencia en la Educación Superior" de la Universidad Pedagógica Nacional. Al avanzar en el estudio de diferentes pedagogos se entendió mejor que, en toda técnica de enseñanza utilizada, se imparten una serie de "claves" que son interpretadas por los estudiantes y, a partir de estas interpretaciones, construyen creencias, valoraciones y reacciones emocionales con respecto a sus metas de aprendizaje y a las actividades que conducen a ellas; tales interpretaciones pueden influir también sobre las estrategias y gestiones empleadas por los estudiantes para aprender. En este orden de ideas parecería que técnicas de enseñanza inspiradas en pedagogías que favorezcan la continuidad entre el deseo y la voluntad de aprender de los estudiantes -las pedagogías llamadas hedonistas (1)- tales como las que en este estudio denominamos integradoras, podrían conducir a uno de los fines principales de la reforma académica en la Universidad Nacional.

Si, como lo sugieren investigaciones previas (2, 3 p. e.), las estrategias docentes guardan alguna relación con fenómenos de Orientación Motivacional y Aprendizaje Autorregulado (factores emparentados con el fin enunciado de la reforma), en contextos escolares de primaria y secundaria, es preciso continuar con el esclarecimiento de esas relaciones y de las condiciones en las cuales ellas interactúan. Tal esclarecimiento debe irse circunscribiendo a su estudio en contextos delimitados y caracterizando el tipo de acción docente particular, si se desea poder efectuar aportes específicos al desarrollo de planteamientos didácticos y metodológicos. La pregunta -problema de investigación que se intentó dilucidar aquí buscó ser consistente con las expectativas anteriores y se formuló de la siguiente manera: ¿Qué ocurre en la Orientación Motivacional y el Aprendizaje Autorregulado de estudiantes de la Universidad Nacional al aplicar una "Técnica de Enseñanza Integradora"?

## 2. DESARROLLO DEL TRABAJO

### Orientación Motivacional (MOTOR)

En esta investigación, siguiendo la conceptualización más empleada en los últimos años en psicología educativa (2, 3, 4, 5, p. e.), la categoría Orientación Motivacional se relaciona con tres aspectos que corresponden a tres subcategorías de análisis (ver Tabla):

- **Autoeficacia (AUCIA):** Creencias de los discentes acerca de su "capacidad" (en el sentido de hacer que algo ocurra o no, de ser el agente) para realizar labores académicas y su convencimiento de ser responsables, o no, del desempeño en estas labores.
- **Valor Intrínseco (VALOR):** Interés que las labores académicas despiertan en los estudiantes y la importancia que concedan a dichas labores.



• **Emotividad (EMOTIV):** Reacciones emocionales (ansiedad, culpa, pena, disgusto, etcétera) de los estudiantes ante las labores académicas; la más importante de tales reacciones, según investigaciones anteriores, parece ser la ansiedad ante actividades evaluativas.

### Aprendizaje Autorregulado (AUTOR)

Corno y Mandinach(6), caracterizan la categoría Aprendizaje Autorregulado como una gestión empleada por los estudiantes para profundizar y manipular su red conceptual asociada a un tema curricular, así como para evaluar y mejorar dicho proceso de profundización y manejo. Para este aprendizaje se consideran como subcategorías componentes (ver Tabla):

• **Estrategias Cognoscitivas (COGNO).** Con este término se designan las siguientes actividades utilizadas por los alumnos para entender y recordar lo esencial de un tema: i) identificación y comprensión de códigos del lenguaje experto, ii) conversión de estos códigos a su lenguaje natural, iii) generalización de las dos actividades anteriores a nuevas situaciones de aprendizaje. Tales actividades las empleará, por ejemplo, quien intente entender lo que el profesor expresa o quien trate de aplicar un conocimiento previo.

• **Autorregulación (ARRE).** Se refiere a la administración, por parte de los estudiantes, de las condiciones requeridas por actividades académicas y a las gestiones empleadas por ellos para el planeamiento, observación, comprobación y modificación de las operaciones de su conocimiento. A la Autorregulación apelará, por ejemplo, quien intente identificar sus dificultades para comprender un tema de estudio.

TABLA. Categorías y subcategorías de análisis empleadas.

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	
	Individuales	Grupales
Orientación Motivacional	M — Autoeficacia O — (AUCIA) T — Valor Intrínseco O — (VALOR) R — Emotividad (EMOTIV)	AUCIAG — M O VALORG — T O EMOTIVG — R G
Aprendizaje Autorregulado	A — Estrategias U — Cognoscitivas T — (COGNO) O — Aprendizaje R — Autorregulado (ARRE)	COGNOG — A U ARREG — T O R G

En este aprendizaje, como su nombre lo indica, son los estudiantes los agentes y controladores de los procesos mentales involucrados. El papel del docente (y de la institución educativa en la cual se encuentre) es el de facilitador e incitador del desarrollo de habilidades de pensamiento de los alumnos mediante el ensayo con diferentes técnicas de enseñanza.



### **Técnica de enseñanza integradora**

Con este nombre se designan aquellas estructuras de clase que busquen propiciar y aumentar la interacción entre los estudiantes, entre estos y sus profesores y entre unos y otros con el conocimiento, mediante procedimientos francos, no memorísticos, reflexivos y críticos, que impliquen, en forma más o menos constante, procesos de negociación para llegar a consensos. La participación creciente del estudiante en el control y administración de su aprendizaje para enriquecer su mundo interno (con el docente en el papel de "incitador" permanente de tal participación) es meta colateral del empleo de estas estructuras. Las actividades que conformaron la estructura de clase utilizada en esta investigación se detallan en el Anexo A.

Los análisis y conclusiones de investigaciones anteriores (2, 3, 4, p.e.) han venido señalando que las formas de enseñanza -técnicas/estructuras de clase- en alguna manera crean condiciones para que el estudiante, a través de la percepción y valoración de esas actividades, elabore atribuciones acerca de en qué medida se experimenta actor de sus comportamientos académicos; así mismo, y en relación con ello, cómo emplea un tipo u otro de Estrategias Cognoscitivas y de aprendizaje en función del valor que atribuye a las metas a que aspira y a las actividades que juzga conducirán a ellas. Así, Pintrich y De Groot (2) sugieren que, generalmente, Autoeficacia, y Valor Intrínseco altos están asociados a niveles altos en el uso de Autorregulación y de Estrategias Cognoscitivas y exhortan a tener en cuenta estos factores a la hora de diseñar las diferentes técnicas de enseñanza. En el planteamiento teórico asumido en el trabajo investigativo del cual se informa en estas líneas, el papel de las técnicas de enseñanza con respecto a la Orientación Motivacional y el Aprendizaje Autorregulado, no se entiende inscrito en una relación de causa-efecto. Ellas son entendidas más bien como oportunidades, circunstancias que brindan elementos que los sujetos asumen desde sus interpretaciones para actuar con éstas en esas situaciones.

### **Unidad de análisis**

Como unidad de análisis se trabajó con los estudiantes que, durante el segundo semestre académico de 1995, se matricularon en Fluidos de Perforación, curso teórico-práctico, a cargo del autor, y adscrito al programa de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Nacional en Medellín. Estos discentes cursaban entre el quinto y décimo nivel de Ingeniería, su edad promedio era de 22 años, pertenecían a clase social entre media y baja; casi todos eran del sexo masculino y habitaban, con sus familias, dentro del Área Metropolitana de Medellín.

### **Diseño investigativo**

El diseño empleado -una cuasi-etnografía, aproximación al diseño del modelo etnográfico, de gran aplicación en la investigación educativa reciente (7, 8, 9)- tomó elementos del correspondiente a la investigación etnográfica -principalmente su flexibilidad que permite un tratamiento no lineal (causa-efecto) de problemáticas en poblaciones muy reducidas como las estudiadas en este trabajo- y del correspondiente al estudio de casos -fundamentalmente en lo que se refiere al estudio de un grupo único, del cual se recogió información antes y después de participar en una experiencia didáctica-. Aquí vale la pena resaltar que en esta investigación no se contó con un grupo de control, no se establecieron hipótesis de trabajo que debiesen ser probadas o refutadas y no se buscó derivar generalización alguna de los resultados obtenidos.



### **Instrumentos para recoger la información**

Se utilizó una modificación del MSLQ, cuestionario cerrado y autorreferido propuesto por Pintrich y De Groot (2), con el cual se recogieron datos sobre la Orientación Motivacional y el Aprendizaje Autorregulado de los estudiantes involucrados en la investigación. El MSLQ aplicado se encuentra en el Anexo B

Para completar cualitativamente la información recogida con el MSLQ, se pidió a los estudiantes participantes elaborar dos escritos personales: uno para tratar de conocer sus relaciones familiares y sus expectativas al ingresar a la universidad, y otro que buscó averiguar su percepción de las experiencias didácticas en la Universidad Nacional.

### **Procedimiento**

- Durante tres semestres se refinó el MSLQ, probándolo en diferentes universidades de Medellín. Luego se sometió a crítica de expertos.
- Al empezar el segundo semestre de 1995 se definió la unidad de análisis a usar y se le aplicó por primera vez el MSLQ para conocer el estado inicial y general de la Orientación Motivacional y el Aprendizaje Autorregulado de cada estudiante y del grupo.
- Experimentación con la técnica de enseñanza integradora, entre agosto de 1995 y febrero de 1996.
- Nueva aplicación del MSLQ para averiguar sobre el estado de la Orientación Motivacional y el Aprendizaje Autorregulado de los estudiantes después de utilizar la Técnica de enseñanza integradora, primera semana de febrero de 1996.
- Entre las dos aplicaciones del MSLQ los estudiantes elaboraron los escritos personales.
- Durante el primer semestre de 1996 se tabuló, sistematizó y analizó la información obtenida con el MSLQ y los escritos personales, como paso inicial se asignaron puntajes entre 10 (generalmente para la opción "nunca") y 50 (generalmente para la opción "siempre") a cada una de las selecciones hechas por los estudiantes en la escala de frecuencia del MSLQ. Finalmente se reunió a los estudiantes participantes, para discutir los resultados. Allí se decidió publicar solo los resultados grupales.

## **3. RESULTADOS Y DISCUSION**

Al analizar los cambios registrados para cada estudiante en su Autoeficacia, Valor intrínseco, Emotividad, uso de Estrategias Cognoscitivas y Autorregulación, y de establecer sus perfiles para Orientación Motivacional y Aprendizaje Autorregulado, se encontró que, después de interactuar con el modelo pedagógico empleado, en la mayoría de los estudiantes involucrados aumentó levemente la categoría Orientación Motivacional, el 50% de ellos reportó aumento leve tanto en esta categoría como en el Aprendizaje Autorregulado. Además, en la mayoría de los discentes aumentó bastante la subcategoría Emotividad y disminuyó Valor Intrínseco. Puntajes altos (por encima de 40) en Autoeficacia correspondieron, generalmente, a puntajes altos en el uso de Estrategias Cognoscitivas. La subcategoría Autorregulación fue, en la mayoría de los casos, la



que mostró los valores más bajos. Los resultados grupales\* (ver Figura) confirman estas tendencias.

Los resultados coincidieron generalmente con los obtenidos, para estudiantes de primaria y secundaria, en otras investigaciones (2, 3, p.e.) en donde los niveles alcanzados (aumento o disminución) en Orientación Motivacional correspondieron a los logrados en Aprendizaje Autorregulado. En nuestro caso el aumento en la subcategoría Emotividad parece clave a la hora de apreciar lo sucedido en la experiencia: el examen del MSLQ empleado permite ver que un incremento de puntaje en esta subcategoría significa estar más atraído por el desafío de las actividades, sentir más culpa por el poco aprovechamiento personal (Autorreferencia), a la vez que disminuir la ansiedad ante pruebas y la falta de seguridad en el conocimiento. Así pues, si alguna relación se estableciera entre la Técnica de Enseñanza Integradora empleada en este trabajo y la Emotividad, debería ser entonces que la primera favoreció en alguna medida al desarrollo de una orientación afectiva-motivacional más positiva hacia el propio aprendizaje, en un clima de distensión frente a las notas, de reto por el mejoramiento personal y de interacción social más abierta y franca entre estudiantes y profesor. Este aspecto parece tener una confirmación clara con los datos suministrados en los escritos elaborados por los estudiantes.

Con respecto a la disminución de Valor Intrínseco, podría pensarse que ocurrió un fenómeno hallado en otro trabajo investigativo(10): si en las actividades que configuran la estrategia didáctica no perciben los estudiantes suficiente variedad y novedad, el Valor Intrínseco tiende a disminuir debido a la rutinización del trabajo académico; inclusive las actividades que en un principio aparecían como desafiantes y novedosas, pudieran llegar a ser percibidas como fáciles y sin ningún interés intrínseco, debido a su carácter repetitivo. También puede haber ocurrido que el manejo de las estructuras de tarea utilizadas en la Técnica de Enseñanza Integradora no haya sido encontrado por los estudiantes como de su incumbencia directa, es decir, que quizá se pudo percibir poco espacio de elección personal dada la programación previa por parte del profesor.

En trabajos anteriores(2) se ha encontrado que el Valor Intrínseco va asociado a Autoeficacia y a uso de Estrategias Cognoscitivas; en esta investigación, la leve disminución en Autoeficacia (a nivel grupal) podría deberse a la disminución en Valor Intrínseco, pero no se explicaría el aumento en el uso de Estrategias Cognoscitivas. Esta y otras preguntas nos ha dejado este proceso investigativo, preguntas que nos animan a continuar la reflexión, aquí iniciada, sobre nuestra docencia.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

-Se confirma la importancia de tener en cuenta, a la hora de configurar las estructuras de clase, los factores Autoeficacia, Valor Intrínseco, Emotividad, uso de Estrategias y Autorregulación de los estudiantes involucrados, de modo que tales estructuras busquen mejorar los objetivos formadores en la autonomía personal de la enseñanza universitaria. Así mismo, el papel vital de la participación y toma de decisiones por parte de los alumnos en lo referente a las actividades

\* Los resultados individuales y su discusión pueden ser solicitados al autor, A.A. 1027 de Medellín.



académicas se vuelve a revelar a la luz de los resultados de este trabajo investigativo en docencia en ingeniería.

-De lo expresado en forma escrita y verbal por los estudiantes partícipes en la investigación, se deriva que es excepcional, en las asignaturas por ellos cursadas hasta el momento, el uso de estrategias diferentes a aquellas donde prima el protagonismo del docente y la normatividad rigurosa.

-El clima de trabajo académico ofrecido por la Técnica integradora aquí desarrollada -según lo percibido y expresado por los estudiantes involucrados en el estudio- augura las mejores perspectivas para las formas de enseñanza y evaluación menos tensionantes y punitivas, que den mayor participación a los estudiantes en la toma de decisiones, y que sean más interactivas con el conocimiento por construir .

-Un desafío particular para el diseño y puesta en práctica de modelos pedagógicos (especialmente en el ámbito universitario) es el de proponer variedad y novedad de actividades académicas, si se busca promover la dinámica motivacional basada en el Valor Intrínseco de las estructuras de tarea. Si estas no se van dinamizando, a medida que avanza un curso, con nuevos elementos que resulten retadores para los estudiantes, éstos terminarán por acostumbrarse a la rutina y ello puede afectar negativamente su motivación.

-En el contexto universitario vale la pena buscar mecanismos para generalizar la experimentación con aproximaciones al modelo pedagógico aquí desarrollado pues podría contribuir a la formación de un estudiante más comprometido con el conocimiento e intelectualmente autorreferido. Tal modelo puede recomendarse como una transición hacia pedagogías más intensivas.

## 5. PROYECCIONES DE LA INVESTIGACION

Muy gratificante fue lograr durante el desarrollo de este trabajo: 1) motivar a algunos profesores de la Sede de Medellín de la Universidad Nacional para que estudien las posibles relaciones entre las estructuras de clase que emplean en sus cursos y la Orientación Motivacional y el Aprendizaje Autorregulado de sus estudiantes; estos profesores conformaron un grupo multidisciplinario que preparó y presentó una propuesta de investigación en docencia universitaria; y 2) involucrar a varios docentes y estudiantes de instituciones de carácter privado, tales como la Fundación Universitaria Luis Amigó, la Corporación Tecnológica de Colombia y la Universidad de San Buenaventura\* .

## NOMENCLATURA

A.A.	: Apartado Aereo.
ARRE	: Subcategoría Autorregulación.
ARREG	: Subcategoría Autorregulación (grupal).
AUCIA	: Subcategoría Autoeficacia.
AUCIAG	: Subcategoría Autoeficacia (grupal).
AUTOR	: Categoría Aprendizaje Autorregulado.

\* Los resultados de estas dos gestiones serán objeto de un artículo posterior



AUTORG : Categoría Aprendizaje Autorregulado (grupal).  
 COGNO : Subcategoría Estrategias Cognoscitivas.  
 COGNOG : Subcategoría Estrategias Cognoscitivas (grupal).  
 EMOTIV : Subcategoría Emotividad.  
 EMOTIVG : Subcategoría Emotividad (grupal).  
 h. : Hojas.  
 MOTOR : Categoría Orientación Motivacional.  
 MOTORG : Categoría Orientación Motivacional (grupal).  
 M.Sc. : Maestro en Ciencias.  
 MSLQ : Motivated Strategies for Learning Questionnaire.  
 p. : Página.  
 p.e. : Por ejemplo.  
 VALOR : Subcategoría Valor Intrínseco.  
 VALORG : Subcategoría Valor Intrínseco (grupal).  
 Vol. : Volumen.

## REFERENCIAS

1. MOCKUS, A., ET AL. Las fronteras de la escuela. Articulaciones entre conocimiento escolar y conocimiento extraescolar. Sociedad Colombiana de Pedagogía -Cooperativa Editorial MAGISTERIO, 1995. Santafé de Bogotá. 132 p.
2. PINTRICH, P., and DE GROOT, E., Motivational and selfregulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*. 1, 1990, Arlington, 33-40.
3. AMES, C., Classrooms : Goals, structures, and student motivation. *Journal of Educational Psychology*. 3, 1992, Arlington, 261-271.
4. SKINNER, E., WELLBORN, J., and CONNELL, J., What it takes to do in school and whether of perceived control and children's engagement and achievement in school. *Journal of Educational Psychology*. 1, 1990, Arlington 22-32.
5. PINTRICH, P., MARX, R., and BOYLE, R. Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*. 2, 1993, Ann Arbor, 167-199.
6. CORNO, L. and MANDINACH, E., . The role of cognitive engagement in classroom learning and motivation. *Educational Psychologist*, 18, 1983, 88-108.
7. BALDERRAMA, C. M., El diseño investigativo en la investigación cualitativa con enfoque etnográfico.. Memorias del II Seminario Nacional de investigación Cualitativa. Medellín. 1994, Medellín, 120 h.
8. GOETZ, J y LECOMPTE, M., Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa. Ediciones MORATA, 1988, Madrid. 380 p.
9. MARTINEZ, M., La investigación cualitativa etnográfica en educación. Editorial Texto S.R.L. 1991, Caracas. 169 p.
10. MARROQUIN, M. Relaciones entre componentes motivacionales de logro con estructura de tarea, en una alternativa metodológica de proyectos investigativos. Tesis de Grado Magister en Docencia Universitaria. Universidad Pedagógica Nacional, 1994, Santafé de Bogotá, 209p.



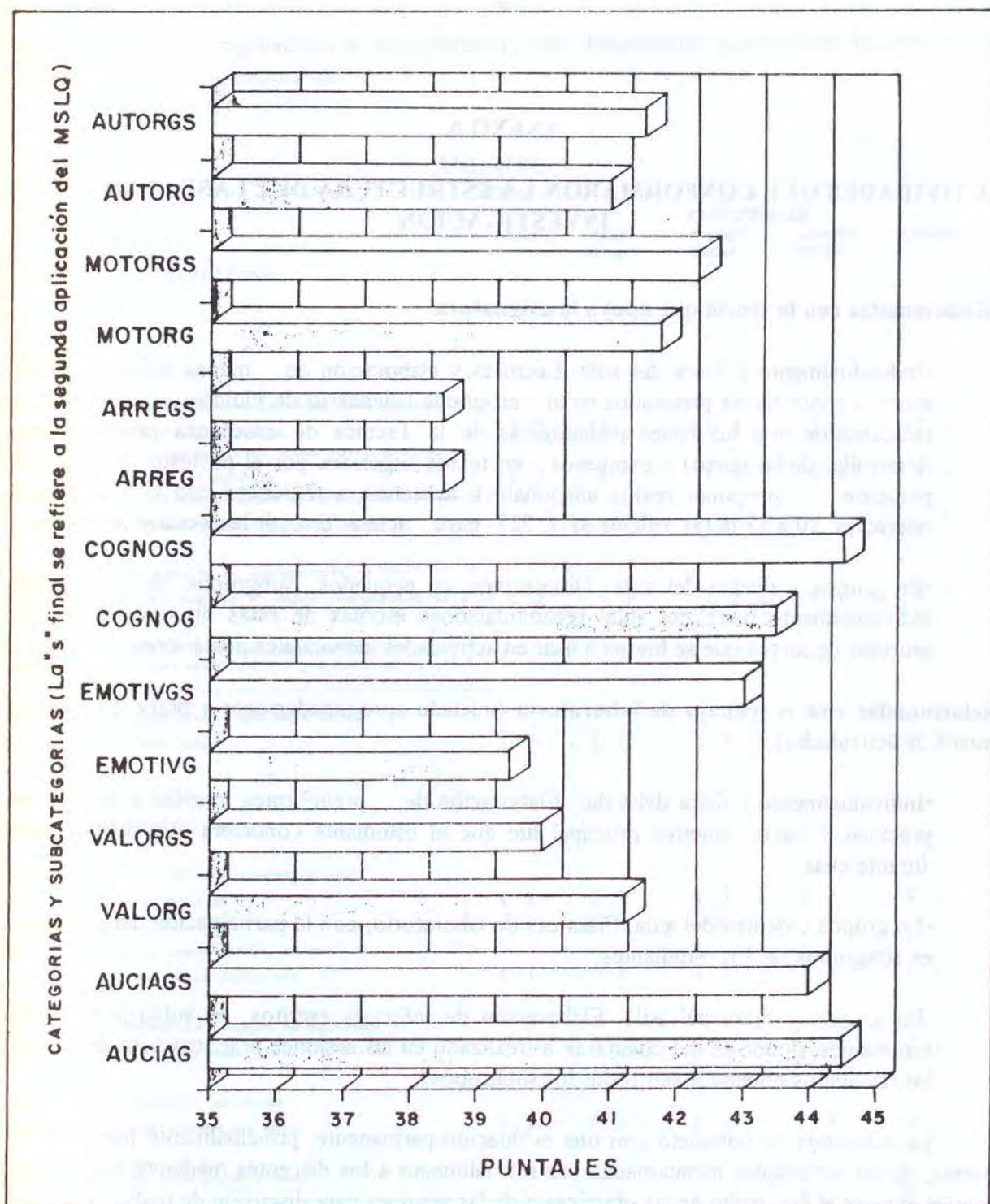


Figura . Comparación, entre primera y segunda aplicaciones del MSLQ, de los resultados grupales obtenidos para las categorías y subcategorías de análisis. Curso de fluidos de perforación.



## ANEXO A

**ACTIVIDADES QUE CONFORMARON LA ESTRUCTURA DE CLASE USADA EN LA INVESTIGACION****-Relacionadas con la teoría que apoya la asignatura**

- Individualmente y fuera del aula. Lecturas y elaboración de mapas conceptuales y/o escritos sobre temas precisados en el programa calendario de Fluidos de Perforación (o relacionados con las bases pedagógicas de la Técnica de enseñanza propuesta para desarrollar dicho curso) y expuestos en textos sugeridos por el profesor (los discentes pudieron proponer textos adicionales); asistencia a reuniones con el profesor - miércoles, 10 a 12 horas, oficina M-1, 227- para aclarar/discutir las lecturas anteriores.

- En grupos y dentro del aula. Discusiones, en pequeños subgrupos, de lo efectuado individualmente fuera del aula; recapitulaciones escritas de estas discusiones; lecturas grupales de textos que se fuesen a usar en actividades individuales posteriores.

**-Relacionadas con el trabajo de laboratorio (iniciado aproximadamente a partir de la cuarta semana de actividades).**

- Individualmente y fuera del aula. Elaboración de preinformes, previos a las sesiones prácticas y cuyo objetivo principal fue que el estudiante conociera qué debería hacer durante ellas.

- En grupos y dentro del aula. Prácticas de laboratorio, con la participación del profesor y en subgrupos de dos estudiantes.

- En grupos y fuera del aula. Elaboración de informes escritos, en subgrupos de dos estudiantes, donde se dio cuenta de lo realizado en las sesiones prácticas y se discutieron los resultados obtenidos por todos los subgrupos.

La estructura se completó con una evaluación permanente, principalmente por parte del docente, de las actividades mencionadas: se retroalimentó a los discentes mediante comentarios verbales durante el desarrollo de las prácticas o de las sesiones para discusión de textos, y apuntes (así como comentarios verbales) a todo tipo de elaboración escrita (mapas conceptuales, preinformes, informes). La autoevaluación de los estudiantes también fue tomada en cuenta.

Nuestra "Técnica de enseñanza integradora" se concibió como una experiencia didáctica, como elemento "manipulable"; las categorías de análisis (Orientación Motivacional y Aprendizaje Autorregulado) y sus subcategorías (Autoeficacia, Valor Intrínseco, Emotividad, Estrategias



Cognoscitivas y Autorregulación) se consideraron como dimensiones susceptibles de alterarse en la interacción con dicha estructura.

## ANEXO B

## MSLQ

## PUNTO

## NUNCA

CASI  
NUNCA

## FRECUENCIA

ALGUNAS  
VECESMUCHAS  
VECES

## SIEMPRE

## 1. ORIENTACIÓN MOTIVACIONAL

## 1.1 AUTOEFICACIA

- 1.1.1 Creo tener las condiciones requeridas para obtener buenos resultados de aprendizaje ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
- 1.1.2 Estoy seguro de poder aprender todos los conceptos de una asignatura de la carrera. ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
- 1.1.3 Estoy seguro de que puedo hacer un excelente trabajo en las tareas asignadas en un curso. ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
- 1.1.4 Cuando los resultados de mi aprendizaje no son satisfactorios creo que soy el único responsable de ello ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
- 1.1.5 Escriba una causa por la cual, cree usted, los estudiantes obtienen resultados muy buenos en su aprendizaje: \_\_\_\_\_
- Con cuál frecuencia siente que para usted pueda aplicarse esa causa. ( ) ( ) ( ) ( ) ( )

## 1.2 VALOR INTRÍNSECO

- 1.2.1 Prefiero evitar el trabajo académico que represente un reto para mí. ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
- 1.2.2 Aunque me parezcan importantes, aplazo para más tarde los temas difíciles. ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
- 1.2.3 A los temas importantes, aunque me parezcan difíciles, les dedico tiempo extra. ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
- 1.2.4 Creo que puedo utilizar en otras asignaturas lo que aprendo en ésta. ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
- 1.2.5 Me gusta aprender para sacar buenas notas. ( ) ( ) ( ) ( ) ( )

## 1.3 EMOTIVIDAD

- 1.3.1 Siento cierto temor ante las actividades académicas que me plantean desafíos. ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
- 1.3.2 Cuando presento una prueba (ensayo, examen, informe,



proyecto) tengo un sentimiento de desasosiego. ( ) ( ) ( ) ( ) ( )

PUNTO	FRECUENCIA				
	NUNCA	CASI NUNCA	ALGUNAS VECES	MUCHAS VECES	SIEMPRE
1.3.3 Cuando me va mal en una prueba me disgusta que mis compañeros se enteren.	( )	( )	( )	( )	( )
1.3.4 Cuando presento una prueba pienso que lo que respondo o escribo está mal.	( )	( )	( )	( )	( )
1.3.5 Si mis logros de aprendizaje son deficientes, me siento culpable de éllo.	( )	( )	( )	( )	( )

## 2. APRENDIZAJE AUTORREGULADO

### 2.1 ESTRATEGIAS COGNOSCITIVAS

2.1.1 Cuando estudio intento asociar lo que leo con la información obtenida en el aula (comentarios del profesor y de los compañeros, discusiones, resultados de prácticas, etcétera).	( )	( )	( )	( )	( )
2.1.2 Cuando hago un trabajo en casa, trato de recordar lo que el profesor dijo en clase, para guiar mi trabajo.	( )	( )	( )	( )	( )
2.1.3 Cuando estudio, me explico las ideas esenciales con mis propias palabras.	( )	( )	( )	( )	( )
2.1.4 Intento entender lo que expresa un profesor aunque lo que él diga parezca sin sentido.	( )	( )	( )	( )	( )
2.1.5 Utilizo, para elaborar mis tareas en casa, lo que he aprendido en tareas anteriores.	( )	( )	( )	( )	( )

### 2.2 AUTORREGULACIÓN

2.2.1 Antes de iniciar una labor académica, examino qué se necesita para llevarla a cabo.	( )	( )	( )	( )	( )
2.2.2 Al estudiar, trato de identificar mis dificultades para comprender.	( )	( )	( )	( )	( )
2.2.3 Cuando inicio una sesión de estudio, pienso cómo voy a hacer para aprender.	( )	( )	( )	( )	( )
2.2.4 Cuando realizo algún trabajo académico, me detengo y reflexiono sobre la forma como estoy aprendiendo.	( )	( )	( )	( )	( )
2.2.5 Comparo los resultados obtenidos en una labor académica con los objetivos que me había propuesto.	( )	( )	( )	( )	( )



# **GERENCIA ESTRATÉGICA DE INFORMÁTICA: EVOLUCIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA EN UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**

**Olga L. Giraldo y Alvaro H. Galvis**  
**Universidad de Los Andes**  
**Ingeniería de Sistemas y Computación**  
**e-mail: ogiraldo@uniandes.edu.co**  
**agalvis@uniandes.edu.co**  
**Calle 19A N°1-37E, Tel 286-6185, Fax 284-0796**  
**Santafé de Bogotá, D.C.,-Colombia**

## **RESUMEN**

El departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes lanzó en 1991 el programa de Gerencia Estratégica de Informática (GEI). Con él se pretende dar formación avanzada de carácter gerencial y tecnológica a quienes ocupan cargos directivos de informática. La diferencia entre GEI y los programas propuestos por las facultades de administración radica en el énfasis que se da a la tecnología informática como factor de competitividad, lo que prepara al ejecutivo del área para aprovechar para el negocio las ventajas que ofrece este recurso.

Al quinto año de iniciado este programa se decidió hacer una evaluación sumativa del mismo, con el objeto de medir su impacto y fundamentar su rediseño, en la medida en que se requiera. Esta evaluación es complementaria a la de carácter formativo que se ha hecho, ligada a cada una de las promociones, la cual ha servido para hacer ajustes sobre la marcha. En este artículo se presentan los antecedentes del programa, se describe su contenido, estrategias de administración, así como su evolución en atención a los requerimientos variables que ha presentado; también se presentan los resultados de la evaluación y recomendaciones para reorientar este y programas semejantes. Se espera que con las ideas aquí expuestas se generen esfuerzos que ayuden tanto a los egresados de nuestras escuelas de informática, como a los ejecutivos de informática en las organizaciones, en la utilización de la tecnología informática como herramienta de productividad.



## 1. FORMACIÓN TÍPICA EN INGENIERÍA

La formación de pregrado en ingeniería suele ser altamente especializada, centrada en lo técnico. En el caso de Universidad de los Andes [1] como se ilustra en la Tabla 1, en promedio el 81% de la materias son no humanísticas: matemáticas, física, de la carrera y de otras ingenierías; en el caso de Ingeniería de Sistemas y Computación esta tendencia es clara: el 83% corresponde a estas áreas. El resultado de esta formación es un profesional con un perfil altamente técnico, con mínimas bases para articular debidamente su trabajo a nivel organizacional y mucho menos para desempeñarse en cargos de responsabilidad directiva.

Área	Departamento	Civil	Eléctrica	Industrial	Mecánica	Sistemas
Matemáticas		12%	15%	11%	13%	16%
Físicas		9%	9%	6%	8%	6%
Sociales		11%	9%	10%	11%	13%
De la carrera		42%	43%	41%	32%	45%
Otras ingenierías		21%	17%	17%	26%	16%
Economía y administración		4%	4%	10%	4%	4%
Otras			2%	5%	5%	

Tabla 1: Porcentaje de materias por área en ingeniería, Universidad de los Andes [1].

Un alto porcentaje de los egresados de Ingeniería de Sistemas y Computación de Uniandes, con más de diez años de graduados, ocupan cargos directivos de su empresa; según un estudio [2], el 46% de los egresados de esta carrera de la Universidad de los Andes están a nivel directivo en sus respectivas empresas. Según este mismo estudio, los egresados piden actualización tecnológica en general, así como en administración, finanzas y, manejo de personal. Los empleadores, por su parte, señalan como un aspecto negativo de los profesionales en informática de cualquier universidad colombiana, su falta de preparación y experiencia en planeación y administración, además de su dificultad para trabajar en equipo con profesionales de otras áreas. Esto dificulta que se conviertan en agentes de cambio y renovación en sus organizaciones. Vale la pena destacar las sugerencias comunes de los dos grupos encuestados: aumentar y mejorar las prácticas, relacionar la carrera con la vida nacional y dar mayor énfasis en formación administrativa.

Los resultados del estudio antes citado tienen plena coherencia con un trabajo hecho por Peter Denning [3] en el que destaca la necesidad de educar un nuevo tipo de ingenieros, de modo que no solamente sean duchos en sus áreas de especialidad, sino que también sean capaces de escuchar a sus clientes y poder así determinar sus cambiantes necesidades, sean cumplidos en sus compromisos y sean capaces de aprender continuamente, como personas y como miembros de las organizaciones en que colaboran.

## 2. OPORTUNIDADES DE FORMACIÓN AVANZADA DE CARÁCTER GERENCIAL

Dentro del contexto anterior, no es extraño que algún tiempo después de egresado, el profesional de informática busque en el mercado educativo cursos y/o programas que le den los conocimientos necesarios para potenciar un desempeño exitoso en la carrera administrativa dentro de su organización. Típicamente los cursos se caracterizan por tratar un tema específico y ser de corta duración, mientras que los programas avanzados y especializaciones tienen mayor duración y cubren



temas relacionados con su denominación. En la búsqueda de alternativas educativas el interesado encuentra un buen número de programas en áreas como: finanzas, mercadeo, recursos humanos, banca, etc., que son muy especializados. Otra alternativa son los programas de corte administrativo y gerencial, entre los que cabe destacar el programa de Alta Gerencia, de la Universidad de los Andes, que se ofrece hace más de 25 años a nivel nacional. Este hace énfasis las áreas financiera, de mercadeo y de manejo de personal: de los 12 cursos que componen el programa sólo uno es del área informática, con enfoque estratégico. Esta alternativa satisface parcialmente los requerimientos de actualización gerencial de los egresados de informática, pero no ofrece actualización informática, que es fundamental para el desempeño gerencial en informática. El ejecutivo de informática no encuentra, en la oferta de programas avanzados, a nivel nacional, la actualización tecnológica que necesita para su gestión.

Usualmente la informática es una herramienta al servicio de los aprendices que toman programas como los anteriores, no necesariamente un recurso estratégico al servicio de la organización. Por otra parte, el profesional no tiene con quien compartir dentro de su organización los problemas relacionados con la gerencia de informática, ni posibles soluciones. En respuesta a esto las asociaciones profesionales y los contactos informales son los únicos asideros posibles.

El programa de Gerencia Estratégica de Informática es una respuesta a los requerimientos anteriores. De este modo, pretende actualizar y dar una prospectiva en informática y en gestión informática; por otra parte, busca ser un espacio para la discusión de problemas informáticos y sus posibles soluciones entre quienes se interesan por hacer de la informática un recurso que agregue valor a la organización.

### **3. PROGRAMA DE GERENCIA ESTRATÉGICA DE INFORMÁTICA (GEI)**

El programa GEI provee un marco de referencia para el desarrollo de habilidades para dirección y gestión informática, en atención a los requerimientos de los ejecutivos responsables de la toma de decisiones estratégicas y de las negociaciones informáticas dentro de la organización. Se plantea como un entorno dónde explorar las nuevas tendencias tecnológicas, su impacto organizacional y su potencial competitivo, como base para la gestación de estructuras y estrategias organizacionales habilitadoras, tomando en cuenta la coyuntura informática y económica del momento.

Los participantes son profesionales que desempeñan funciones directivas en la administración de los servicios de información, computación y de sistemas en su organización; se busca además que tengan experiencia en este tipo de cargo y que tengan el apoyo de su organización.

GEI se desarrolla a modo de seminario taller. Los profesores tienen a su cargo la realización de conferencias contextualizadoras y la asesoría al estudio de casos por parte de los participantes. Los verdaderos protagonistas del programa son los ejecutivos que toman parte, pues deben reflexionar sobre los temas, sacar conclusiones y proyectarlas en sus propias organizaciones. Esto se hace a través del desarrollo de un proyecto que liga los distintos temas en atención a los intereses personales e institucionales de los participantes, y que lleva un año de duración.

El programa incluye dos áreas: actualización y prospectiva informática, así como actualización en gestión informática. Los temas por área se sintetizan en la Tabla 2. El programa se desarrolla en cuatro módulos, cada uno de diez semanas de duración, sesenta horas lectivas por módulo. En



cada módulo se combinan temas de las dos áreas, con el objeto de ver las relaciones entre ellos y de atender las diferencias de formación previa y de intereses que pueden tener los participantes.

Actualización y prospectiva informática	Actualización en gestión informática
Planeación estratégica de informática Especificación y desarrollo de programas Estilos, lenguajes y paradigmas de programación Análisis y diseño de sistemas de información Diseño de sistemas de información: enfoque de bases de datos (BD) Ingeniería, reingeniería y calidad de software Evaluación de herramientas para desarrollo de software Pruebas de sistemas de información Sistemas operativos y arquitectura de computadores Redes de computadores y sistemas distribuidos Automatización industrial avanzada Nuevas tecnologías de información y de comunicaciones	Planeación estratégica corporativa Reingeniería de procesos Planeación de contingencias informáticas Aspectos jurídicos de la informática Técnicas de negociación Cibernética organizacional Administración de recursos humanos Finanzas en la gestión de sistemas informáticos Auditoría de sistemas informáticos Negociación de hardware y software Administración de proyectos de sistemas Análisis de coyuntura informática.

Tabla 2: Contenido de GEI por área principal

Los participantes, además de asistir a las sesiones presenciales en las que se desarrolla la temática propuesta, deben elaborar un trabajo práctico a lo largo del programa. Este proyecto debe ser una aplicación de los conocimientos adquiridos en el programa a la solución de problemas específicos de su organización o una propuesta para usar la tecnología informática en la generación de ventaja competitiva para la empresa. La afinidad de problemas favorece que haya mucha interacción a lo largo del proceso y que los trabajos, además de ser un requisito académico, se conviertan en casos prácticos de los que los participantes aprenden.

#### 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE GEI

Actualmente se forma la 6ª promoción. El programa ha sufrido modificaciones respecto a su versión inicial, pues se han ajustado los temas, su duración, así como la manera de administrarlo. A partir de reuniones de retroinformación y de encuestas al final de cada módulo, GEI aprende de la interacción con sus profesores y estudiantes. No solamente se ha pulido el perfil programático, procurando actualidad y pertinencia de los temas, sino que también se ha ideado una manera de administrar el programa que atiende las características de adultos con responsabilidades de dirección que tienen los asistentes: GEI se concibe como un mecano académico que se puede armar siguiendo la programación regular, o bien participando en los módulos faltantes cuando cada uno pueda, para así suplir las deficiencias de participación que hayan podido tener los participantes, por motivos de fuerza mayor.

El año anterior se decidió evaluar formalmente GEI con el objeto de determinar el impacto del programa sobre el perfil profesional de sus egresados, los factores críticos de éxito en GEI, su utilidad desde la perspectiva personal e institucional, la pertinencia de su estructuración y contenido, así como los retos que deberá atender, como base para definir sus posibles proyecciones.



se diseñó una encuesta que mide los aspectos anteriores y que se aplicó al 83% de los egresados de los cuales respondió el 91% [4]. Los resultados se presentan a continuación.

#### **4.1 Perfil del participante e impacto de GEI sobre el mismo**

El participante típico es varón (75%), tiene entre 31 y 40 años (80.3%). En cuanto a su formación profesional son egresados, principalmente, de ingeniería de sistemas (83.9%), de otras ingenierías (6.5%) o de administración (5%) y de derecho (3.6%). La mayoría hizo sus estudios de pregrado en Uniandes (30.4%), UniInnca, (16.1%), UniPiloto (10.2%) o UniDistrital (9.4%). De ellos el 28.6% ha hecho estudios de postgrado; la mayoría de estos (75%), en áreas administrativas o de derecho, mientras que el 25% restante de los posgraduados hizo estudios en sistemas.

Sobre el tipo de organización en que colaboran, al momento de cursar GEI una amplia mayoría trabajaba en el sector privado (67.9%), y actualmente continúa haciéndolo el 69.6%. Durante GEI el 39.3% trabajaba en grandes empresas, mientras que actualmente lo hace el 42.9%. En lo que respecta a empresas medianas, durante GEI colaboraban 32.1% y actualmente sólo el 25%. Hay pues una evolución en el tipo de empresas a las que sirven los egresados de GEI.

Otro cambio importante se relaciona con el nivel de la organización en que se ubican los egresados de GEI: en el momento en que participaron en el programa el 30.4% era subalterno del área de sistemas, mientras que el 66.1% ocupaba cargos administrativos o la dirección de sistemas; hoy el 89.3% está en cargos directivos de sistemas y sólo el 7.1% es subalterno del área de sistemas.

Los cambios anteriores de estatus en la organización están muy relacionados con los cambios en el nivel al cual reportan dentro de la empresa: mientras estudiaron GEI, el 26.8% de los participantes reportaban a la junta directiva o la presidencia, a vicepresidencia el 51.8% y a niveles intermedios el resto; actualmente, 46.6% lo hace a la junta directiva o la presidencia, el 50% a vicepresidencia y sólo el 5.4% y a niveles intermedios.

#### **4.2 Opinión acerca de la estructura de GEI**

Los participantes consideran que algunos temas técnicos (p.ej., Especificación y verificación de programas; Estilos, lenguajes y paradigmas de programación; Arquitectura de computadores; Automatización industrial avanzada y Sistemas expertos) deben revisarse o eliminarse. En opinión de ellos no interesa tanto saber del tema, cuanto analizar su impacto sobre la gerencia informática y sobre la organización. Por otro lado, consideran los egresados que se deben incluir o profundizar temas como Redes de computadores, coyunturalmente con énfasis en Internet; Administración de recursos humanos y Metodologías y métricas para desarrollo de software.

El área temática de mayor interés para los participantes es Técnicas, tendencias y herramientas para el desarrollo de software (59%), seguida por la de Administración y organizaciones (29%). Los temas de mercadeo, ventas, finanzas, planeación estratégica y auditoría de sistemas se consideran de importancia, mientras que los temas restantes no son destacados por los participantes.

Algunas de estas sugerencias ya han sido puestas en marcha con la promoción 95-96; tal es el caso de Internet y de Administración de recursos humanos. En cuanto al interés relativo que despiertan los temas y a las sugerencias sobre eliminación o ajuste de enfoque en temas técnicos se estudiarán al rediseñar el programa, previa evaluación detallada de los problemas y posibles soluciones



### 4.3 Opinión personal acerca del programa y de los aportes del mismo a nivel empresarial

A nivel personal el programa es calificado por una amplia mayoría (59%), como excelente/bueno; 21% lo califica como actualizador/útil; sólo el 5% lo calificó como regular/inconsistente. Coherentemente, el 70% de los egresados lo recomienda ampliamente, el 28% lo recomienda con reservas (i.e., no para todo tipo de profesional); el 2% no lo recomienda. La razón de estas respuestas se encuentra en los aportes que encontraron los participantes a nivel personal y empresarial, como se detalla a continuación.

Los principales aportes a nivel empresarial son:

- i. ayuda a repensar la manera de gerenciar la informática,
- ii. se centra en agregar valor al negocio con informática y
- iii. contribuye a generar soluciones innovadoras con informática.

A nivel de aportes para el desempeño de su cargo se destacan:

- i. mejora la capacidad para generar y liderar proyectos,
- ii. mejora la administración de los recursos informáticos y
- iii. mejora la administración de los recursos humanos.

En cuanto a los aportes técnicos se destacan:

- i. conocimiento de las tendencias tecnológicas y
- ii. conocimiento de herramientas para desarrollo de software y para el manejo de información.

Finalmente los aportes personales son:

- i. adquisición de información y habilidades prácticas y
- ii. establecimiento de contactos.

Un punto importante es que un buen grupo los encuestados, 42% no respondió la preguntas que sobre expectativas insatisfechas, lo que habla muy bien de GEI; quienes respondieron se centran en fallas logísticas del programa, que se están monitoreando y corrigiendo continuamente.

### 4.4 Factores claves de éxito en el programa

Hay consenso entre los egresados que el éxito de programa gira alrededor de tres variables: (1) compromiso personal e institucional, (2) calidad docente y experiencia profesional / gerencial de los facilitadores, (3) aplicación de lo estudiado al caso de cada quien.

La primera variable está muy ligada a los motivadores y expectativas que cada quien y sus instituciones traen, así como de la posibilidad que les brinda su empresa para sacar el tiempo necesario para atender los compromisos. Se refuerza, de este modo, la tesis de que la selección de candidatos debe tomar muy en cuenta los motivadores y compromisos mutuos entre él, su empresa y la universidad.

Respecto a la segunda variable crítica, profesores, la experiencia de GEI a lo largo de cinco años ha demostrado que no basta con saber mucho del tema, sino que se debe desarrollar y demostrar capacidad de interlocución didáctica con quienes, como los ejecutivos de informática, tienen una amplia experiencia práctica y están muy interesados en analizar el potencial de cada tema para enriquecer su actividad profesional y empresarial.



La posibilidad de aplicar lo estudiado no siempre se dio dentro del programa. Fue tan solo a partir de la segunda promoción que se incluyó el proyecto dirigido como parte de los requisitos de GEI. La primera promoción echó esto de menos y a partir de allí se incorpora esta práctica como aspecto clave para la certificación en el programa. Uno de los grandes retos en este ejercicio es lograr que los participantes aprovechen la oportunidad para convertirse en comunidad educativa, capaz de colaborar mutuamente en la solución de los problemas que conllevan los distintos casos en estudio. Otro aspecto crucial es la juiciosa reflexión estratégica acerca de su empresa, vista como una organización que aprende; está visto que la comprensión del negocio y del potencial de la informática es uno de los factores que ha permitido a los egresados ganar interlocución con la alta gerencia.

#### 4.5 Requerimientos futuros a programas como GEI

Los encuestados consideran vital la actualización permanente de los ejecutivos en temas como los que se tratan en GEI; para atender este reto sugieren como principales medios la realización de eventos internacionales, así como teleconferencias y videoconferencias por suscripción. El primero de estos mecanismos es frecuentemente usado en nuestro medio, en particular por empresas dedicadas a atender sectores directivos, tanto de informática como de otras áreas. Una respuesta de Uniandes a este requerimiento fue el evento organizado por el grupo DELFOS, en el que participa GEI, el *Seminario Internacional sobre Organizaciones que aprenden usando estratégicamente informática* (Cartagena, Noviembre 1996) y fruto del cual se está publicando un libro [5], así como la serie de eventos de educación continuada que sobre temas relacionados ofrece el departamento. El segundo medio, teleconferencia y videoconferencia interactiva, no ha sido usado en forma masiva por la universidad colombiana, aunque convenios como el de la televisión iberoamericana pueden favorecer su aprovechamiento. A pesar de lo costoso que puede ser lanzar eventos de este tipo, la creación de una comunidad que pueda aprovecharlos haría rentable su organización; más grave puede ser la falta de experiencia al respecto, la cual deberá ganarse si es que deseamos hacer uso de este tipo de oportunidades.

Por otra parte, los egresados echan de menos servicios de valor agregado de tipo educativo a través de autopistas electrónicas. El departamento de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de los Andes ha tomado ya algunas iniciativas, pero hay muchas más que se pueden adelantar. Por ejemplo, en asociación con ACIS (Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas), ha colocado en Internet una revista sobre *redes de computadores* y comienza a usar este medio como mecanismo de difusión de sus cursos de educación continuada. En un futuro se plantea la posibilidad de difundir información especializada disponible en bases de datos sobre temas como gerencia de informática, así como ofrecer servicios de consulta en línea por suscripción, que permitan superar las limitaciones de tiempo y espacio a quienes lo requieren.

Otra solicitud que hacen los encuestados a programas como GEI es el servicio de consultoría en temas de frontera para la gerencia informática, hacia empresas que desean ser competitivas con apoyo de informática y que no pueden crear departamentos de I+D acerca de nuevas tecnologías para el negocio. A diferencia de la consultoría que hace la industria nacional, este mecanismo está llamado a llenar un vacío en I+D aplicada, centrada en temas de avanzada. En particular la consultoría informática que se pide a la universidad se caracteriza por centrarse en el uso de nuevas herramientas o metodologías para aumento de productividad del software y de la articulación efec-



tiva de tecnologías de información y de comunicaciones con los procesos del negocio, de cara a la competitividad, temas que son objeto de investigación académica a nivel mundial.

## 5. CONCLUSIONES

El programa de Gerencia Estratégica de Informática, GEI, surgió como respuesta al vacío en actualización gerencial con énfasis en tecnología informática. Desde su nacimiento, en 1991, viene en permanente evolución, forzado a responder al cambiante entorno tecnológico y económico, con el objeto de ser un espacio innovador y útil para sus participantes y las organizaciones a las que pertenecen. La evaluación sumativa efectuada nos indica un alto grado de satisfacción de los egresados a nivel personal, profesional y empresarial; deja también ver un espacio de acción educativa, compuesto por oportunidades generadas para actualización técnica y gerencial.

Las facultades de ingeniería estamos llamadas a llenar este espacio, manteniendo una interlocución constante con el medio, de modo que se conozcan y atiendan los requerimientos de formación más allá de la tecnología, a nivel de pregrado y postgrado, al tiempo que se hace una oferta relevante a modo de educación continuada y recurrente, a la cual corresponde GEI; esto demanda un esfuerzo para proyectar la docencia en programas que redunden en el apalancamiento de la industria nacional para lograr los niveles de competitividad exigidos por el paradigma económico actual. En la medida en que se dé esa respuesta las oportunidades podrán ser apropiadas por la industria nacional.

Por otra parte, la universidad debe aprovechar la experiencia de los participantes en programas como GEI para generar proyectos conjuntos que retroalimenten sus programas, crear alianzas gana-gana que enriquezcan la academia y potencien la empresa nacional. En este empeño no podemos ceder. Las facultades de ingeniería de sistemas debemos jugar un papel protagónico frente a los requerimientos de formación permanente y de investigación aplicada sobre temas de frontera en informática y sobre su aplicación como factor de competitividad.

## 6. REFERENCIAS

- [1] UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, FACULTAD DE INGENIERÍA. Estadística de pregrados de ingenierías, 1996, Santafé de Bogotá, Colombia (*mimeografiado*).
- [2] ARCINIEGAS, M. C., TORO, V. M., *Estudio de egresados: programa de Ingeniería de Sistemas y Computación*, junio 1986. Bogotá: Universidad de los Andes.
- [3] DENNING, P.J. "Educating a new engineer". *Communications of the ACM*, December 1992, Vol 35, No. 12, pp. 83-97.
- [4] CABRERA, M. L., "Evaluación del programa de Gerencia Estratégica de Informática a partir de los egresados", febrero 1996. Santafé de Bogotá: Universidad de los Andes (*Trabajo de grado, Ingeniería de Sistemas y Computación*).
- [5] GALVIS, A.H. Y ESPINOSA, A. (en prensa). *Estrategia, competitividad e informática*. Santafé de Bogotá: Ediciones Uniandes.



## **“ PROYECTO SISMATYCO ”**

**Fabian F. Serrano P.**

**Leonel L. Palomá P.**

**Universidad Autónoma de Manizales**

### **RESUMEN**

El avance vertiginoso de la ciencia y la tecnología obliga a las instituciones educativas en todos sus niveles a plantear cambios administrativos, curriculares, pedagógicos, etc. en cada uno de sus programas, con el fin de mantenerse vigentes.

Si nos referimos a las instituciones de educación superior, encontramos deficiencias como: La inadecuada interpretación y desarrollo del currículo, la poca capacidad de analizar, asociar y formalizar de los docentes, la descontextualización de los temas y el analfabetismo informático, entre otros; que impiden competitividad en la formación de profesionales de cada una de las ramas.

Procurando subsanar estas dificultades La Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Manizales, desde hace cinco años ha venido desarrollando gradualmente el proyecto **SISMATYCO**, el cual tiene como objetivo cambiar la secuencia tradicional del currículo por una que le permita integrar, asociar y relacionar temas de diferentes áreas y asignaturas, de una manera explícita para el estudiante.

En la actualidad se están implementado módulos en los cinco primeros semestres; paralelamente y de manera casi obligatoria, se han hecho cambios en la parte pedagógica y metodológica en el desarrollo de cada uno de los módulos.

Entendiéndose por módulo una secuencia de temas inter-relacionados de diferentes áreas (Matemáticas, Computación, Física,...), según el semestre.

### **1. OBJETIVOS .**

#### **1.1 Objetivo General.**

Plantear un cambio metodológico, curricular y pedagógico, en la Facultad de Ingeniería de Sistemas que permita la integración de asignaturas de cada uno de los primeros cinco semestres en las áreas: científica, tecnológica y profesional.



## 1.2 Objetivos Específicos.

### **Integración de Contenidos de Diferentes Áreas.**

Mediante la identificación de temas comunes, temas complementarios y temas afines de las asignaturas de cada uno de los primeros cinco semestres, construir módulos integrados que satisfagan los objetivos de las diferentes áreas (Matemáticas, Física, Computación y Sistemas).

### **Cambio Curricular.**

Replantear contenidos y secuencia curricular que faciliten la construcción de los módulos que posibilite el cambio del sistema tradicional del curriculum, (matemáticas I, matemáticas II, ..., computación I, computación II, ...) por MODULO I, MODULO II, etc. y representar cada módulo mediante un mapa conceptual que muestre la secuencia, la relación y la afinidad entre cada uno de los tópicos que lo componen. (ver ejemplos )

## 3. JUSTIFICACIÓN

### **3.1 Interpretación y Desarrollo del Curriculum.**

En la mayoría de los casos el desarrollo del currículo se realiza cuando más en forma paralela, sin importar el carácter científico y/o tecnológico de las asignaturas, y nunca de manera integrada y coherente. Como consecuencia se repiten temas con diferentes enfoques, lenguajes, simbología (dependiendo del docente), los cuales, en lugar de transmitir o motivar producción de conocimiento, producen confusión y frustración en el estudiante, no siendo éste el propósito.

Por otro lado, la cantidad de horas semanales contemplada en los planes de estudio recarga al estudiante académicamente y físicamente, obligándolo a leer (o releer) de manera rápida y desordenada teorías y ejemplos, con la errónea creencia de estar estudiando o mucho más grave, de estar aprendiendo y entendiendo.

### **3.2 Capacidad de Analizar, Asociar y Formalizar.**

La transmisión divergente de conocimientos de las diferentes áreas, no motiva en el estudiante la interacción y articulación de conocimientos al momento de plantear y/o solucionar problemas.

El método tradicional de la clase magistral no está contribuyendo al desarrollo del pensamiento lógico, analítico, creativo y racional del estudiante; sólo está haciendo de él una parte pasiva en el proceso enseñanza-aprendizaje, limitando el entorno, y haciendo que lo más importante sea el desarrollo de la memoria.

### **3.3 Descontextualización**

Es muy común en las universidades encontrar docentes especializados cumpliendo, con la mejor voluntad, el desarrollo del famoso mínimo 90% del tema encomendado.

Es importante que los docentes sean especialistas en temas determinados, pero es igual de importante la visión, la proyección y la contextualización de sus temas en las otras áreas que contempla un programa curricular.



Un área bastante cuestionada ha sido la de matemáticas, se habla de demasiada abstracción, mucha demostración, abundante "carpintería" y poca aplicación.

El problema es claro, no existe comunicación entre docentes de matemáticas y los de otras áreas para planear y coordinar el desarrollo de contenidos, que permitan cumplir con los objetivos de correquisitos y prerrequisitos estipulados en cada programa curricular. Hay diversidad de criterios y poco o ningún conocimiento de otras áreas y un alto grado de aplicación, sin la suficiente formalización.

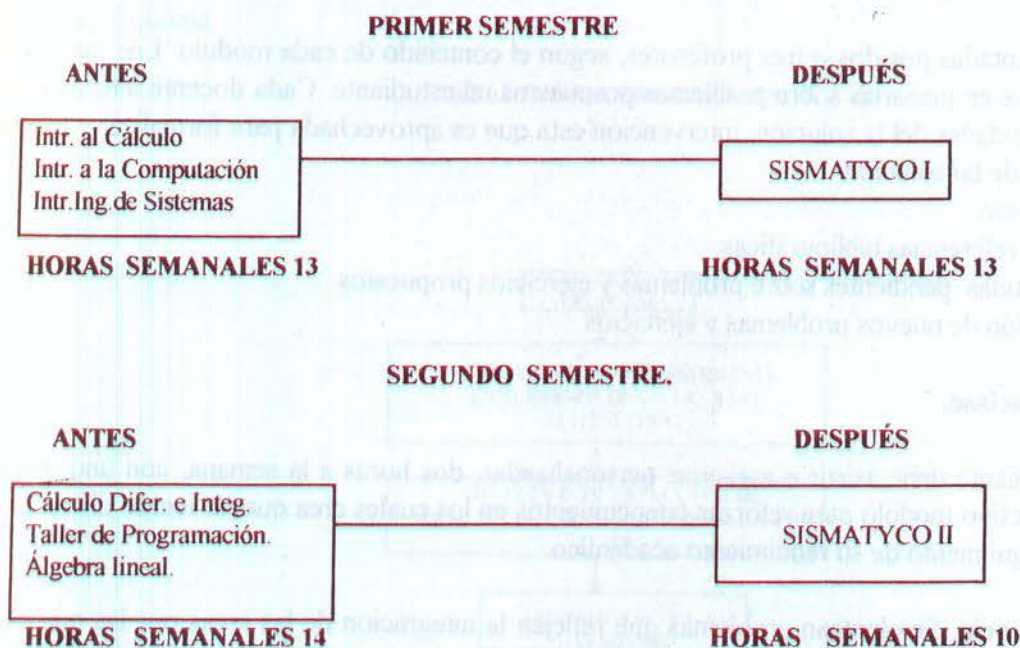
### 3.4 Analfabetismo Informático.

El desconocimiento total o parcial de las bondades de la informática, en cada una de las ramas de la ciencia y la tecnología por parte de los docentes, ha obstaculizado el avance del conocimiento a nivel universitario.

## 4. LOGROS DEL PROYECTO

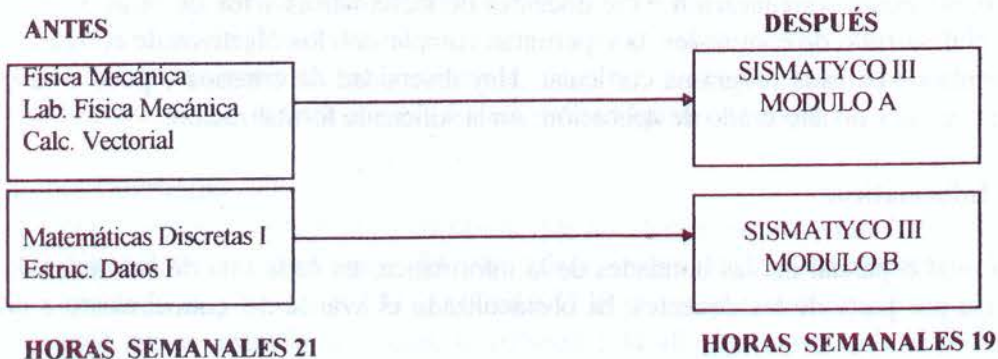
### 4.1 Cambio Curricular

Los siguientes esquemas muestran los cambios realizados en el curriculum y las asignaturas involucradas. Estas asignaturas, (parte izquierda) fueron cambiadas por los módulos (parte derecha).

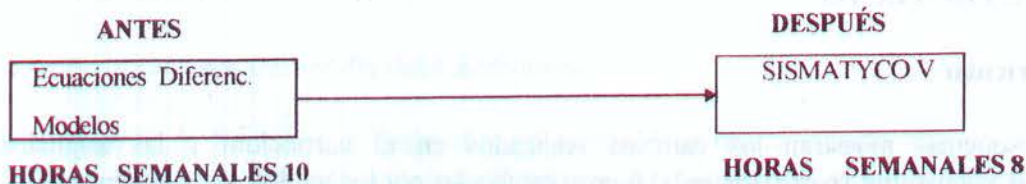




### TERCER SEMESTRE.



### QUINTO SEMESTRE



#### 4.2 Cambios Metodológicos y Pedagógicos.

Las clases son orientadas por dos o tres profesores, según el contenido de cada módulo. Los tópicos se desarrollan con base en plenarios sobre problemas propuestos al estudiante. Cada docente interviene de acuerdo a las necesidades de la solución, intervención esta que es aprovechada para formalizar y aclarar teorías pertinentes de tal solución.

Otras actividades son:

- \* Lecturas según referencias bibliográficas.
- \* Inquietudes y dudas pendientes sobre problemas y ejercicios propuestos.
- \* Planteo y solución de nuevos problemas y ejercicios.

#### 4.3 Trabajo Extraclase.

**Tutorías.** El estudiante debe asistir a asesorías personalizadas, dos horas a la semana, con uno de los docentes del respectivo módulo para reforzar conocimientos en los cuales crea que ha tenido dificultad, y para hacer un seguimiento de su rendimiento académico.

**Guías de Laboratorio.** Se plantean problemas que reflejen la integración de las áreas por las que está compuesto el módulo. Aquí el estudiante debe analizar, diseñar e implementar la solución, apoyado en paquetes especializados (software).



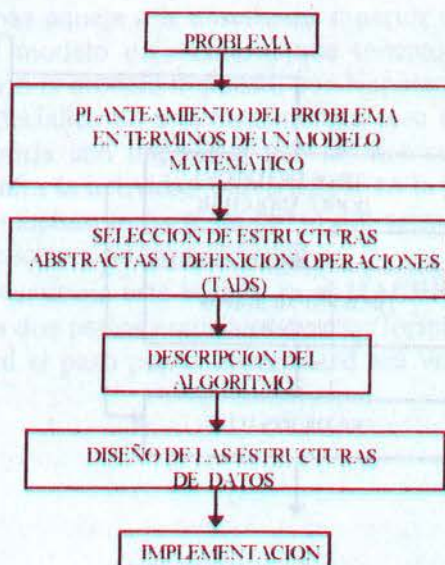
## 5. ALGUNOS RESULTADOS

- \* Según el planteamiento anterior, es claro que se redujo la carga académica para los estudiantes de los respectivos semestres.
- \* Se evidenció una mejor asociación de conocimientos por parte de los estudiantes, en el momento de solucionar y/o plantear problemas, frente a los estudiantes no involucrados en el proceso.
- \* La secuencia inter-relacionada de los temas, en cada uno de los módulos, permite un desarrollo más formal y profundo en menos tiempo.
- \* Los docentes que vivimos el proceso, sentimos una capacitación implícita en otras áreas diferentes a las propias, ampliando así el campo de aplicabilidad y contextualización de cada uno de los temas.
- \* El nivel de los proyectos realizados por los estudiantes de primeros semestres refleja la integración de cada una de las áreas, además de destacarse por su buen nivel.

## 6. EJEMPLOS DE SECUENCIAS.

El proceso en la solución a problemas en el sub-módulo B de SISMATYCO III. es mostrado en el siguiente esquema.

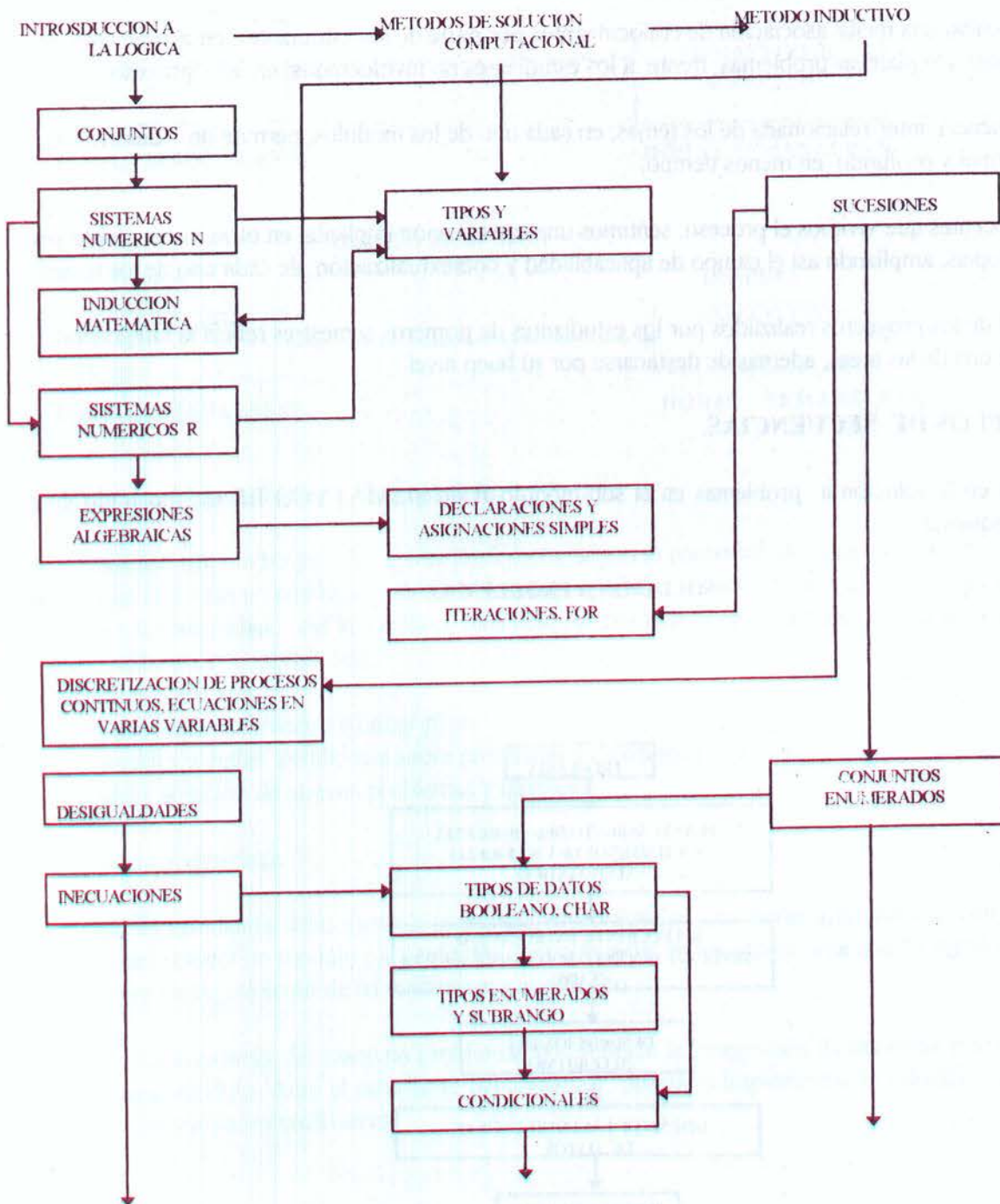
### SOLUCIÓN A PROBLEMAS.





El siguiente diagrama ilustra las relaciones existentes entre los diferentes tópicos del módulo correspondiente al primer semestre. (fragmento)

### SISMATYCO I





# LA E<sup>3</sup>T ABRIENDO PUERTAS AL CONSTRUCTIVISMO

Julio A. Gélvez Figueredo  
Gabriel Ordóñez Plata

Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones (E<sup>3</sup>T).  
Universidad Industrial de Santander

## RESUMEN.

Las condiciones de nuestra patria han cambiado requiriendo de profesionales, que además de tener suficientes conocimientos tecnológicos posean altas capacidades de asimilación y síntesis, que puedan conceptualizar sus experiencias y reflexionar sobre sus vivencias, con el propósito de construir significados nuevos y más complejos que amplíen su red conceptual.

En este artículo se presentan la primeras experiencias y resultados iniciales de dos metodologías (basadas en el seminario investigativo alemán), aplicadas en cursos de diferente nivel, donde se pretende que el docente participe activamente en su formación integral: es decir en el ser, el saber y el hacer. Para ello es preciso que el docente se convierta en un guía (diferente de un recitador de temas) y dar las condiciones para que el aula se convierta en un punto de encuentro donde los miembros de la clase expongan, toleren críticas, concluyan y compartan diferentes aspectos del proceso de aprendizaje.

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que mas aqueja a la enseñanza superior en nuestro país en especial al área de las ingenierías es que el modelo universitario que tenemos desde hace muchos años es el tecnocrático [1], el cual revivió el modelo impuesto por Napoleón , donde lo que importa es que el egresado universitario se especialice en una determinada área (universidades profesionalizantes). Estas áreas en su gran mayoría son impuestas por las fuerzas que controlan la economía del mercado; es decir, que se centra la actividad universitaria en la transmisión, a veces distorsionada de algunos conocimientos y muchas veces se da como por terminada la ciencia, creando actitudes dogmáticas que en nada benefician a nuestra sociedad.

En general, la formación universitaria esta basada en el HACER y se descuida y muchas veces se ignora por completo las otras dos partes esenciales de este formación: el SER y el SABER. Esto a llevado a que en la actualidad el paso por la universidad sea visto por muchos como una carrera



con obstáculos en la cual lo que importa es saltarlos cuanto antes y llegar a la meta que es la obtención de un título profesional (TITULITIS) que les garantice mayores opciones de empleo.

Por este motivo es necesario que evaluemos estos modelos universitario, que en el pasado cumplieron su objetivo pero que en la actualidad y a luz de la situación que estamos viviendo en nuestro país es necesario modificar. Es preferible que graduemos profesionales no tan especializados pero si con una formación integral, que sean críticos con los procesos y formados en valores. Como se describe en [2] esta formación en el SER no se logra tan sólo con materias del área humanística, sino que tiene que ser parte de la vivencia universitaria diaria. Aunque se estén enseñando materias técnicas, se le debe permitir al docente ser participe activo del proceso y hacerlos conscientes de la responsabilidad que tienen en el proceso formativo universitario.

Otro aspecto que es necesario modificar es la enseñanza enciclopédica, en la cual la ciencia se divide y se reparte en cómodos módulos, siendo el principal interés el cubrir la mayor cantidad de tema posible en las asignaturas, sin importar la profundidad con que se haga. Lo que equivale a decir que la educación se centra en los contenidos de las asignaturas mas que en las estructuras conceptuales y en la enseñanza más que en el aprendizaje [3].

Con los últimos adelantos tecnológicos que han permitido la universalización de la información y con la división del conocimiento, cada vez es más difícil que las carreras tecnológicas abarquen todas las divisiones y subdivisiones creadas en cada una de las áreas, por consiguiente hacia el futuro es necesario que el profesional egresado de las universidades tenga una formación general y una disciplina de trabajo que garanticen que este capacitado para hacerle frente a los desafíos de su profesión.

## 2. CONSTRUCCIÓN DE CONCEPTOS

En el campo de la Psicología y en especial en el de la Psicología del aprendizaje [4], se han propuesto muchas teorías, las cuales pretenden explicar la mecánica o el procedimiento seguido para aprender o adquirir un determinado conocimiento. Las principales corrientes de la Psicología del aprendizaje, de las cuales se enuncian sus características más importantes, son:

\* **El Conductismo.** Según el Conductismo, el proceso de aprendizaje se realiza mediante la observación directa, obteniéndose impresiones a través de los sentidos un ejemplo típico de esta metodología de aprendizaje se da en las prácticas de laboratorio, en donde por lo general el estudiante se limita a observar un fenómeno, leer instrumentos y llenar un formato el cual le dice que debe escribir y que fórmulas completar o calcular, limitando cualquier posibilidad de análisis, crítica y síntesis; siendo esta la metodología utilizada en la formación de técnicos cuya principal función es ejecutar una acción en forma mecánica.

Algunas de sus principales características son:

- El aprendizaje no requiere de procesos mentales.
- El ambiente afecta el aprendizaje.
- Su principio es la " asociación a través de los sentidos".

Este aprendizaje es del tipo repetitivo y memorístico, siendo arbitrario, aprendido palabra por palabra, pudiendo ser recordado durante días o meses dependiendo del grado de sobreaprendizaje; además el conocimiento no se integra ni se diferencia con el conocimiento previo.

\* **El Procesamiento de Información.** Inicialmente, constituido como programa dominante de la Psicología Cognitiva, la cual agrupa las teorías que tratan de la forma en que se almacena información en la memoria, de las transformaciones que sufre esta información y de la forma en que se puede recuperar para usarla en el nuevo aprendizaje o en la solución de problemas. El Procesamiento de la Información se lleva a cabo en los sistemas de memoria, los cuales son:

- Memoria de información sensorial (MIS).
- Memoria a corto plazo (MCP).



- Memoria a largo plazo (MLP).

El Procesamiento de Información a pesar de basarse en procesos mentales no considera los principales rasgos que caracterizan la mente, tales como:

- La conciencia: la cual puede modificar el símbolo con que se inicia el proceso cognitivo.
- La intencionalidad de los estados mentales.
- La existencia de una causación mental.

En resumen, el Procesamiento de la Información no es capaz de explicar el problema de la mente consciente, intencional, subjetiva y causal; obligando a dejar de lado los procesos dinámicos del conocimiento como es el APRENDIZAJE ( como se adquieren, modifican e interrelacionan las representaciones en la memoria ), dedicándose principalmente a estudiar como se representa la información en la memoria. Se asemeja a el procesamiento de la información en un computador.

Parece ser el modelo de aprendizaje actual, en el cual el estudiante procesa la información al pie de la letra (valga la pena decir que se limita a copiar lo que el profesor expone, luego lo lee y finalmente rehace los ejemplos y ejercicios que se realizaron en clase o que encuentran resueltos en un solucionario o un banco de previos), suministrada en forma arbitraria por el profesor quien la presenta en forma dogmática y autoritaria, creando una barrera en las relaciones alumno-profesor (aureola del profesor) limitando el aspecto afectivo el cual incide en la disposición hacia la adquisición del conocimiento.

\* **El constructivismo.** Hace referencia a la forma cómo individuos o grupos de individuos "CONSTRUYE" ideas (conceptos) referentes de como funciona el mundo, admitiendo que los individuos varían ampliamente en el modo en que extraen significado del mundo, y que esas concepciones cambian con el tiempo.

Uno de los principales exponentes constructivismo es DAVID AUSUBEL. El principal aporte de su teoría, fue el énfasis dado a la potencialidad del aprendizaje significativo, en contraste con el aprendizaje por repetición y la importancia que tienen los conceptos previos en la apropiación de nuevos conocimientos.

Para Ausubel: "La esencia del aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe, señaladamente [con] algún aspecto esencial de su estructura de conocimientos (por ejemplo, una imagen, un símbolo ya con significado, un contexto, una proposición)." <sup>1</sup>

Existen tres tipos de aprendizaje significativo:

- Aprendizaje de Representaciones o de proposiciones de equivalencia.
- Aprendizaje de proposiciones.
- Aprendizaje de conceptos.

Para que se produzca este tipo de aprendizaje se deben cumplir dos condiciones básicas:

- ♦ Actitud de aprendizaje significativo.

El material lógicamente significativo puede aprenderse por REPETICIÓN si el estudiante no asume la actitud de aprendizaje significativo. Es decir, que tenga una disposición para relacionar no arbitrariamente, sino substancialmente el nuevo material con su estructura cognoscitiva.

- ♦ Presentación de material potencialmente significativo.

Características del material:

- El material seleccionado debe ser sustancial (con significado lógico y no al pie de la letra) y no arbitrario.
- Que el material esté en concordancia con la estructura cognoscitiva del estudiante, para que pueda generar nuevos significados.

<sup>1</sup> GUTIÉRREZ, R. *Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Ausubel. Enseñanza de las ciencias*, 1987, 5(2), pág. 118-128.



### 3. LAS METODOLOGÍAS EMPLEADAS EN LA E<sup>3</sup>T.

Las dos metodologías descritas en este artículo están basadas en el seminario investigativo alemán cuya filosofía y procedimiento se describe en [6] y que en [7] se propone como un excelente método pedagógico que se debería desarrollar en las universidades en beneficio de un estudio serio y una investigación creativa.

#### 3.1. Primera metodología (“seminario”).

Se aplica a la asignatura Accionamientos Eléctricos Y (asignatura teórico práctica correspondiente al noveno semestre de la carrera de Ing. Eléctrica). El método se resume en los siguientes pasos:

- a) Preparación del material. Todos los miembros del curso se comprometen a preparar el tema previamente asignado; siguiendo los temas consignados en las conferencias del profesor (o un libro texto) y complementado con otros libros, artículos y catálogos.
- b) La discusión. Esta se realiza en sesiones de aproximadamente dos horas con grupos pequeños de estudiantes (máximo 10), quienes deben formular las preguntas referentes a lo que no entendieron o tienen dudas respecto del tema previamente preparado. En primera instancia quienes deben responder los cuestionamientos son sus compañeros de curso, por lo que el profesor debe adoptar la posición de moderador o guía y nunca la de expositor, a menos que sea necesario.
- c) Resumen. Al finalizar la sesión el profesor debe hacer un resumen de los conceptos que el estudiante debe haber integrado a su red conceptual, con el propósito que lo pueda jerarquizar garantizando la integración definitiva.
- d) Evaluación. Realizados los pasos anteriores, se hace una evaluación (normalmente escrita), en donde el docente pueda verificar la asimilación de los conceptos básicos que lo caractericen como un experto diferenciándolo del novato.

Casi siempre el tema en discusión tiene asociada una práctica de laboratorio en donde el estudiante refuerza los conceptos discutidos en la clase, terminando por integrarlos a su red conceptual.

Normalmente en las primeras sesiones suelen no presentarse preguntas, siendo el profesor quien debe formularlas o realizar una breve introducción como mecanismo para romper el hielo y transmitir al alumno seguridad y confianza de modo tal que entre el alumno y profesor se establezca una relación de camaradería. Esto se debe a la influencia de la metodología tradicional; donde el profesor (quien normalmente adopta una actitud autoritaria) expone en forma dogmática el tema y el estudiante (quien adopta una actitud pasiva y sumisa) se limita a copiar al pie de la letra lo que el profesor escribe en el tablero, casi siempre sin entender lo que escribe pues su atención se concentra en escribir para luego intentar asimilarlo requiriendo un gran esfuerzo y demasiado tiempo, razón por la cual prefiere aprender de memoria lo consignado por escrito.

#### 3.2. Segunda metodología.

Se aplica a la asignatura Tratamiento de Señales (asignatura teórico práctica correspondiente al quinto semestre de la carreras de Ing. Eléctrica e Ing. Electrónica). El método se resume en los siguientes pasos:

- a) Planificación de el material. Se subdivide el contenido de la materia de forma tal que se sabe de antemano el tema que se tratará en cada una de las sesiones, esta programación no es rígida y cambia de acuerdo con la dinámica que se tenga.
- b) Preparación del material. Todos los estudiantes del curso se comprometen a preparar el tema, siguiendo los temas consignados en un libro texto y complementado con otros libros y artículos.
- c) Al inicio de la clase entre el docente y los dicentes se realiza un cuestionario de acuerdo con las dudas y tópicos que se consideren deben ser cubiertos en la sesión que se da inicio.
- d) Posteriormente se designa un relator y un protocolante para la sesión. La mayoría de las veces no es necesario designar si no que algunos voluntariamente realizan estas tareas.



e) El primero que participa es el protocolante de la sesión anterior quien presenta un resumen de la actividad realizada, la cual puede ser discutida por los demás participantes. Posteriormente, el relator se encarga de exponer el tema previsto, pero a diferencia del seminario alemán puede ser interrumpido para aclarar dudas que puedan surgir. El protocolante se encarga de tomar nota de los aspectos que considere más interesantes de la exposición y de las discusiones que se generen y presentará este informe al inicio de la siguiente sesión.

f) Evaluación. Realizados los pasos anteriores, se hace una evaluación (normalmente escrita), en donde el docente pueda verificar la asimilación de los conceptos básicos. Adicionalmente, de acuerdo con la participación en clase también se lleva un registro el cual es tenido en cuenta para determinar la calificación.

Es de anotar que las clases teóricas se complementan con laboratorios en los cuales se tiene tanto simulación como realización de prácticas.

En esta metodología el docente es simplemente un guía que está atento a intervenir para aportar ideas que ayuden en la solución de las discusiones que se den en la sesión. El protagonismo de la clase es de los dicentes.

### 3.3 Evaluación por parte de los estudiantes

Para tener una medida cuantitativa y cualitativa del impacto de las dos metodologías en el estudiantado, se realizó una encuesta en la cual se les solicitó calificar de 0 a 10 cada uno de los siguientes métodos de enseñanza:

1. Exposición oral del profesor empleando tiza y tablero.
2. Exposición oral del profesor empleando acetatos y/o filminas.
3. Estudio del tema, previamente asignado, por parte del estudiante y fechas fijas (antes del previo) para aclarar dudas.
4. Exposición del tema previamente asignado por parte de un estudiante. (La preparación de la exposición bajo la supervisión del profesor).
5. Qué calificación le daría a la metodología "seminario" en donde el estudiante prepara el tema (según libro texto) y en la hora de clase se reúnen con el profesor para comentar, aclarar y resumir el tema previamente asignado?
6. Preparación del tema por parte de todos los estudiantes. Exposición por parte de uno o más estudiantes del tema. Discusión en la clase del tema expuesto y conclusiones.

La siguiente tabla resume la calificación que los estudiantes le dieron a cada una de las metodologías. (en sombreado aparece el número de estudiantes que dieron la calificación de la columna correspondiente).

NOTA PREGUNTA #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NOTA PROMEDIO
1	1	0	0	1	3	10	12	7	3	2	6,85
2	0	1	2	3	5	3	8	9	3	1	6,51
3	1	0	0	0	2	6	3	18	6	1	7,46
4	1	1	1	3	5	3	6	10	4	1	6,54
5	0	0	0	0	0	0	2	1	15	8	9,12
6					1		1	4	4	4	8,57

Adicionalmente se les preguntó por las ventajas y desventajas de la metodología "seminario", utilizada durante el transcurso de las asignaturas. Las principales respuestas a resaltar son:

\* Ventajas:

- Se conoce el tema a discutir y los puntos donde se tienen dudas.
- Se propicia el intercambio de ideas, propicia el oír a los demás y el aceptar críticas
- Motiva al estudiante a investigar



- Se fomenta la comprensión de la lectura y da la posibilidad de ampliar los conocimientos.
  - Se fomenta la responsabilidad, el autoaprendizaje, la organización y utilización del tiempo.
  - Mejora la relación alumno-profesor y entre alumnos creando un ambiente propicio para el aprendizaje.
  - Motiva al estudiante a ampliar el conocimiento en otras fuentes diferentes a el libro texto.
- \* Desventajas:
- El estudiante que no se comprometa con la metodología puede quedar con muchas lagunas.
  - Si el profesor no cumple las funciones de orientador, estando presto a corregir los errores conceptuales el método puede ser un desastre.
  - El temor a hacer el "oso"; cohibe el hacer preguntas.
  - Si el tema de discusión es muy extenso o amplio no se puede profundizar y además exige un gran esfuerzo por parte del estudiante.
  - El cambio de metodología es brusco y cuesta acostumbrarse
  - Falta de tiempo por bastante carga académica en el semestre

#### 4. CONCLUSIONES

De acuerdo con la experiencia observada a lo largo del semestre y con las respuestas de los estudiantes a la evaluación realizada de los métodos, se tienen las siguientes conclusiones:

1. Estas metodologías, además de hacer participe al dicente de su propio aprendizaje, pretenden fomentar valores tales como: responsabilidad, respeto, disciplina y tolerancia; además de cultivar hábitos entre los cuales cabe destacar: la consulta bibliográfica, la lectura, la comprensión de lectura, el análisis crítico, la interrelación de temas y la capacidad de síntesis.
2. De los resultados de la evaluación se observa el deseo por parte de los estudiantes de participar en forma activa en su aprendizaje y formación. Aunque existen factores distorsionantes de la evaluación cuantitativa entre los que se pueden destacar el interés de los estudiantes por agradar al profesor al darle una alta calificación a su método.
3. La motivación por parte del docente a los dicentes debe ser permanente, ya que como ellos lo mencionan, el cambio es traumático en sus inicios sobre todo cuando la enseñanza de tipo memorístico ha estado presente en el proceso de formación de ellos en escuelas y colegios.
4. Un aspecto interesante es que al final del periodo académico, cada vez más estudiantes se atreven a expresar sus puntos de vistas no solamente sobre los temas concernientes a la asignatura sino sobre aspectos de la vida nacional y mundial.
5. Un riesgo que pueden correr los estudiantes que no se comprometan con estas metodologías o que no sean capaces de adaptarse, es el peligro de no adquirir los conocimientos necesarios para una integra formación profesional. Esta situación se puede presentar en aquellos grupos excesivamente numerosos en los cuales la participación de todos los dicentes es difícil de lograr.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

1. Antonio José Rivadeneira Vargas, "MODELOS Y VALORES UNIVERSITARIOS EN AMÉRICA LATINA Y COLOMBIA DURANTE LOS SIGLOS XIX Y XX", Conferencia XVII del SIMPOSIO PERMANENTE SOBRE LA UNIVERSIDAD OCTAVO SEMINARIO GENERAL, 1994-1995, Bucaramanga.
2. Jorge Humberto Peláez, S.J., "¿UN LUGAR PARA LA ÉTICA EN LA UNIVERSIDAD?", Conferencia XXXI Anexo A del SIMPOSIO PERMANENTE SOBRE LA UNIVERSIDAD OCTAVO SEMINARIO GENERAL, 1994-1995, Bucaramanga.
3. Luis Bernardo Peña Borrero, "EN BUSCA DEL CONOCIMIENTO ESENCIAL. LA FORMACIÓN GENERAL EN LA UNIVERSIDAD", Conferencia XXIV del SIMPOSIO



PERMANENTE SOBRE LA UNIVERSIDAD OCTAVO SEMINARIO GENERAL, 1994-1995, Bucaramanga.

4. Pozo J. Y., "TEORÍAS COGNITIVAS DEL APRENDIZAJE", Ediciones Morata S.A., 1989, Madrid.

5. Gutiérrez R., "PSICOLOGÍA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS. EL MODELO DE AUSUBEL", Enseñanza de las ciencia., 1987,

6. María Antonieta Nalús Ferez, "EL SEMINARIO INVESTIGATIVO", Conferencia IX del SIMPOSIO PERMANENTE SOBRE LA UNIVERSIDAD OCTAVO SEMINARIO GENERAL, 1994-1995, Bucaramanga.

7. Alfonso Borrero Cabal, S. J., "ADMINISTRACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. INVESTIGACIÓN UNIDA A LA DOCENCIA", Conferencia XXVI del SIMPOSIO PERMANENTE SOBRE LA UNIVERSIDAD OCTAVO SEMINARIO GENERAL, 1994-1995, Bucaramanga.



# PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DE LA INGENIERIA, v.gr. FENÓMENOS DE TRANSPORTE

Alvaro Ramírez García, Sonia A. Giraldo de León, Clemente Retamoso Rodríguez.  
Escuela de Ingeniería Química, Universidad Industrial de Santander, A.A. 678,  
Bucaramanga, Colombia.

## Resumen

Se analiza el concepto de Ingeniería como tecnociencia, se describen algunos problemas de la práctica actual de la enseñanza de las ciencias de la ingeniería y se hace una propuesta metodológica, ya experimentada en un curso de Fenómenos de Transporte a nivel de posgrado en la UIS.

## INTRODUCCIÓN

La delimitación de los campos de acción del científico y del ingeniero es cada vez más difícil de precisar puesto que estas acciones ya no se ordenan en serie en el proceso de desarrollo de las fuerzas productivas, sino en paralelo exigiendo una integración multidisciplinaria. Así por ejemplo, nuevas tecnologías como la informática, microelectrónica, biotecnología o nuevos materiales, no se circunscriben a un campo profesional específico y por el contrario exigen el concurso de científicos e ingenieros con capacidad para dialogar y tender un puente entre lo micro y lo macro, entre una idea y su aplicación en la producción de bienes y servicios.

La ingeniería pasa de ser una disciplina profesional del **hacer con fundamento en el saber**, (1) a una disciplina técnico científica que construye un saber específico, a partir de fuentes interdisciplinarias, pero con objeto de conocimiento y formas de construcción del saber, cada vez más distintivas de su identidad.



La Ingeniería Química es un ejemplo de tecnociencia cuya práctica se ubica en la interfase entre el laboratorio químico y la industria de los procesos químicos en áreas tradicionales como la petroquímica y la carboquímica y en nuevas áreas como la biotecnología, la informática y los nuevos materiales (2).

Para la época que vive Colombia es muy importante prestarle atención al tipo de problemas que estamos planteando. Estamos pasando de una etapa en que como ingenieros fuimos más operadores que creadores a otra en la que se requiere de un ingeniero conceptual.

La ingeniería entendida como operación calificada hizo valiosos aportes al desarrollo del país, pero el momento presente exige emprender proyectos de carácter diferente, en el que tendremos que manejar situaciones de alto contenido tecnológico. La generación de conocimientos, el tránsito por las fronteras de la tecnología, la búsqueda de soluciones "propias", conforman el nuevo escenario en el cual deben formarse los ingenieros del próximo futuro (3).

La Ingeniería Química nació de la Química Técnica o Química Industrial a partir del concepto de las Operaciones Unitarias, como procesos básicos de aplicación común en las diferentes industrias. Así por ejemplo, las operaciones de destilación, absorción, evaporación, molienda y otras, se basan en los mismos principios fisicoquímicos ya sea que se trate de la industria de alimentos, de fertilizantes o de jabones.

A medida que se tuvo un mejor conocimiento de las Operaciones Unitarias, se fue descubriendo que dichas operaciones también tienen fundamentos comunes: la transferencia de calor, de masa, de cantidad de movimiento, de fluidos y de otras entidades. El secado, por ejemplo, es una combinación de fenómenos de transferencia de calor y de masa. Los Fenómenos de Transporte constituyen entonces el estudio fundamental de las Operaciones Unitarias.

El concepto unificador de fenómenos de transporte, resultó en nuevos desarrollos conceptuales, metodológicos y de procesos, propios de la ingeniería, en la vía de la conformación de una tecnociencia.

La ubicación usual del curso de Fenómenos de Transporte en el Pensum de Ingeniería Química indica que esta disciplina requiere de los conocimientos básicos de Matemáticas, Física, Química, Termodinámica y Métodos de cálculo, y a su vez sirve de fundamento para el estudio de aplicaciones en Procesos de Separación, Cinética, Diseño y Simulación de Reactores y de Procesos.

En consecuencia, se proponen dos objetivos para el curso de Fenómenos de Transporte:

- Analizar los conceptos o principios fundamentales de la transferencia de momento, materia y energía.



- Utilizar estos conceptos para formular y resolver problemas propios de la Ingeniería Química, mediante el desarrollo de criterios y habilidades para representar situaciones reales con modelos matemáticos, obtener soluciones adecuadas de dichos modelos e interpretar y criticar los resultados obtenidos.

La enseñanza del curso de Fenómenos de Transporte (4) ata de mediados de los años cincuenta. Tradicionalmente se trata de un curso difícil, para muchos innecesariamente profundo y de poca utilidad. De hecho en muchas escuelas los conceptos de transferencia de masa, calor y energía se siguen enseñando como materias separadas y de orientación muy práctica.

En este artículo se presenta una propuesta metodológica de enseñanza de los Fenómenos de Transporte a nivel de posgrado, puesta en práctica en tres cohortes y siempre sometida a la crítica de los colegas.

### **ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL MODO ACTUAL DE ENSEÑANZA DE LOS FENÓMENOS DE TRANSPORTE**

Como ya se insinuó, la docencia de los fundamentos de la Ingeniería ha sufrido, en todas partes del mundo, por un lado un merecido reconocimiento por su gran influencia en el desarrollo de la Ingeniería pero, por otro, muchas críticas de varios sectores por diferentes causas. Al analizar una recopilación organizada de todas estas circunstancias nacen las justificables preguntas. Cuáles son estas críticas o fallas en la docencia de las ciencias de la Ingeniería, de las cuales los Fenómenos de Transporte son un caso? Se justifican? Se puede mejorar el proceso?.

A continuación se anota una lista no exhaustiva aunque sí representativa de lo que es la problemática de la enseñanza de la ciencias de la Ingeniería:

Muchas veces, fundamentos esenciales de la ingeniería se dejan de lado para dedicarle la mayor parte del esfuerzo a la elegancia del método matemático; con excesiva profundización en cosas de poca aplicabilidad, con suposiciones y simplificaciones muy exageradas.

Los ejemplos que se presentan a menudo son problemas puntuales, situaciones preestablecidas, que requieren de manipulaciones matemáticas para hallar respuesta única, que poco campo ofrecen a la presentación de opciones. En la mayoría de los casos las soluciones de estos problemas exigen gran dedicación a la solución matemática y poca al análisis y a la interpretación de la solución y en las conclusiones. Los ejercicios o tareas gozan por supuesto, de iguales características.

Es frecuente escuchar comentarios sobre la monotonía con que se desarrollan algunas temáticas especialmente por el alto grado de simplificación utilizado en su presentación. Se presentan casos tan particulares que ya difícilmente tienen conexión con la "vida real". En ocasiones a esta búsqueda de casos particulares, simplificados se le llama abstracción.



Otra característica frecuente es el excesivo protagonismo del profesor que convierte al estudiante en un espectador pasivo, deslumbrado ante los artificios matemáticos que despliega el profesor.

La evaluación parece más orientada al premio y castigo mediante la nota que a constituir una ocasión de aprendizaje y formación, un medio de evaluación de la calidad orientada al mejoramiento continuo.

La presentación de experiencias y desarrollos propios de los docentes en el campo que están enseñando es prácticamente inexistente, como corresponde a una comunidad cuyo quehacer investigativo es apenas incipiente. La docencia se torna repetitiva.

En resumen, la oportunidad de fomentar en los estudiantes el hábito del pensamiento organizado y analítico, de introducirlos o interesarlos por el método científico, vía esencial para llegar posteriormente a la investigación y desarrollo, se pierde en la mayoría de los casos al realizar docencia en los temas fundamentales de la ingeniería.

## **RESUMEN DE LA PROPUESTA**

En la metodología de desarrollo del curso se enfatiza sobre lo conceptual, se fomenta una disciplina de análisis racional de situaciones específicas y se propicia que el estudiante mantenga una conexión clara entre los fenómenos de transporte y, el diseño, simulación y operación de procesos específicos.

En la primera parte del curso se hace una presentación de los conceptos fundamentales en el estudio de los fenómenos de transporte: las ecuaciones de conservación, las ecuaciones de cambio y las ecuaciones constitutivas. Termina la primera parte con una discusión sobre el concepto de modelamiento matemático aplicado al diseño y simulación de procesos.

En la segunda parte del curso se presenta un conjunto de procesos de interés en la ingeniería química. La escogencia de estos procesos se basa sencillamente en el interés de los estudiantes o de los profesores. Ejemplos son la combustión de coque depositado en un catalizador, la separación agua-aceite, el enfriamiento de una corriente, una reacción sólido-fluido, etc. En todos los casos se presentan fenómenos combinados de transporte de masa, calor, cantidad de movimiento, entropía y otras entidades.

En cada caso debe quedar bien demostrada y aceptada por el estudiante la utilidad o el beneficio de los conocimientos presentados para análisis. El curso debe ser un todo integrado con un aceptable equilibrio de temáticas. Una nota constante debe ser la flexibilidad en contenidos. La adecuada selección de ejemplos contribuye, en no poca medida, a la ganancia en amenidad y en el destierro de la monotonía y del desinterés.



Cada caso es una ocasión para el estudio de los fenómenos de transporte en una situación práctica.

El estudio de cada caso sigue tres etapas: **visualización, modelamiento y profundización.**

**La Visualización :** Se refiere a la definición de un problema o situación y a su descripción e interpretación como complejo interactivo de fenómenos de transporte. Incluye la descripción de los cambios fisicoquímicos que se operan en los materiales, los mecanismos de transporte, la identificación de variables, constantes, parámetros, restricciones, condiciones iniciales y de frontera.

**El Modelamiento :** Se refiere a la representación matemática del proceso en estudio mediante formulación de las ecuaciones de balance, de conservación o de cambio, las ecuaciones constitutivas, condiciones iniciales y de frontera, análisis dimensional, solución del modelo matemático, interpretación física y análisis de resultados y a la reformulación del mismo modelo cuando sea pertinente hacerlo.

**La Profundización :** Se refiere al estudio de aplicaciones particulares, la identificación de posibilidades de investigación sobre aspectos específicos, la elaboración de propuestas de mediciones, comprobaciones empíricas, nuevos procesos, modificaciones de procesos conocidos, tendencias modernas u otros temas que pudieran resultar como inquietudes en el desarrollo del curso.

El paso por estas tres etapas se hace mediante la práctica del seminario investigativo. Para facilitar su realización, los estudiantes reciben con antelación no menor a una semana, las notas escritas del profesor y una bibliografía básica sobre el tema a estudiar.

Paralelo a los seminarios se realizan talleres de solución de problemas para estar al tanto de las técnicas matemáticas y familiarizarse con las herramientas informáticas.

Las actividades de evaluación utilizadas en esta experiencia son de tres tipos: presentación por parte del estudiante de una memoria del curso en la que se incluye un informe de tareas, ejercicios y talleres; la presentación por escrito y defensa oral de un ensayo sobre un tema previamente acordado con el profesor y, la presentación de un examen final, escrito u oral.

Finalmente se realizará una evaluación global del Curso en los aspectos docentes y se organizará el próximo proyecto docente tratando de incorporar mejoras con base en las experiencias obtenidas en las actividades que han concluido. De esta manera se logra un efecto de retroalimentación especialmente importante que evita el cansancio o la saturación por parte de los organizadores del Curso.

Conforme a las evaluaciones de la experiencia, a los autores de este artículo nos parece importante compartir con los colegas estas inquietudes en busca de crítica y mejoramiento.



**BIBLIOGRAFIA**

1. Borrero A., Simposio Permanente sobre la Universidad, 1988.
2. Departamento de Ing. Química, Proyecto de Creación Doctorado en Ingeniería Química, UIS, Bucaramanga, 1991.
3. Retamoso C., Ramírez A., La Conformación de Comunidades Científicas en Colombia, MEN, 1990.
4. Bird, Stewart, W.E., Lightfoot, E.N., Transport Phenomena, Wiley, New York, 1960.



# FILOSOFIA DE LA ORIENTACION ACADEMICA Y DE LA REFORMA CURRICULAR EN LA E<sup>3</sup>T DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Alirio Cala Vecino.

Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones (E<sup>3</sup>T).  
Universidad Industrial de Santander

**Resumen:** Para enfrentar con éxito el proceso de desarrollo, el país requiere la preparación de ingenieros en todas las ramas de la tecnología, especialmente en Electricidad, Electrónica y Software. Estos profesionales deben poseer una gran capacidad de evolución que les garantice en todo momento su vigencia y desarrollo profesional, indispensables para poder ofrecer soluciones estables a las necesidades presentes y futuras del país.

Los planes de estudios de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica de la U.I.S., se caracterizan por su profundidad en la fundamentación de ciencias básicas y área profesional básica, por una gran flexibilidad y adaptabilidad en las áreas de formación profesional específica, socio-humanística y económico-administrativa. La Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones considera que los ingenieros egresados bajo la orientación de este plan de estudios, estarán capacitados para asumir su propio desarrollo y para liderar los procesos de cambio tecnológico que el país requiere para lograr una industria calificada y económicamente competitiva durante los próximos veinte años.

**1. INTRODUCCION:** La Universidad Industrial de Santander ha venido trabajando intensamente en el programa de reestructuración institucional, siendo la reforma académica pilar fundamental de este proceso. En el caso de la E<sup>3</sup>T, la reforma del plan de estudios de Ingeniería Eléctrica está estrechamente relacionada con la creación de la carrera de Ingeniería Electrónica, aprobada por Acuerdo del Consejo Superior No. 09 de 1994. Esta, a su vez, ha servido de referencia para las reformas que se adelantan en otras escuelas de la Facultad de Ingenierías Físicomecánicas y de la U.I.S. en general.

En este artículo se presentan los planes de estudios de las carreras de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica de la Universidad Industrial de Santander y se esboza brevemente la filosofía que inspira estos planes. Se entiende que las conclusiones y recomendaciones de los diversos encuentros y seminarios que el ICFES y ACOFI han realizado sobre el tema, son conocidos por todos los participantes, por lo cual no se mencionan explícitamente, pero se reconoce su influencia en la formulación.

Se presentan aquí los aspectos más relevantes y tal vez particulares de la concepción de la E<sup>3</sup>T respecto a la estructuración de los planes de estudios, en los cuales deben resaltarse las siguientes



características, consideradas fundamentales para el logro de los objetivos propuestos en la formación del ingeniero de comienzos del siglo XXI.

1. Motivación desde los primeros niveles con cátedras como Introducción a la Ingeniería y consejería a estudiantes.
2. Disminución de la presencialidad del estudiante con incremento de su trabajo individual y su responsabilidad. Énfasis en el uso de herramientas informáticas y manejo de información.
3. Disminución sustancial del número de asignaturas por semestre mediante su condensación en bloques con alta intensidad horaria.
4. Fortalecimiento de las actividades de laboratorio, investigación y diseño. El ingeniero trabaja en un mundo real que debe mejorar y moldear. No basta con aprender a simular procesos.
5. Flexibilidad en el área de formación profesional mediante la oferta de bloques de materias electivas profesionales en diversas líneas y seminarios para temas nuevos.
6. Flexibilidad en el énfasis no profesional de la carrera mediante la propuesta de electivas libres que permitan reforzar el área de interés de cada estudiante.

**2. OBJETIVOS:** Los objetivos del plan de estudios son:

1. Capacitar al estudiante para que desarrolle su competencia tecnológica, para lo cual debe poseer:
  - Sólida cimentación teórica en el área profesional básica (común a las dos carreras) con la áreas de Teoría Electromagnética, Circuitos, Tratamiento de Señales Continuas y Discretas, Electrónica General y de Potencia, Teoría de Control Clásico y Digital y Sistemas Digitales.
  - Formación profesional especializada, flexible y adaptable a los cambios tecnológicos con la celeridad requerida por dichos cambios.
2. Desarrollar en el estudiante aptitudes de liderazgo en los campos empresarial, económico, político y social.
3. Inculcar en el estudiante los principios éticos en el ejercicio profesional puesto al servicio del hombre y su entorno.
4. Formar ingenieros capaces de formular y resolver problemas propios de su profesión y de evolucionar al ritmo de los cambios tecnológicos.
5. Entregar al país ciudadanos libres y de buenas costumbres, dispuestos a servir a la humanidad bajo los principios de respeto con sus semejantes y con el medio.

**3. CONTENIDO DEL PLAN DE ESTUDIOS:** Como cualquier proceso de actualización tecnológica en Electricidad y Electrónica involucra altos conocimientos de matemáticas y de ciencias, estos componentes básicos deben cimentarse con gran solidez. Igual tratamiento deben tener las áreas fundamentales de la carrera. Sin embargo, la evolución de las personas no está garantizada totalmente por sus buenas bases: Se requiere una permanente actitud de búsqueda y generación del conocimiento, característica que debe moldearse en el egresado involucrándolo desde el pregrado en labores de investigación, prácticas de diseño y seminarios programados en el transcurso de la carrera, adicionados con una permanente motivación y estímulo del trabajo individual, para forjar la confianza en sus propias capacidades y paralelamente desarrollar su habilidad de comunicación oral y escrita, fundamentales para el éxito profesional.



Al acometer el diseño de la carrera más apropiada para nuestro país, resulta imposible asignar a una determinada área la mayor utilidad, sobre todo si se tiene en cuenta que por su condición de país en vía de desarrollo, Colombia recibe tecnología extranjera y de variada procedencia en todos los campos. Este proceso se acentúa con la necesidad de modernización industrial impuesta por la política económica del país.

Se está a las puertas de una nueva revolución tecnológica impulsada por los avances en la microelectrónica, dominada esta vez por la electro-óptica y caracterizada por la presencia masiva de redes de comunicación de banda ancha, circuitos integrados que se aproximan a los Gigabits y super computadores con potencias de procesamiento del orden de centenares de Gigas y aún de tera flops. Estos nuevos elementos introducirán cambios radicales en toda la actividad humana. El manejo y planeamiento de la generación, transporte, distribución y comercialización de la energía eléctrica serán actividades cada vez más desreguladas y automatizadas.

Las anteriores consideraciones inducen las conclusiones siguientes:

- Si la Universidad colombiana quiere lograr un papel de liderazgo como forjadora de tecnología, debe asumir una permanente actitud renovadora, que le permita marchar con la evolución tecnológica de la electrónica, las telecomunicaciones y la informática, motores del desarrollo industrial moderno.
- Mantener actualizadas las carreras y la institución exige un gran esfuerzo económico, debido a la permanente necesidad de renovación de equipos de laboratorio, de contenidos curriculares acordes con la dinámica de la tecnología y de formación avanzada del personal docente.
- Los métodos tradicionales deben reemplazarse por sistemas modernos que agilicen el proceso de enseñanza-aprendizaje, optimicen el tiempo y el esfuerzo del estudiante, y lo orienten hacia el manejo y análisis efectivo de grandes volúmenes de información. Para esto se debe disminuir el número de asignaturas semestrales, aumentar su intensidad, y programar asignaturas similares durante cada período académico.
- Es imposible formar en cinco años un Ingeniero Electricista o Electrónico experto en todas las áreas de su carrera, por lo cual deben ofrecerse posibilidades de énfasis en áreas específicas.

El plan de estudios debe contemplar como mínimo:

1. Area Tecnológica:

- Una sólida fundamentación teórica especialmente en matemáticas, física y materiales, que le faciliten al estudiante el proceso de actualización permanente.
- Una base profesional también muy sólida que cubra los tópicos de circuitos eléctricos, teoría electromagnética, electrónica discreta e integrada, técnicas de medición, procesamiento digital de señales y teoría de control.
- Un componente de formación profesional específica con énfasis en una de las líneas electivas.

2. Area Socio-Humanística.

3. Area Económico-Administrativa.

4. Area Libre que flexibilice el pénsum.



#### 4. PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA ELECTRONICA

PRIMER NIVEL		H. Teór.	H. Prác.	Créditos	
1430	Algebra Superior	4	0	8	
1501	Química (Materiales)	4	0	8	
1411	Cálculo I	4	0	8	
2131	Geometría Descriptiva	2	1	5	
	Humanidades I	4	0	8	
2301	Introducción a la Ingeniería	2	0	4	
Totales		20	1	41	
SEGUNDO NIVEL		H. Teór.	H. Prác.	Créditos	Req.
1321	Mecánica	4	0	8	1411-1430
1412	Cálculo II	4	0	8	1411-1430
2612	Informática I	4	3	11	S:1412
1431	Algebra Lineal	3	0	6	S:1413
	Humanidades II	4	0	8	
Totales		19	3	41	
TERCER NIVEL		H. Teór.	H. Prác.	Créditos	Req.
2303	Probabilidad y Estadística	3	0	6	
1330	Mecánica Analítica	4	0	8	1321 S:1413
1325	Laboratorio I de Física	0	3	3	S:2202
1413	Cálculo III	4	0	8	1412
1328	Teoría Electromagnética I	4	0	8	
2302	Métodos Numéricos	3	0	6	
Totales		18	3	39	
CUARTO NIVEL		H. Teór.	H. Prác.	Créditos	Req.
1323	Ondas y Partículas	4	0	8	1413
1326	Laboratorio II de Física	0	3	3	S:1323
1414	Ecuaciones Diferenciales	4	0	8	1413
2304	Circuitos Eléctricos	6	3	15	2202-1413
1329	Teoría Electromagnética II	4	0	8	2202
Totales		18	6	42	
QUINTO NIVEL		H. Teór.	H. Prác.	Créditos	Req.
2306	Materiales	3	0	6	1501
2305	Electrónica I	4	3	11	2204
2307	Tratamiento de Señales	6	2	14	2204
	Humanidades III	4	0	8	
Totales		17	5	39	
SEXTO NIVEL		H. Teór.	H. Prác.	Créditos	Req.
	Máquinas Electricas	4	3	11	
2309	Sistemas Digitales	1	5	2	12
	Electrónica II	4	3	11	
	Bioelectricidad	3	0	6	
Totales		16	8	40	
SEPTIMO NIVEL		H. Teór.	H. Prác.	Créditos	Req.



	Teoría de Comunicaciones	5	3	13	
	Electrónica III	4	3	11	
2312	Sistemas de Control	5	3	13	
	Totales	14	9	37	
	OCTAVO NIVEL	H. Teór.	H. Prác.	Créditos	Req.
	Instrumentación Electrónica	3	3	9	
	Electiva Administrativa	3	0	6	
	Electiva Especializada (A1)	3	2	8	
	Electiva Libre (B1)	4	0	8	
	Humanidades IV	4	0	8	
	Totales	17	5	39	
	NOVENO NIVEL	H. Teór.	H. Prác.	Créditos	Req.
2515	Eval. y Admon. de Proyectos	3	0	6	
2313	Seminario I	3	0	6	
	Electiva Especializada (A2)	3	2	8	
	Electiva Libre (B2)	4	0	8	
6101	Proyecto de Grado I	0	0	5	
	Totales	13	2	33	
	DECIMO NIVEL	H. Teór.	H. Prác.	Créditos	Req.
	Seminario II	3	0	6	
	Electiva Libre (B3)	4	0	8	
	Electiva Especializada (A3)	4	0	8	
6102	Proyecto de Grado II	0	0	10	
	Totales	11	0	32	

### AREAS ELECTIVAS PROPUESTAS

#### Comunicaciones y Procesamiento de Señales Digitales

Teoría de la información y codificación en comunicaciones digitales.	3	2	8
Medios de transmisión-Líneas-Guías de ondas.	4	3	11
Propagación ionosférica y radioenlaces.	3	2	8
Diseño de antenas.	3	2	8
Conmutación telefónica I.	4	0	8
Conmutación telefónica II.	4	0	8
Procesamiento digital de imágenes.	3	2	8
Televisión I.	3	2	8
Televisión II.	3	2	8
Instrumentación electrónica II.	4	3	11

#### Telemática

Redes de computadores I.	3	2	8
Redes de computadores II.	3	2	8
Redes de computadores III.	3	2	8

#### Electrónica de potencia y control de máquinas

Electrónica industrial I.	3	2	8
Electrónica industrial II.	3	2	8
Máquinas eléctricas II.	4	3	11



Control de máquinas eléctricas.	3	2	8
Sistemas de control multivariable.	3	2	8
<b>Sistemas digitales. Ing. De Computadores</b>			
Diseño con microprocesador y microcontroladores.	3	2	8
Arquitectura de computadores I.	4	0	8
Arquitectura de computadores II.	4	0	8
Sistemas de Automatización industrial.	3	2	8
<b>Ingeniería del Software</b>			
Informática I.	3	2	8
Informática II.	3	2	8
Informática III.	3	2	8

AREAS	RECOMENDADO POR ICFES Y ACOFI	PROPUESTO POR LA UIS			
		HORAS		CREDITOS	
		MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
CIENCIAS BASICAS	20%	23.4	29.3	24.2	30.7
SOCIO HUMANISTICAS	10%	7.8	13.7	8.7	15.2
ECONOMICO ADMINISTRATIVA	5%	2.9	8.8	3.3	9.8
PROFESIONAL BASICA	10%	21	26.9	21.2	27.6
PROFESIONAL ESPECIFICA	35%	39	44.9	36.1	42.6

### DISTRIBUCION DE LAS HORAS DE CLASE DURANTE LA CARRERA

	TEORICA	PRACTICA
CIENCIAS BASICAS	615	105
SOCIO-HUMANISTICAS	240	0
ECONOMICA-ADMINISTRATIVA	90	0
PROFESIONAL BASICA	525	120
PROFESIONAL ESPECIALIZADA	795	405
LIBRE	180	0
TOTAL	2445	630

TOTAL DE HORAS DE CLASE DURANTE LOS 10 SEMESTRES 3075

### PORCENTAJES RELATIVOS DE REFUERZO PRODUCIDO POR EL BLOQUE DE ELECTIVAS LIBRES B1, B2, B3, EN CADA UNA DE LAS AREAS DE LA CARRERA

AREAS	HORAS	CREDITOS
Ciencias Básicas	34.1%	29.3%
Socio-Humanísticas	53.6%	57.1%
Económico Administrativa	125%	100%
Profesional Básica	71.4%	58.5%
Profesional Específica	36.4%	31.3%



**5. CONCLUSIONES:** Las siguientes son las características más relevantes del Pénsum:

- El área de fundamentación científica es lo suficientemente sólida y extensa para garantizar al estudiante, además de la comprensión de todos los tópicos de la carrera, su posterior especialización o actualización.
- La formación teórico-práctica profunda, reforzada con el diseño en el área profesional asegura un egresado capaz de desempeñarse adecuadamente en la empresa y de evolucionar al ritmo que los cambios tecnológicos le impongan.
- El diseño dinámico de las áreas electivas y la selección de las mismas, aseguran la formación de un ingeniero capaz de afrontar los retos que impondrá la revolución tecnológica sin precedentes que se operará en la presente década y en las primeras del próximo siglo.
- El bloque de electivas libres B1, B2, B3, permite enfatizar cualquiera de las áreas sin traumatismos en el plan de cada estudiante, con mayores efectos en las áreas económico-administrativa y socio-humanística.
- La ejecución del plan de estudios exige a todo el personal docente de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones una actitud de permanente evaluación y renovación técnica y pedagógica.

**6. BIBLIOGRAFIA:**

ACOFI, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. Seminario Internacional para la Actualización y Modernización del Currículo en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Memorias. Cali, Noviembre de 1995.

ACOFI. 2do. Encuentro Nacional de Directores de Programas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Cali, Mayo 1993.

Cala Vecino, Alirio. Proyecto de Creación de la Carrera de Ingeniería Electrónica. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 1993.

Cala Vecino, Alirio; Martínez Angel, Roberto, Rueda Patiño, Francisco. Reforma del Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Eléctrica. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 1994.

IEEE. Power Engineering Education Committee, Subcommittee on Power Engineering Curricula, "Electric Power Engineering Curricula Content in the 21st. Century" IEEE Transaction on Power Systems, Vol 9, No. 3, Agosto 1994. Pags. 1145 - 1151.

Universidad Industrial de Santander,. Plan de Desarrollo, 1995-1998, Bucaramanga, UIS, 1995.



# EL DESARROLLO MORAL Y LA FORMACION UNIVERSITARIA

Yolima Beltrán Villamizar, Universidad Industrial de Santander.

## RESUMEN

Una de las grandes preocupaciones en la formación de cualquier profesional, particularmente en la del ingeniero, ha sido la estructuración de una conciencia moral, que le permita discernir entre "lo bueno" y "lo malo" en la toma de decisiones que atañen a su vida personal y a su ejercicio profesional.

A este respecto, la universidad colombiana ha trabajado sobre dos supuestos implícitos: uno, que hace referencia a que a ella llega un individuo estructurado moralmente, por lo que la institución no tiene la responsabilidad de formarlo en valores, cuya conformación corresponde al hogar y a los niveles anteriores de escolaridad. El otro, que ignora los niveles previos del individuo en este ámbito, lo que conduce a la implementación de programas formales dentro del currículo. Las instituciones que optan por este segundo enfoque, tradicionalmente introducen un componente de formación humanística y clases de ética dentro del plan de estudios.

La experiencia ha demostrado, que tales estrategias han resultado ser insuficientes para el logro del propósito buscado, porque se centran fundamentalmente en aspectos cognoscitivos, descuidando los afectivos y conductuales, que inciden directamente en la estructuración del área moral del individuo.

Una alternativa para superar la situación previamente señalada, surge de los enfoques cognitivos. Partiendo de esta perspectiva, este trabajo aborda el desarrollo del área moral del estudiante universitario, integrando los planteamientos de Piaget, Kohlberg y Rest, entre otros, en una propuesta que incluye una serie de dilemas morales, probados en un grupo de estudiantes de la UIS.

Diferentes escuelas en Psicología han dedicado sus esfuerzos a la investigación sobre el desarrollo del juicio moral, tema que se ubica en el contexto de la Psicología Evolutiva; el psicoanálisis, las teorías del aprendizaje y las teorías sobre el desarrollo cognitivo de Piaget, Kohlberg y Rest, han hecho grandes contribuciones, siendo los planteamientos provenientes de éstas últimas, de particular interés en el presente trabajo. (1)

Se parte del supuesto de que el juicio o criterio moral hace parte del desarrollo de la personalidad, siendo un aspecto de las relaciones del individuo con su sociedad, al cual es inherente el dilema y el conflicto inevitable entre las necesidades personales y las obligaciones sociales.

Piaget estudió el desarrollo del criterio moral infantil dentro de



los mismos parámetros de su teoría sobre la génesis del pensamiento, estableciendo que hay un paralelismo constante entre la vida afectiva y la vida intelectual. Al respecto afirma que : "afectividad e inteligencia son indisolubles y constituyen dos aspectos complementarios de toda conducta humana" (2). De igual forma, planteó que su intención fué estudiar el juicio moral y no las conductas (las emisiones a partir de juicios morales) o los sentimientos morales, y en consecuencia sus observaciones se orientaron a comprender la génesis de juicio moral, su estructura y los procesos que determinan su evolución, y no exclusivamente sus manifestaciones. Por tanto, se dedicó a establecer el proceso a través del cual el niño incorpora y adapta sus esquemas y su estructura cognoscitiva a la moralidad, en su interrelación con el medio. Para tal fin, empleó la observación y la entrevista con niños en la condición de juego libre, aprovechando el hecho de que en el caso de los juegos infantiles sociales más simples, las reglas son elaboradas por los niños mismos y por tanto, la interferencia de las reglas de los adultos queda reducida a su mínima expresión. Para él, lo que permite determinar la naturaleza psicológica de la moralidad, es la relación entre la práctica (la manera como los niños de las distintas edades aplican efectivamente las reglas), y la conciencia misma de la regla (la manera en que los niños de las distintas edades se representan el carácter sagrado, obligatorio o decisorio, la heteronomía o la autonomía propia de la regla) (3).

A partir de las observaciones del juego de los niños, Piaget describió estadios de desarrollo de la práctica y de la conciencia de la regla(4); conceptualizó éste en dos dimensiones básicas a través de las cuales se ve representada la concepción del yo del niño en un mundo social. Estas son: la heteronomía y la autonomía. Dicho autor considera que estas dos formas deben ser tomadas como todos estructurales, por definición antagónicos, que tienen una secuencia invariante de evolución que va de la heteronomía a la autonomía y que están compuestas por diferentes características que definen su evolución, en donde la autonomía expresa una forma más avanzada de concepción del yo en un mundo social que la heteronomía. En esta concepción se asume que :

1. Ambas formas, la heterónoma y la autónoma, son antitéticas y en el curso del desarrollo se transforman cualitativamente. Los elementos constitutivos de cada una se encuentra estrechamente ligados entre sí, determinándose los unos a los otros.
2. Existen períodos de transición en los que coexisten elementos de ambos; no existen estadios heterónomos ni autónomos puros:
3. Existe desfase donde se observa una diferencia temporal entre la práctica y la conciencia de la regla (5).

La Tabla 1 muestra las características del desarrollo heterónimo y autónomo según Piaget en aspectos tales como los conceptos morales, los puntos de vista, la internacionalidad, las reglas, el respeto por la autoridad y el castigo.



Tabla 1. Etapa del Desarrollo del Juicio Moral según Piaget(6)

	Etapa I HETERONOMIA	Etapa II AUTONOMIA
CONCEPTOS MORALES	Moralidad de la restricción y moralidad heterónoma	Moralidad de reciprocidad de cooperación o moralidad autónoma.
PUNTOS DE VISTA	El niño considera un acto como totalmente bueno o totalmente malo y piensa que todos los consideran de la misma forma.	El niño puede colocarse en el lugar del otro, ya que no es absolutista en cuanto a los juicios.
INTENCIONALIDAD	El niño tiende a juzgar un acto en términos de las consecuencias físicas reales, no de la motivación subyacente.	El niño juzga los actos por sus intenciones, no por sus consecuencias.
REGLAS	Obedece las reglas por que son sagradas e inalterables.	Reconoce que las reglas fueron hechas por las personas y que pueden ser cambiadas.
RESPECTO POR LA AUTORIDAD	El respeto unilateral conduce a un sentimiento de obligación de guiarse por las normas de los adultos y obedecer las reglas de éstos.	El respeto mutuo por la autoridad y los iguales, permiten al niño valorar sus propias opiniones y capacidades a un nivel más alto y juzgar a las personas.
CASTIGO	Está en favor del castigo severo y expiatorio: un acto es malo si se produce castigo	Está en favor de un castigo recíproco más leve, que lleva a la indemnización de la víctima.
JUSTIFICACIÓN INMANENTE	Confunde las leyes morales con las leyes físicas.	No confunde los percances naturales con un castigo.

En años recientes un estudio más comprensivo del desarrollo moral ha sido realizado por Kohlberg. Siguiendo la teoría de Piaget, considera el desarrollo del juicio moral con una estructura propia



que es necesario estudiar, aparte del desarrollo del ego o del desarrollo cognitivo; separa el razonamiento moral del proceso de internalización y conformidad a las normas y valores culturales y sostiene que el razonamiento moral antecede al comportamiento moral(7). Con base en esta perspectiva, parte de los siguientes supuestos básicos:

1.El desarrollo básico envuelve transformaciones de la estructura cognitiva que deben explicarse en términos de "todos organizados" o sistemas de relaciones internas.

2.El desarrollo de la estructura cognitiva es el resultado del proceso de interacción entre las estructuras del organismo y el ambiente, más que el resultado directo de la maduración o del aprendizaje.

3.Las estructuras cognitivas son siempre estructuras de acción (esquemas). La organización de estos modelos de pensamiento es una organización de acciones sobre objetos o eventos.

4.La dirección del desarrollo de la estructura cognitiva es hacia un mayor equilibrio en la interacción organismo-ambiente.

5.El desarrollo y funcionamiento afectivo y el desarrollo y funcionamiento cognitivo, no son campos diferentes. Ellos son paralelos y representan diferentes dimensiones en los cambios estructurales.

6.Hay una unidad fundamental de personalidad y desarrollo llamada ego o sí-mismo. El desarrollo social es en esencia la reestructuración de: a)el concepto de sí-mismo, b)en su relación con los conceptos de otra gente, c)concebido como inmerso en un mundo social común con estándares sociales.

7.Todos los procesos básicos envueltos en las cogniciones físicas y en los cambios de estimulación y cambios de desarrollo de tales cogniciones, son básicos para el desarrollo social. La cognición social, envuelve el rol tomado, es decir, la conciencia de que el otro responde al sí-mismo en un sistema de expectativas complementarias.

8.La dirección del desarrollo del ego o del desarrollo social es también hacia un equilibrio o reciprocidad entre las acciones del sí mismo y las acciones de otros hacia el sí-mismo (8).

Dentro de este contexto, se asume que la secuencia de desarrollo tiene un orden invariante y es irreversible, aún teniendo en cuenta que hay diferencias culturales en las edades de pasaje por las etapas.

Kohlberg postula tres niveles de razonamiento moral: preconvencional, convencional y postconvencional, cada uno de los cuales incluye dos estadios, tal como aparecen en la Tabla 2.



Tabla 2. Estadios de razonamiento moral según Kohlberg (9) (10)

<p><b>I. NIVEL PRECONVENCIONAL:</b> el niño responde a reglas culturales y etiquetas de bueno y malo, pero las interpreta por las consecuencias físicas o hedonistas de la acción.</p>	<p><b>Estadio 1:</b> La orientación hacia el castigo y la obediencia: las consecuencias físicas de la acción determinan su bondad o su maldad, independientemente del significado o valor humano de estas consecuencias.</p>
	<p><b>Estadio 2:</b> La orientación relativista instrumental: la acción correcta consiste en lo que satisface instrumentalmente las necesidades propias y en ocasiones las de los demás.</p>
<p><b>II. NIVEL CONVENCIONAL</b> (entre los 10 y 13 años): se percibe como valioso por sí mismo el mantenimiento de las expectativas de la familia, el grupo o la nación del individuo, independientemente de las consecuencias inmediatas y obvias.</p>	<p><b>Estadio 3:</b> La concordancia interpersonal u orientación de "buen muchacho-buena muchacha": la buena conducta es la que agrada o ayuda a otros y al mismo tiempo es aprobada por ellos. Se juzga a la conducta por la intención.</p>
	<p><b>Estadio 4:</b> La orientación hacia la ley y el orden: hay orientación hacia la autoridad, las reglas fijas y el mantenimiento del orden social.</p>
<p><b>III. NIVEL POSTCONVENCIONAL</b> (de los 13 años en adelante): hay un claro esfuerzo por definir los valores y los principios morales que tienen validez y aplicación, independientemente de la autoridad de los grupos o las personas del propio individuo con estos grupos.</p>	<p><b>Estadio 5:</b> La orientación legalista hacia el contrato social: tiende a definirse la acción correcta en función de los derechos generales de los individuos, de las normas que han sido examinadas críticamente, con las cuales concuerda toda la sociedad. Hay una clara consciencia del relativismo de los valores de las opiniones personales.</p>
	<p><b>Estadio 6:</b> La orientación hacia los principios éticos universales: lo correcto se define por la decisión de conciencia, de acuerdo con los principios éticos elegidos por el propio sujeto, los cuales apelan a la amplitud, universalidad y consistencia.</p>



El estudio inicial se llevó a cabo en 75 niños americanos de clase media, cuyo rango de edad osciló entre los 10 y 16 años. Los sujetos fueron estudiados durante 12 años con intervalos de 3 años desde la adolescencia temprana hasta la adultez temprana, hallándose el rango de edad, al finalizar el estudio, entre los 22 y 28 años. El instrumento diseñado estuvo conformado por 10 dilemas morales hipotéticos algunos extraídos de trabajos de casuística, acerca de los cuales los sujetos debían razonar espontáneamente, resolverlos y manifestar tal solución por escrito o verbalmente; este instrumento se denominó el MJS (Moral Judgment Scale) (11). Rest arguye que aunque la secuencia de desarrollo es invariante en orden, el pensamiento de una persona no puede ser fijamente asignado a un solo y único estadio y que ningún desarrollo puede ser conceptualizado paso por paso. Insatisfecho también con los problemas de confiabilidad del MJS (debido a sesgos introducidos por los puntuadores) y con el tiempo que requiere para su puntuación, diseñó una medida objetiva, derivada del MJS: The Defining Issues Test (DIT). Se basó en la noción de que la gente hace juicios morales confiables acerca de los juicios de otros. Así cuando se da un dilema, con diferentes posibles discusiones y planteamientos de consideraciones, los individuos reconocerán y seleccionarán aquellos que reflejen su propio pensamiento (12). El modelo propuesto por Rest incluye las siguientes características

1. Es curvilíneo y cada curva representa una manera cualitativamente diferente de pensamiento.
2. Se habla de "tipo" de pensamiento y no de "estadio" porque el estadio sugiere que un sujeto está exclusivamente en un tipo de pensamiento, mientras que la investigación indica que los sujetos tienen mezclas de estos dos tipos.
3. Ningún tipo de pensamiento tiene un período de 100% de uso ni un período de tiempo particular durante el cual predomine.
4. Pueden ocurrir mezclas de más de dos tipos de pensamiento.
5. Los tipos de pensamiento no tienen una tasa simétrica e idéntica de comienzo y declinación. Se asume un continuo de desarrollo (13). Con base en los aspectos teóricos revisados previamente es posible plantear los supuestos fundamentales que sustentan el presente trabajo, que tienen su origen en los planteamientos hechos por Kohlberg y Rest:

1. El desarrollo moral es producto de la interacción sujeto-ambiente.
2. El desarrollo moral tiene un componente cognoscitivo básico, el cual es condición necesaria pero no suficiente para el desarrollo del pensamiento basado en principios.
3. Hay desarrollo moral después de la madurez biológica: por tanto, hay desarrollo moral adulto.
4. Las diferencias entre los adultos al construir y evaluar problemas morales están determinadas por el nivel de desarrollo de su concepción de justicia. Por tanto, el criterio moral no puede ser definido en términos de conformidad con las normas prevalentes en el grupo social y no puede ser evaluado sin tener conocimientos del punto de vista de el sujeto y de sus intenciones.



5.El juicio moral no es la conducta moral.

6.La noción de que una persona está o no está en un estadio de desarrollo moral es errada. La apreciación del desarrollo es probabilística, razón por la cual hay mezclas de estadios.

7.El asumir otros roles posiblemente induce a un desequilibrio cognitivo y su resolución se da a través de la modificación de los esquemas existentes, por lo cual es evidente la importancia del rol tomado y la participación en grupos de pares como mecanismos para incrementar el desarrollo moral (14) (15).

Los supuestos anteriores fueron explicitados en la construcción de una serie de dilemas morales que fueron aplicados a un grupo de 30 estudiantes universitarios de diversas carreras de la Universidad Industrial de Santander, con el propósito de demostrar que es posible mejorar los niveles de desarrollo moral en ellos. Para ello, se hizo una evaluación preliminar del desarrollo moral mediante la aplicación de la prueba BELT (prueba estandarizada para Colombia y equivalente al DIT de Rest), luego de lo cual los estudiantes fueron sometidos a un proceso sistemático de reflexión sobre los dilemas morales construidos, durante sesiones de una hora semanal a la que asistieron voluntariamente (16). Dicho proceso tuvo una duración de cuatro meses, después de los cuales se hizo una segunda medición utilizando nuevamente la prueba BELT.

Los resultados mostraron que 26 de los 30 estudiantes se desplazaron del Estadio 3 al Estadio 4 según las etapas de Kohlberg, hallazgo que posiblemente puede explicarse por el hecho de que muchos adultos en nuestra sociedad funcionan básicamente con tal nivel de razonamiento. De otra parte, no hay que desconocer que los sujetos presentaron algunos rasgos de los estadios 5 y 6, lo cual demuestra la emergencia de éstos en ellos; este aspecto se explica si se tiene en cuenta lo planteado por Flavell y Wohlwill en el sentido de que, cuando se está en un período de transición en la adquisición de una estructura, se vacila en el empleo de la misma (17). Los sujetos no están "dentro" de un estadio u otro, dado el carácter probabilístico de las estructuras, planteamientos consonantes con el modelo complejo de estadio de Rest, que supone un continuo de desarrollo. En los 4 restantes estudiantes, se observó que permanecieron en el Estadio 3; las razones para que no se hubiesen desplazado de un estadio a otro pueden ser atribuidos a su asistencia asistemática a las sesiones, aunque no se descartan otros factores relacionados con el nivel intelectual y con la participación social que pudiesen incidir en este fenómeno.

Los resultados hallados aquí coinciden con los reportados por Kohlberg y Rest, permitiendo afirmar que la estructura moral del adulto es susceptible de modificación y que la universidad representa un espacio propicio para estimularlo, puesto que promueve el cuestionamiento de los valores que posee induciéndolo a adquirir un compromiso renovado con los que selecciona por sí mismo.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS

(1) Baldwin define las teorías cognitivas como aquellas que postulan un proceso representacional o de codificación entre el estímulo y la respuesta; esta representación es aplicable a una variedad de estímulos proximales y puede elicitar una variedad de respuestas, que dependen de factores situacionales y motivacionales no propiamente cognitivos. En: BALDWIN: Fundamentos de Psicología



Cognitiva. Editorial Amorrortu, Buenos Aires, 1985.

- (2)PIAGET, Jean: El criterio Moral en el niño. Editorial Fontanella, 1983, p. 17.
- (3)Ibid, p. 18
- (4)Ibid, p. 22
- (5)FLAVELL, J. H. La psicología de Jean Piaget. Editorial Paidos, Barcelona, 1981.
- (6)PAPALIA, D. Psicología del desarrollo. Editorial Mc Graw Hill.
- (7)KOLHBERG, L. Stage and sequence: the cognitive developmental approach to socialization. Handbook of socialization, theory and research. (1 Edición). Rand Mc Nally Company, Chicago, 1969, pp. 347-351.
- (8)Ibid, pp. 355-480.
- (10)KOLHBERG, L. From is to ought: how to comit the naturalistic fallacy and get away with it in the study of moral development. Mishel (Eds). Cognitive Development Epistemology, Academic Press, Chicago, 1971. pp. 91-117.
- (11)KOLHBERG, L. Continuities in childhood and adult moral development revisited. Baltés, P.B; Shaire, K. W (Eds). Life span developmental psychology: personaliti and socialization Academic Press, New York, 1973, pp. 28-30.
- (12)REST, J.R. The hierarchical nature of moral judgment: a study of patterns of comprehension and preferences of moral stages. Journal of Personality, 4, 1973, pp. 86 -109.
- (13)REST, J.R. Development in judging moral issues. Minnesota Moral Research Projects, 1979.
- (14)PIAGET, J. op.cit pp. 183-240.
- (15)KOLHBERG, L. Stage and sequence: the cognitive developmental approach to socialization. Op.cit pp. 320-341.
- (16)Ejemplo de los dilemas empleados: JORGE Y EL LADRON  
Jorge es un joven de 28 años, 10 de los cuales ha estado al servicio de a Policía. Siempre ha sido un trabajador dedicado. Ahora trabaja en una inspección de policia, donde debe patrullar de noche las calles del barrio, para asegurar la tranquilidad del vecindario. Una noche, sale en su recorrido. De pronto, se da cuenta de que un hombre está robando un almacén del barrio. Se acerca con cautela hasta detenerlo.  
En ese instante, se da cuenta de que el ladrón es Enrique, su gran amigo de la infancia, cuya esposa está terriblemente enferma de un cáncer que debe ser operado. Enrique está atravesando una difícil situación económica. Nadie en el vecindario se ha dado cuenta del incidente. Qué debe hacer Jorge? (Señale una).  
-- Debe denunciarlo-- No puede decidir -- No debe denunciarlo.
- (17)FLAVELL, J.H; Wohlwill, J.F. Formal and functional aspects of cognitive development. Elkind (Eds). Studies in cognitive development: essays in honor of Jean Piaget, Oxford University Press, New York, 1986, p. 68.

#### BIBLIOGRAFIA

- BALDWIN: Fundamentos de Psicología Cognitiva. Editorial Amorrortu, Bueeno Aires, 1985.
- FLAVELL, J. H. La psicología de Jean Piaget. Editorial Paidos, Barcelona, 1981.
- FLAVELL, J.H; Wohlwill, J.F. Formal and functional aspects of cognitive development. Elkind (Eds). Studies in cognitive development: essays in honor of Jean Piaget, Oxford University Press, New York, 1986.
- KOLHBERG, L. Stage and sequence: the cognitive developmental approach to socialization. Handbook of socialization, theory and research. 1 Edicion. Rand Mc Nally Company, Chicago, 1969.
- KOLHBERG, L. From is to ought: how to comit the naturalistic fallacy and get away with it in the study of moral development. Mishel (Eds). Cognitive Development Epistemology, Academic Press, Chicago, 1971.
- KOLHBERG, L. Continuities in childhood and adult moral development revisited. Baltés, P.B; Shaire, K. W (Eds). Life span developmental psychology: personaliti and socialization Academic Press, New York, 1973.
- PAPALIA, D. Psicología del desarrollo. Editorial Mc Grauw Hill.
- PIAGET, Jean: El criterio Moral en el niño. Editorial Fontanella, 1983.
- REST, J.R. The hierarchical nature of moral judgment: a study of patterns of comprehension and preferences of moral stages. Journal of Personality, 41. 1973.
- REST, J.R. Development in judging moral issues. Minnesota Moral Research Projects, 1979.



# **EXPANSION DE SERVICIOS DOCENTES DEL LABORATORIO DE HIDRAULICA UNA NUEVA PERSPECTIVA PEDAGOGICA**

**Ing. Julio César Cañón Rodríguez  
Departamento de Ingeniería Civil  
Universidad Nacional de Colombia  
Sede Santafé de Bogotá  
Coordinador Proyecto LDH-2000**

## **Resumen**

El Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, sede Santafé de Bogotá, adelanta un Programa Trienal de Expansión de Servicios Docentes y de Apoyo a la Investigación, *LDH-2000*. Para el efecto reorganiza la gestión de sus instalaciones con el propósito múltiple de favorecer un experimento pedagógico impulsor de la participación e iniciativa por parte de los alumnos, modificar la actitud docente frente a las prácticas de laboratorio, optimizar el aprovechamiento de la capacidad física instalada, ampliar la oferta de servicios y mejorar los niveles de extensión y competitividad. En el proyecto participan profesores y estudiantes, organizados en grupos de trabajo, que por esta vía se comprometen en un ejercicio de reingeniería práctica, a la vez que modelan una estructura académico-administrativa que fortalece la posición institucional frente a las exigencias relacionadas con procesos de autoevaluación, acreditación e integración de recursos universitarios.

## **Los antecedentes del proceso**

La reforma académica que adelanta la Universidad Nacional generó una serie de consecuencias curriculares y administrativas, actualmente en proceso de asimilación, que exige serios replanteamientos tanto en las actitudes y habilidades de docentes y alumnos, como en los modelos pedagógicos y los apoyos didácticos tradicionalmente utilizados en el proceso de formación.



En particular, uno de los cambios más sensibles dentro de la estructura curricular de la Facultad de Ingeniería tiene que ver con la fusión dentro del Plan de Estudios de las asignaturas teóricas con sus respectivas sesiones de práctica, que incluyen laboratorios, visitas y otras formas de acercamiento de los estudiantes a la validación de conceptos teóricos sobre los cuales se trabaja en las sesiones de clase presencial. El resultado es una modalidad denominada teórico-práctica, cuya naturaleza es forzoso no interpretar como el simple ejercicio mecánico de adición de contenidos; sino por el contrario, como el soporte del carácter integral de la formación de los estudiantes, pretendido en la reforma y reclamado por las actuales demandas de la sociedad.

Por otra parte, la reforma académica ha resaltado el extraordinario valor académico y la importancia estratégica que tienen las instalaciones del Laboratorio de Hidráulica, principalmente para atender las nuevas relaciones que se establecen con las expectativas y necesidades nacionales en la formación y capacitación de ingenieros en el área de Recursos Hidráulicos. Frente a este creciente proceso de actualización y modernización es conveniente explorar todas las formas de optimización y expansión de servicios que permitan una respuesta adecuada a las exigencias de nuevas formas de docencia e investigación, y faciliten extender los servicios de una manera calificada y competitiva.

El uso eficiente de los recursos físicos no solamente conviene a los intereses institucionales y a la protección del patrimonio universitario, sino que es imperativo para atender el compromiso con la sociedad colombiana. Resultaría reprochable, en un país con las carencias y necesidades del nuestro, subutilizar los factores de crecimiento y entre ellos, particularmente, aquellas instalaciones cuya capacidad excede los niveles de utilización. Así mismo, la urgencia de nuevas opciones pedagógicas y el cambio de actitud frente a la metrología y la normalización imponen una reflexión seria sobre la validez y pertinencia de los métodos convencionales utilizados en las prácticas docentes, investigativas y de extensión y reclaman la incorporación de modernos medios de comunicaciones, cómputo, instrumentación, calibración, operación y mantenimiento.

### **Enfoque sistémico del proyecto**

Reducir la incertidumbre asociada con un proyecto, así sea éste de naturaleza académica, exige reconocer unos términos de referencia contextual que faciliten identificar las relaciones funcionales, estructurales y de causalidad que ligan a los elementos del proyecto, entre sí, y con otros factores externos. Esta visión sistémica obliga a considerar las restricciones, límites y condicionantes como parte fundamental de la formulación y valoración del desempeño esperado del Proyecto. En primer lugar la Universidad, a través de todas sus Facultades, Centros e Institutos, está comprometida con un proceso de reestructuración académica y administrativa que crea un ambiente favorable para los propósitos de cambio, actualización y crecimiento. En particular, se discuten nuevas opciones de formación profesional apoyadas en criterios de renovación pedagógica, incorporación de ayudas docentes y apertura hacia el sector productivo y la sociedad en general, con criterios sostenidos de alta calidad y competitividad.



En el análisis contextual del Proyecto de Expansión de Servicios se ha considerado como un factor determinante las crecientes e irreversibles limitaciones presupuestales. En situaciones de restricción financiera deben potenciarse la iniciativa y creatividad de las instituciones - que se nutren de la iniciativa y creatividad de sus miembros, en este caso estudiantes y profesores, - para superar los requerimientos de modernización en áreas tan importantes como la instrumentación y las comunicaciones. Esto, en otras palabras, significa un reordenamiento de prioridades de inversión que considere el incremento de la utilización de los bienes, instalaciones y equipos disponibles como fórmula para liberar los recursos necesarios para la adquisición de los elementos asociados con verdaderas innovaciones.

El compromiso universitario de alcanzar cotas elevadas en el plano de la competitividad debe encararse sustancialmente a través de demostraciones efectivas de racionalización del uso de recursos, vinculando más estrechamente los conceptos expuestos en las sesiones teóricas con la experimentación, estimulando la participación real de profesores y alumnos en el diseño y puesta en marcha de nuevas opciones experimentales, identificando necesidades de rehabilitación de instalaciones de altísimo valor experimental y formativo; y animando la validación de conocimientos básicos mediante la plena utilización de las instalaciones docentes en el plano demostrativo e introductorio.

La observación de los índices de utilización real de la infraestructura física disponible en el Laboratorio para actividades docentes y de apoyo a la investigación muestra un resultado histórico notablemente bajo. Se programa habitualmente un número que cubre aproximadamente el 40 % del potencial de prácticas., con las cuales se atienden grupos de estudiantes de los programas de Ingeniería Civil, Eléctrica, Mecánica, Agrícola y Química. Contrasta esta situación con el hecho de que el Laboratorio de Hidráulica representa un activo invaluable, no solamente para la Universidad, sino para la ingeniería nacional y la sociedad colombiana y materializa sus principales fortalezas en su gran potencial de servicios, en su fuerte relación con los intereses técnicos y las necesidades de entidades públicas y empresas privadas de consultoría e investigación y en las crecientes posibilidades de contacto e intercambio con centros universitarios y de investigación extranjeros, con algunos de los cuales se encuentra históricamente ligado, y con los cuales debe procurar alianzas y relaciones de muy alto nivel.

### **El concepto de expansión de servicios docentes**

La docencia en ingeniería, siempre en procura de mejoramiento cualitativo de sus tareas, debe ingeniar estrategias y herramientas didácticas y ayudas pedagógicas capaces de multiplicar los beneficios de un recurso tan versátil como un laboratorio. Así, durante los dos últimos años se introdujeron modificaciones en la preparación y ejecución de las prácticas a la espera de obtener respuestas significativas en, al menos, los siguientes campos:

la elevación del nivel de exigencia sobre la calidad y cantidad de las prácticas instaladas en el laboratorio,



el incremento de rendimiento académico de los alumnos inscritos en los cursos regulares de hidráulica,

el efecto demostración sobre otros laboratorios de Ingeniería,

el incremento de vocaciones con reflejos posteriores en concursos para becarios y auxiliares de docencia y ,

el aumento de la demanda por temas de proyectos y tesis, líneas de profundización, proyectos de investigación, extensión, educación continuada y cursos de postgrado.

La expansión de servicios, entendida como el conjunto de medidas académicas y administrativas dirigidas a optimizar el empleo de los recursos existentes puestos al servicio de la docencia y la investigación en el Laboratorio, está inscrita en los planes de desarrollo de la Institución y supone el cumplimiento de objetivos tales como:

realizar el inventario del uso potencial de las instalaciones existentes,

diseñar sistemas de instrumentación , comunicaciones y control electrónico,

preparar y desarrollar un catálogo interactivo de servicios que sustituya a las clásicas guías de laboratorio y,

reorganizar la gestión de sus instalaciones favoreciendo la participación de los estudiantes en el proceso.

Este último objetivo ha recibido prioridad dentro de la ejecución del Proyecto debido a que conjuga una serie de expectativas caras a los intereses de la institución universitaria y vitales para el cumplimiento de la misión que la sociedad le ha encomendado. Un ejercicio complejo y no exento de dificultades operativas ha buscado consolidar la participación e iniciativa de los alumnos en la programación, preparación , montaje e instrumentación de las prácticas de laboratorio de hidráulica; estimulando sus sentidos de responsabilidad y compromiso y forzando un viraje profundo en la actitud docente frente al papel que desempeñan , tanto los estudiantes como las experiencias de laboratorio, dentro de la configuración , desarrollo y evaluación de los cursos. Desde sus primeras aplicaciones este modelo de participación mostró como una de sus bondades la posibilidad de eliminar la restricción mítica según la cual cada instalación física está ligada exclusivamente a una práctica única.

Al superar esta barrera consuetudinaria es posible expandir el potencial del Laboratorio, permitiendo a profesores y estudiantes que por esta vía se comprometen en un ejercicio de reingeniería práctica , diseñar y programar nuevos experimentos, saturando gradualmente la capacidad de las instalaciones existentes, identificando necesidades y conveniencias de rehabilitación de equipos e instalaciones supervivientes de montajes realizados para apoyar trabajos de grado, investigaciones o estudios de asesoría, incrementando la eficiencia global de la planta



física del Laboratorio y contribuyendo a modelar una estructura académico-administrativa que fortalece la posición institucional frente a las exigencias esperadas en compromisos relacionadas con procesos de autoevaluación, acreditación e integración de recursos universitarios.

Una secuencia genérica que ilustra el proceso de expansión de los servicios del Laboratorio puede formularse en los siguientes términos:  $P_1$  representa al conjunto de prácticas que utilizan equipos instalados, dotados de instrumentos de medida, guías de trabajo y en plena utilización, con lo cual se genera racionalidad de uso sin incremento material de recursos.

$P_2$  representa las prácticas que utilizan instalaciones remanentes de montajes construidos para soportar trabajos de grado, trabajos de consultoría e investigaciones. En esta caso existe un incremento de capacidad apoyado en el uso de algunos recursos que deben emplearse en procesos de reparación o rehabilitación de instalaciones.

$P_3$  es, por último, un tipo de prácticas que requiere equipos nuevos o adaptaciones importantes de los existentes, ya sea en aspectos estructurales, funcionales o de instrumentación, por lo cual se precisan recursos que deben emplearse en procesos de diseño, fabricación y montaje, en los cuales pueden participar docentes y estudiantes.

La expresión descriptiva para la expansión de servicios docentes en el Laboratorio puede formularse como :

$$E_0 \Rightarrow k_{1\text{máx}} P_1 \rightarrow k_{2\text{máx}} P_2 \rightarrow k_{3\text{máx}} P_3 \Rightarrow E_e; \text{ donde :}$$

$E_0$  es el nivel inicial de utilización de las instalaciones del Laboratorio

$E_e$  es el nivel de utilización luego de la expansión

$k_1$  es el índice de utilización de las instalaciones en pleno uso

$k_2$  es el índice de utilización de las instalaciones remanentes

$k_3$  es el índice de utilización de las instalaciones que involucran requerimientos de diseño, construcción y montaje.

Los índices de utilización tienen carácter dinámico en cuanto relacionan el uso real de una instalación en un instante dado, con el uso potencial de esa misma instalación obtenido a través de un inventario que hace parte de los objetivos del Proyecto; sus valores numéricos se encuentran comprendidos entre cero y la unidad y tal como se sugiere en la secuencia mostrada, los índices deben saturarse - hacerse máximos - progresivamente para garantizar racionalidad técnica y económica en el uso de los recursos. De otra forma, pueden introducirse distorsiones - lamentablemente muy comunes - que conducen a subutilizaciones, altos costos de operación y abandono de programas de mantenimiento y reposición.



## **Efectos pedagógicos de la expansión de servicios docentes**

Independientemente de los efectos alcanzados en la participación de los alumnos en el diseño de las prácticas y en su programación, tareas que pueden asimilarse a ciertas actividades de común ocurrencia en el ejercicio profesional de los ingenieros y con las cuales se estimulan la responsabilidad, el compromiso y la noción de trabajo en equipo, es posible encontrar otros beneficios del Proyecto dentro de la configuración curricular de los distintos programas. La expansión de servicios docentes en el laboratorio:

produce un incremento en la oferta de posibilidades de experimentación utilizando las mismas instalaciones existentes con lo cual se materializan las ventajas de la actitud creativa y se exhiben muestras concretas de uso eficiente y calificado de los recursos disponibles en un proyecto real de ingeniería;

estimula en los alumnos las iniciativas relacionadas con diseño de nuevas instalaciones e incluso, para los estudiantes de ciertas especialidades de ingeniería, convierte al Laboratorio en un Taller para la fabricación y montaje de las mismas;

genera una importante ampliación de los horarios de disponibilidad de las instalaciones con lo cual los estudiantes pueden seleccionar de acuerdo con sus necesidades el momento propicio para realizar las prácticas que ellos mismos han ayudado a diseñar en las sesiones teóricas de sus asignaturas. La ampliación del tiempo de disponibilidad permite, asimismo., que los estudiantes repitan experimentos con cuyos resultados no estén satisfechos, bien sea como producto de su propio análisis, o bien sea como efecto de la discusión posterior en clase;

reduce, y en algunos casos permite eliminar, el rezago entre el momento de la aparición del concepto teórico y la ocasión de verificarlo experimentalmente. Un atributo apreciable de las asignaturas que integran teoría y práctica es justamente la posibilidad que ofrecen de planear la asistencia al Laboratorio de acuerdo con el desarrollo del programa y las exigencias de su contenido;

permite un mayor contacto entre los estudiantes y la infraestructura de experimentación e investigación con lo cual es posible esperar detección temprana de vocaciones e incremento de la demanda de programas de formación avanzada en el área correspondiente

### **Referencias**

1. CAÑÓN RODRIGUEZ, JULIO CESAR. Expansión y racionalización de servicios docentes en el Laboratorio de Hidráulica de la U.Nacional. Noviembre de 1995, Santafé de Bogotá, D.C.
2. CAÑÓN RODRIGUEZ, JULIO CESAR. Proyecto LDH-2000. Unidad de Hidráulica Facultad de Ingeniería U. Nacional. Febrero de 1996, Santafé de Bogotá D.C.



# COMPARACIÓN DE ALGUNOS MODELOS DE ACREDITACIÓN NACIONALES E INTERNACIONALES

*Ernesto Abril Cárdenas, Félix Hernández Rodríguez, Fernando Herrera León, Jaime Malpica Angarita, Marcelo Riveros Rojas y Jaime Salazar Contreras.  
Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Santafé de Bogotá.  
Comité de Acreditación de la Facultad de Ingeniería*

**RESUMEN:** En el presente artículo se hace una presentación breve y una comparación de los objetivos, metodologías y procedimientos de doce modelos de acreditación, reconocimiento o autoevaluación, desarrollados por instituciones nacionales e internacionales. En su mayoría, son aplicables a programas de ingeniería.

Además, se presentan algunas reflexiones acerca de la aplicabilidad de esos modelos en Colombia y algunas recomendaciones tendientes a lograr un lenguaje común para los modelos de acreditación que se desarrollen en el país.

## 1. INTRODUCCIÓN

El derecho de las personas a la educación, establecido en la Constitución Política de 1991, y la Ley 30 de 1992, norma que rige la Educación Superior en Colombia, se constituyen en el marco legal en el cual se encuentran contemplados los Sistemas Nacionales de Acreditación e Información.

Como resultado de ello, el Consejo Nacional de Acreditación está trabajando actualmente la estructuración de los sistemas, considerando como objetivo primordial el mejoramiento permanente de la calidad, teniendo en cuenta que ello requiere de un análisis del estado actual y unas acciones tendientes a optimizarlo, para lo cual se señalan procedimientos que incluyen evaluaciones internas, externas y reconocimiento social.

Acogiendo las normas dirigidas a todas las Instituciones de Educación Superior, y las particulares de la Universidad Nacional de Colombia incluidas en el Decreto 1210 de 1993, donde se señala que "deberá brindar asesoría y emitir conceptos a las instituciones correspondientes en materias tales como evaluación y acreditación de programas de educación superior" y "cooperará en la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Acreditación", la Facultad de Ingeniería de la Sede Santafé de Bogotá está diseñando un sistema de autoevaluación para revisar el estado de sus programas académicos, el cual debe corresponder a las características particulares, ser suficiente para servir como soporte en un posterior proceso de acreditación y permitir estudiar sus resultados para establecer acciones conducentes al mejoramiento de la calidad.



Se ha efectuado la revisión detallada de un buen número de modelos nacionales e internacionales, propuestos para realizar procesos de autoevaluación o de acreditación, los cuales tienen coincidencias y diferencias que dependen de los sistemas de Educación Superior propios de los países de origen, de los Factores considerados más relevantes en la evaluación y de los procedimientos seguidos, entre otros. Se ha realizado una comparación para destacarlas mediante una breve descripción teniendo en cuenta sus objetivos, metodología empleada y procedimientos seguidos, finalizando con unas conclusiones y recomendaciones, fruto de este trabajo.

Con estos resultados, se busca facilitar a los interesados el conocimiento de diversas tendencias para que, a partir de allí, se formen sus propios conceptos para el proceso de Acreditación que, con base en el mejoramiento de la calidad, hoy es tema obligado de estudio en las Instituciones de Educación Superior.

## **2. PRESENTACIÓN DE LOS DOCE MODELOS**

A continuación se describen sucintamente doce de los modelos existentes para autoevaluación, reconocimiento o acreditación de programas curriculares de pregrado o de instituciones de educación superior. El orden de la presentación responde a antecedentes históricos, filosóficos y de aplicación práctica.

### **2.1. ICFES**

**Introducción.** El Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior -ICFES - es un establecimiento público que tenía dentro de sus funciones, desde 1980 hasta antes de la promulgación de la Ley 30 de 1992, la evaluación y expedición de licencias de funcionamiento y aprobación de programas académicos de las Instituciones de Educación Superior, para cuyo cumplimiento estableció el modelo aquí descrito.

**Objetivos.** Este modelo efectuaba un análisis sobre la calidad de las Instituciones de Educación Superior, relacionada con los aspectos académico, administrativo y financiero, y proponía las recomendaciones para el logro de los requisitos mínimos de calidad.

**Metodología.** La evaluación del programa partía de las estadísticas básicas y un resumen conceptual de unas variables previamente determinadas, que incluían aspectos administrativos, estructura curricular, estudiantes, recursos, actividad investigativa, plan de desarrollo, bienestar universitario, autoevaluación y extensión universitaria.

**Procedimiento.** El proceso era compartido por asesores del ICFES en el área respectiva, docentes - evaluadores de reconocida trayectoria, directivas, docentes y estudiantes del programa evaluado. Con base en la Guía de Información, la institución presentaba a la Subdirección Académica un documento relativo al programa que, sumado a los materiales previos existentes en el Archivo del ICFES, debía ser estudiado por el evaluador externo antes de la realización de la visita y analizado conjuntamente con el asesor del área respectiva de la Subdirección Académica.



Durante la visita se verificaba la información contenida en los documentos, se ampliaba la visión preliminar, surgían nuevos elementos de juicio y el evaluador escribía el informe, contando con el apoyo del asesor del ICFES.

Con base en el trabajo efectuado con el evaluador externo, el asesor del ICFES elaboraba posteriormente la síntesis evaluativa y este documento se remitía a consideración de las directivas del ICFES, junto con el informe del evaluador externo, para la toma de la decisión correspondiente.

## **2.2. CIDESCO**

**Introducción.** La Corporación para la Integración y el Desarrollo de la Educación Superior en el Suroccidente Colombiano - CIDESCO- es la organización de las Instituciones de Educación Superior pertenecientes a esta región, que en el año de 1993 conformó el Comité Regional de Acreditación Universitaria para el Suroccidente Colombiano.

El último documento elaborado por CIDESCO, dado a conocer en mayo de 1994, presenta las áreas y criterios de autoevaluación, sin determinar el procedimiento para la acreditación.

**Objetivo.** El modelo tiene en cuenta la calidad de una forma integral, evaluando el proyecto institucional, su estructura, su funcionamiento y sus resultados.

**Metodología.** CIDESCO analiza la calidad bajo los criterios de eficiencia, eficacia, control, cobertura, responsabilidad y ética. El modelo resalta la reflexión interna que deben hacer las instituciones sobre la auto-evaluación. El análisis se centra primordialmente en el examen de la misión institucional y del programa; el proyecto educativo-pedagógico, docente y estudiantil; las investigaciones; la proyección social, los recursos físicos y financieros y el bienestar universitario.

## **2.3. GRUPO DE LAS DIEZ UNIVERSIDADES**

**Introducción.** El Grupo de las Diez Universidades es la reunión de delegados de diez Universidades Colombianas cuyo propósito consiste en formular un instrumento de autoevaluación, como paso previo para la acreditación institucional.

El grupo está conformado por las siguientes Universidades: - Universidad de los Andes - Pontificia Universidad Javeriana - Universidad de Antioquia - Universidad Pontificia Bolivariana - Universidad EAFIT - Universidad Externado de Colombia - Universidad Industrial de Santander - Universidad Nacional de Colombia - Universidad del Norte y Universidad del Valle.

En el documento "Características de la Calidad: Hacia una Universidad Autorregulada", el Grupo señala los aspectos de calidad que deberían tener las instituciones universitarias y propone un instrumento de autoevaluación.

**Objetivos.** Este modelo enfoca la evaluación hacia las características de calidad que se aplican, esencialmente, al proyecto institucional, la gestión, los recursos y las funciones de la institución.

**Metodología.** El modelo propuesto por este Grupo analiza la calidad, fundamentalmente bajo los criterios de coherencia y eficacia. Estos criterios se aplican al proceso de autoevaluación, confrontando la misión, el proyecto institucional y los resultados del programa. La esencia de la



evaluación de la calidad radica en validar el cumplimiento del proyecto con referencia a su impacto en la comunidad, en términos de formación humana, transformación técnica y cultural y desarrollo del conocimiento.

## 2.4. EAFIT

**Introducción.** La Escuela de Administración y Finanzas y Tecnologías -EAFIT- es una institución Colombiana que ha establecido un procedimiento propio para realizar la autoevaluación de sus programas académicos. El procedimiento está descrito en el documento "Evaluación Institucional" y se tenía presupuestado que la autoevaluación terminase en diciembre de 1995.

**Objetivos.** El modelo propuesto se centra en la calificación de la efectividad y eficiencia institucionales, en los procesos de planeación y cambio para el desarrollo, a través de la identificación de debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades

**Metodología.** El modelo se fundamenta en una serie de principios técnicos y estructurales para evaluar la calidad de los programas. En cuanto a los principios técnicos, y atendiendo a criterios de validez, confiabilidad y objetividad, deben fijarse indicadores y estándares de excelencia.

Los principios estructurales recomiendan examinar el programa como un sistema integral que responde a objetivos implícitos y explícitos y considera los procesos y los planes de instalación y ejecución. Todo lo anterior debe buscar la excelencia del producto final del sistema.

**Procedimiento.** La institución se visualiza como sistema de subsistemas integrantes (académico, directivo, administrativo y de bienestar), cada uno de los cuales recibe entradas o insumos provenientes del entorno, o medio ambiente, o contexto, y de los demás subsistemas integrantes. Cada subsistema realiza su propio diagnóstico y esta información debe ser remitida al lugar o momento del sistema para que, con base en un proceso de retroinformación, se produzcan ajustes o acciones correctivas.

## 2.5. RIBA

**Introducción.** El Royal Institute of British Architects -RIBA- es una entidad del Reino Unido, creada en 1863, con el fin de reconocer la calidad de los programas curriculares mediante el fomento del desarrollo de la arquitectura, estimulando el conocimiento de las artes y las ciencias relacionadas con la profesión.

**Objetivos.** RIBA busca generar calidad de la educación en arquitectura, fomentar la experimentación y la innovación en los programas y métodos de enseñanza y estimular la autoevaluación crítica, a través del examen riguroso del contenido curricular y la consolidación de los aspectos institucionales que lo definen, desarrollan y apoyan.

**Metodología.** La calidad del contenido curricular debe enmarcarse y construirse dinámicamente como función de la estructura y objetivos estratégicos de los cursos y programas; las políticas de coordinación entre el trabajo teórico y los talleres; la habilidad institucional para apreciar creativamente el desempeño de los cursos; la definición, validez, claridad, entendimiento y



efectividad de los propósitos de los cursos y metas académicas de cada año; el desarrollo de destrezas de los estudiantes; la capacidad de análisis y síntesis y la creatividad y dominio de los principios de la construcción y las tecnologías, y la sensibilidad para representar y conocer adecuadamente la historia y teorías de la arquitectura y las áreas afines.

**Procedimiento.** Con base en la autoevaluación periódica de la institución y en el Manual y Criterios del RIBA, la Comisión Visitante evalúa la efectividad de los cursos y exámenes que preparan a los estudiantes para la práctica profesional; si alcanzan los estándares necesarios, la institución obtiene el reconocimiento del programa y los estudiantes la exención de la presentación del Examen para el Ejercicio Profesional, obligatorio desde 1882.

Como resultado de la visita, la institución puede lograr el reconocimiento, mantenerlo, perderlo o aplazar su consecución hasta satisfacer algunos requisitos especiales establecidos.

## 2.6. A B E T

**Introducción.** El Accreditation Board for Engineering and Technology - ABET- es la única institución de los Estados Unidos reconocida como entidad acreditadora de programas curriculares de ingeniería. Tiene su origen en 1933 en el Consejo de Ingenieros para el Desarrollo Profesional - ECPD- y adoptó su nombre actual en 1985.

**Objetivos.** ABET asesora y estimula el mejoramiento de los proyectos educativos y examina la calidad de los programas curriculares a través de la evaluación del proyecto institucional, las instalaciones, la participación de los profesores, estudiantes y personal administrativo y el plan curricular.

**Metodología.** El proceso de acreditación de ABET se basa en políticas, procedimientos y criterios e incluye, como eje, la autoevaluación del programa, entendida como una valoración cualitativa de las fortalezas y debilidades del mismo. La decisión de acreditación se basa únicamente en los criterios empleados en los Estados Unidos para la evaluación de programas curriculares.

**Procedimiento.** La institución interesada solicita la acreditación y prepara el estudio de autoevaluación con base en el cuestionario de ABET. Posteriormente, una comisión de ABET visita a la institución y, como fruto de ello, prepara un informe que luego se envía a la Directiva del Programa para sus comentarios. Con base en lo anterior, ABET actualiza el informe y deja en manos de la Engineering Accreditation Commission -EAC-, de ABET, la decisión final de acreditación.

## 2.7. J B M

**Introducción.** La Joint Board of Moderators - JBM- es una entidad inglesa, acreditadora de programas curriculares de Ingeniería Civil, conformada por las Instituciones de Ingenieros Civiles, Ingenieros Estructurales e Ingenieros de Servicios de Construcción.



**Objetivos.** JBM analiza la calidad de los programas a través de los procesos de admisión, el desarrollo y funcionamiento del programa, la investigación, la proyección social y el desempeño de los egresados.

**Metodología.** El modelo no le exige uniformidad a los programas curriculares. El nivel de los admitidos a un programa es un indicador importante para la acreditación. De igual manera, se evalúan el número de estudiantes por profesor, la calidad de los métodos pedagógicos, el nivel y experiencia del profesorado y los recursos e instalaciones del programa.

**Procedimiento.** Para aceptar una solicitud de acreditación, JBM recomienda que la institución muestre suficiente cobertura académica y que el programa tenga una sólida tradición. Aceptada la solicitud, las unidades académicas deben presentar un informe que siga las directrices y formalismos de JBM. Luego, una comisión de la JBM realiza la visita y, como producto de ello, entrega un resumen de las debilidades encontradas y unas sugerencias al Jefe del Programa.

## 2.8. C E A B

**Introducción.** El Consejo Canadiense de Ingenieros Profesionales - CCPE - establecido en 1936, es la Federación de los Consejos Regionales que creó, en 1965, el Comité Canadiense de Acreditación en Ingeniería - CEAB- con el propósito de acreditar los programas curriculares de pregrado.

**Objetivos.** El modelo Canadiense centra el análisis de la calidad en el contenido e intensidad de las áreas de formación del Plan Curricular.

**Metodología.** El modelo establece el cumplimiento de criterios cualitativos y cuantitativos, relacionados con el tiempo que se debe dedicar a cada uno de los componentes del plan curricular. Igualmente, analiza elementos de la calidad relacionados con los estudiantes (normas de admisión, permanencia), los profesores (número, calidades académicas, experiencia) y con la infraestructura física (laboratorios, bibliotecas, computadores).

**Procedimiento.** La institución solicitante diligencia, previamente, los formatos suministrados por CEAB. Un equipo conformado por expertos externos y presidido por un miembro del CEAB estudia la información y hace una visita a la entidad para analizar cualitativa y cuantitativamente el contenido curricular y su cumplimiento, en relación con los estándares mínimos establecidos por el CEAB. Las debilidades y fortalezas detectadas son comunicadas al Decano del Programa, quien debe responder al CEAB para su concepto. Posteriormente, se lleva a cabo una reunión del CEAB en la cual el Decano resuelve las inquietudes presentadas. Finalmente, CEAB toma la decisión sobre la acreditación, la cual puede ser aprobada, extendida o negada.

## 2.9. S A C S

**Introducción.** La Comisión de Colegios de la Southern Association of Colleges and Schools- SACS- es el organismo acreditador de instituciones en los estados sureños de los Estados Unidos, con cobertura en Latinoamérica. Acredita Entidades de Educación Superior que otorguen títulos



de ciclo tecnológico , profesional o de postgrado. Para la acreditación institucional, SACS puede basarse en el trabajo realizado por instituciones acreditadoras de programas.

La comisión inició el proceso de motivación hacia la autoevaluación de sus miembros en 1957.

**Objetivos.** SACS busca el mejoramiento de la calidad de la educación regional y el aseguramiento a la comunidad de que la institución satisface los estándares establecidos, a través del examen riguroso de la efectividad institucional y de unos recursos, programas y servicios que la hagan posible, sobre una base de continuidad.

**Metodología.** El concepto de efectividad institucional, esencia de la filosofía de la comisión de acreditación y eje fundamental para los programas y operaciones institucionales , se enmarca en los aspectos de planeamiento y evaluación de los programas educativos y los servicios de apoyo administrativo y educativo, y en la investigación institucional.

**Procedimiento.** La institución que busca membresía para ser acreditada, además de cumplir con los requisitos establecidos en los Criterios de Acreditación de la Comisión de Colegios de SACS, debe manifestar su conformidad con las trece condiciones de elegibilidad y haber estado en funcionamiento, por lo menos, durante un ciclo completo de pregrado y graduado una promoción del nivel académico más alto ofrecido. Las condiciones de elegibilidad están relacionadas con los elementos mínimos legales, administrativos, educativos, políticos, académicos, físicos y financieros, que reflejen el desarrollo institucional.

De ser aceptada la candidatura, inicial y periódicamente cada miembro debe realizar una autoevaluación, con la guía y asesoría de la Comisión, que será revisada por un Comité de Pares Externos con el fin de asegurar la satisfacción de los estándares establecidos y del alcance propuesto en los objetivos educativos. La Comisión considera fundamental el seguimiento de la institución y, a menudo, solicita informes de avance de la autoevaluación y del Comité de Pares.

Si lo anterior se da exitosamente, se produce la acreditación inicial o la reafirmación de ésta.

## 2.10. S E C A I

**Introducción.** El Sistema de Evaluación de la Calidad de las Enseñanzas de Ingeniería - SECAI- es el modelo de acreditación del CRE- COLUMBUS, que se ha desarrollado con la participación de Universidades Europeas y Latinoamericanas desde 1994.

El modelo pretende convertirse en un instrumento de evaluación-diagnóstico para mejorar la calidad de los programas de ingeniería.

**Objetivos.** El modelo SECAI evalúa la calidad de los Programas Curriculares de ingeniería de acuerdo con su adecuación a las necesidades del entorno social, al grado de actualización de los contenidos de plan curricular, a la bondad de las metodologías pedagógicas y a la utilización apropiada de los recursos.

**Metodología.** Para evaluar un programa curricular, el modelo parte de un conjunto de elementos condicionantes de la calidad, llamados Factores: Plan de Estudios, Ingreso de Estudiantes, Proceso de Enseñanza, Resultados Inmediatos e Integración.



Cada uno de los factores está caracterizado por unos atributos de calidad o Indicadores. La calidad de los Factores y del programa curricular, como un todo, se basa en la calificación de los indicadores, no como una suma simple de los resultados parciales, sino de una forma integral. La calificación de los Indicadores se basa en los Criterios que determinan hasta qué punto se tienen en cuenta ciertos aspectos de la calidad.

**Procedimiento.** En la fase de experimentación del modelo se ha propuesto, parcialmente, el procedimiento que se resume a continuación

SECAI selecciona los pares nacionales y designa un Comité de Evaluación Interno del programa -CEI-, encargado de recopilar la información y realizar la autoevaluación. La información y autoevaluación son estudiadas por un Comité de Evaluación Externa, CEE, conformado por los pares y un miembro del Grupo de Expertos del País. Posteriormente, el CEE visita a la institución y se entrevista con estudiantes, profesores y autoridades para completar la información. Como producto de lo anterior, el CEE elabora un informe y lo remite a las autoridades de la institución.

## 2.11. S A A P I

**Introducción.** El Sistema de Acreditación y Asesoría para los Programas de Ingeniería en Colombia- SAAPI- es el proyecto de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, para asesorar a las Facultades de Ingeniería del país en los procesos de autoevaluación y de mejoramiento continuo de la calidad.

El proyecto es el resultado de una investigación financiada por Colciencias y cuyo modelo inicial se formuló en 1996.

**Objetivos.** SAAPI pretende establecer la calidad de un programa de ingeniería como resultado de la respuesta dada por la institución, con eficacia y eficiencia, a las necesidades y expectativas del Estado, el sector productivo y la comunidad educativa.

**Metodología.** Para el SAAPI la acreditación es el acto de hacer un reconocimiento público de los Programas Curriculares que cumplan los estándares mínimos de calidad, establecidos por el sistema. Los estándares se fijan con base en enfoques racionalistas y naturalistas, para garantizar una medición adecuada y flexible de la calidad.

Los componentes básicos -factores- que se evalúan son: plan curricular, actores, procesos, recursos y entorno.

**Procedimiento.** Para iniciar el proceso, el programa debe cumplir con unos criterios de elegibilidad establecidos por el SAAPI. Luego de esto, sigue la autoevaluación que debe hacerse en los formularios y siguiendo las instrucciones de SAAPI. En un tercer paso, el programa recibe la visita de la Comisión Evaluadora designada por el SAAPI, quien redactará un informe preliminar basado en la autoevaluación y en las observaciones ejecutadas.

Este informe debe ser analizado con los responsables del programa. Finalmente, SAAPI elabora el informe final, o evaluación síntesis, que debe contener las fortalezas y debilidades del programa, las recomendaciones de mejoramiento y un concepto sobre la posibilidad de acreditación. Este informe se enviará a la Directiva del Programa.



## 2.12. SNA

**Introducción.** El Sistema Nacional de Acreditación -SNA- es el modelo de acreditación que está desarrollando el Consejo Nacional de Acreditación, CNA, organismo del Consejo Nacional de Educación Superior, CESU, cuyo objetivo principal es la organización de los Sistemas de Acreditación y de Información en el país. Este modelo está en elaboración y su primera versión se presentó en enero de 1996, concebida, inicialmente, para acreditar programas curriculares.

**Objetivos.** El Consejo Nacional de Acreditación pretende que el Sistema Nacional de Acreditación sea el instrumento idóneo para mejorar y reconocer la calidad de los programas académicos y de las instituciones y, a la vez, la herramienta que posibilite evaluar, estimular y consolidar la dinámica de mejoramiento de esa calidad. El Sistema Nacional de Acreditación concibe la calidad de una forma integral y la relaciona con las funciones sustantivas de una institución de Educación Superior que son la Docencia, la Investigación y la Proyección Social.

**Metodología.** La misión y las funciones sustantivas de una institución de educación superior están articuladas por siete factores estructurales: - Proyecto Institucional- Estudiantes y Profesores- Procesos Académicos- Bienestar Institucional- Organización, Administración y Gestión- Egresados e Impacto sobre el Medio y Recursos Físicos y Financieros.

Esos factores tienen unas características que explicitan la misión y la función de la institución. La calidad se manifiesta a través de esas características y se califica mediante variables e indicadores a la luz de los siguientes criterios: - Universalidad- Integridad- Equidad- Idoneidad- Responsabilidad- Coherencia- Transparencia- Pertinencia- Eficacia y Eficiencia.

**Procedimiento.** El proceso de acreditación se inicia con una solicitud de la institución, siempre y cuando cumpla con unas condiciones iniciales referidas a la existencia de políticas, de recursos y de estructura organizacional. Adicionalmente, la institución solicitante debe cumplir con las normas legales establecidas.

Posteriormente, la institución debe hacer un proceso de autoevaluación que tiene como punto de partida la naturaleza, la misión y el proyecto educativo propios y que se debe ajustar a Los Lineamientos del CNA.

Cumplida esta etapa, el CNA nombra los pares académicos, quienes, con base en la autoevaluación y su corroboración mediante una visita a la institución, elaboran un informe que contiene la evaluación externa y que va acompañada de las recomendaciones para el mejoramiento institucional, cuando sea del caso.

El CNA hará una recomendación al Ministerio de Educación Nacional sobre la acreditación de la institución, teniendo en cuenta los dos informes anteriores y la respuesta de la institución al informe de la evaluación externa.

El acto de acreditación, propiamente dicho, le corresponde al Ministerio de Educación Nacional.

## 3. COMPARACION DE LOS MODELOS

Se presenta a continuación una tabla comparativa de los modelos estudiados, donde debe tenerse en cuenta:



- El nombre de FACTOR ha sido tomado fundamentalmente del modelo SECAI, teniendo como referencia la definición que allí se le da y el contenido que él tiene.
- Los títulos de los FACTORES adoptados en esta tabulación no coinciden exactamente con los utilizados por los diferentes modelos.
- No todos los modelos tienen la denominación FACTOR, para definir estos conceptos.
- Incluidos en el FACTOR "Proceso de Enseñanza" aparecen relacionados seis temas de evaluación que se refieren a la existencia de recursos y su administración.
- En cuanto al alcance de cada modelo, se puede afirmar que, con excepción de la Evaluación Institucional de EAFIT que tiene carácter interno, todos los demás se pueden catalogar como de procedimiento MIXTO.

### **NOTAS:**

Algunas características particulares de los modelos, que no pueden inferirse de la lectura del presente documento se indican a continuación:

- a. El Grupo de las Diez llama a los FACTORES: AREAS DE EVALUACION*
- b. RIBA analiza objetivos académicos año por año*
- c. SACS denomina a los FACTORES: CRITERIOS*
- d. SACS evalúa Pre y Post Grado*
- e. SACS le da gran importancia a los Programas de Educación a Distancia.*
- f. SACS es el único modelo que evalúa Instituciones*
- g. SAAPI denomina a los FACTORES: COMPONENTES*
- h. Se identifican claramente tres sectores: uno que comprende el "Plan de Estudios" con sus subdivisiones y estudiantes, en donde excluyendo lo que tiene que ver con la participación se aprecia que la mayoría de los modelos manifiestan un marcado interés. El segundo sector es el relacionado con "Proceso de enseñanza" con sus subdivisiones, en donde casi la totalidad de los modelos hacen énfasis. El tercero, en la parte inferior de la tabla, destaca que para cada FACTOR, es ocasional el interés manifestado por los diferentes modelos.*







#### 4. CONCLUSIONES

- \* Los diferentes modelos de acreditación responden a las características propias de los sistemas educación en sus países de origen. La adaptación de esos modelos a nuestro medio requiere de un cuidadoso trabajo de contextualización, los problemas y retos de nuestro sistema educativo son bien diferentes de aquellos de los países desarrollados en que se han diseñado la mayoría de ellos.
- \* Al analizar la tabla comparativa de los modelos, se observa que la mayoría de los que acreditan programas hacen mucho énfasis tanto en el plan de estudios como en los recursos y su administración, se aprecia un marcado enfoque profesionalista que no atiende los aspectos de la formación integral de los estudiantes.
- \* Los modelos analizados contienen un alto número de factores e indicadores que pueden dificultar el trabajo de las instituciones interesadas en la acreditación y, por otro lado, confundir lo fundamental con lo accesorio, si no definen los factores de ponderación adecuados.
- \* La terminología utilizada en los modelos nos es uniforme, los mismos términos pueden tener significados diferentes en distintos modelos o diferentes términos poseen igual significado. Para el SECAI, por ejemplo, el factor *proceso de enseñanza* está más relacionado con los recursos y su administración que con los *procesos académicos* como lo entiende el SNA.
- \* En los elementos condicionantes de la calidad, en los atributos de esos elementos y en los criterios que se usan para medir la calidad, existen divergencias apreciables en lo que cada uno de los modelos plantea. Esto significa que los modelos apuntan hacia elementos diferentes de la calidad, indicando, tal vez las necesidades propias de los sistemas educativos en que se aplica.
- \* La mayoría de los modelos son realizados por entidades privadas y algunos a través de consejos profesionales. En Colombia, el CNA ha establecido que el acto de acreditación será realizado por el Ministerio de Educación Nacional mediante el análisis del instrumento propuesto, SNA y que es de carácter estatal.

#### 5. RECOMENDACIONES

- \* El CNA debe reconocer las entidades internacionales habilitadas para efectuar la acreditación o evaluación de instituciones o programas de educación superior en Colombia.
- \* Es importante definir las instituciones, gremios y asociaciones representativas, por cada área de conocimiento y que deban participar en el proceso de acreditación en Colombia.
- \* Es necesario que en el país se realice un trabajo de unificación de la terminología de factores, indicadores y características, entre otros, con el fin de poder comparar y analizar los modelos existentes y diseñar modelos que tengan un mismo marco conceptual de referencia. Consecuentemente con lo anterior, se propone realizar un evento, coordinado por el CNA, que permita homogeneizar la terminología existente.



\* Como elemento de partida, el Grupo de Acreditación de la Facultad de Ingeniería, propone adoptar la siguiente estructura para evaluar programas :

**Programa Curricular** : es el conjunto de actividades y recursos que ejecuta y aporta una institución para formar profesionales integrales. *El programa curricular* está compuesto por el plan curricular y los recursos.

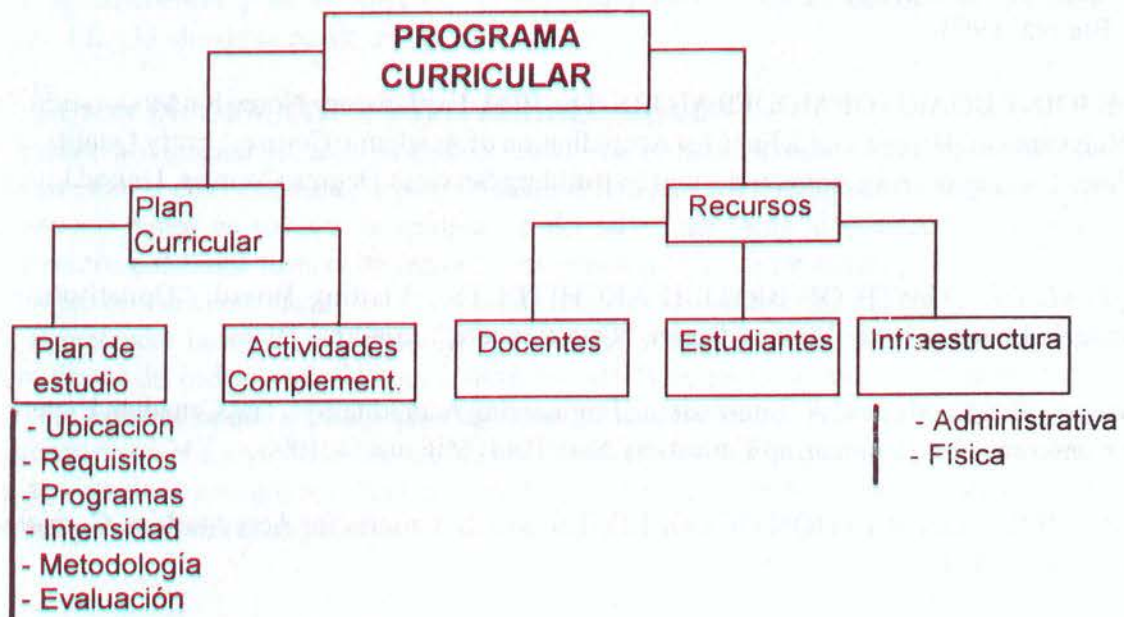
**El plan curricular** comprende el plan de estudios y las actividades complementarias.

**Plan de estudios** : es el conjunto de asignaturas y actividades organizadas de manera lógica y secuencial que permiten el desarrollo de los objetivos de formación profesional del estudiante.

**Actividades complementarias** : son las acciones que se ofrecen y realizan paralelamente al plan de estudios, cuyo objetivo es garantizar la formación integral del estudiante; estas actividades le permiten estar en contacto con otras disciplinas, ampliar el conocimiento de la sociedad y participar e integrarse con la comunidad.

**Recursos** : se refiere a los actores, elementos, estructuras, normas y medios que hacen posible la existencia y el desarrollo de un programa curricular.

## ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA CURRICULAR



## BIBLIOGRAFÍA

1. ACREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY, ABET. Self-Study Questionnaire for Review of Engineering Programs. 1992.



2. ———. Criteria for Accrediting Programs in Engineering in the USA . 1994.
3. ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERIA, ACOFI. Proyecto para la concepción, diseño y validación del sistema SAAPI. 1995.
4. ———. Definiciones de componentes, variables, criterios e indicadores del sistema SAAPI. 1996.
5. ———. Fundamentación teórica y estructura del sistema SAAPI. 1996.
6. CORPORACION PARA LA INTEGRACION Y DESARROLLO DE LA EDUCACION SUPERIOR EN EL SUROCCIDENTE COLOMBIANO, CIDESCO. La autoevaluación y el mejoramiento de las instituciones de Educación Superior del suroccidente Colombiano. 1994.
7. CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACION, CNA. Lineamientos para la acreditación. Bogotá, 1 Ed. 1995.
8. ———. Lineamientos para la acreditación, 2 Ed, 1996 .
9. GRUPO DE LAS DIEZ UNIVERSIDADES. Características de la Calidad: "Hacia una Universidad Autorregulada". Bogotá.. 1995.
10. JENKS, M. Metodología para desarrollar un sistema de acreditación Universitario. El caso RIBA. Bogotá. 1993.
11. THE JOINT BOARD OF MODERATORS. The JBM Explanatory Notes for Moderation Visits 1989. Relevant Guidelines: Guidelines for Accreditation of Academic Courses, Entry Qualifications, Guidelines for Engineering Applications within Building Services Degree Courses. United kingdom. 1991.
12. ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS . Visiting Board. "Constitution and Procedures". Londres 1988. Visiting Board. "Questionnaire". Londres. 1988.
13. Ryan, W; Bacon, Meisen. A. International Engineering Accreditation. The Canadian Experience. World Conference on Engineering Education. Sain Paul, Minnesota. 1995.
14. SOUTHERN ASSOCIATION OF COLLEGES, SACS. Criteria for Accreditation . Comision on colleges. 9 Ed. 1994.
15. SISTEMA DE EVALUACION DE LA CALIDAD DE LAS ENSEÑANZAS DE INGENIERIA, SECAI. Manual de evaluación. 1994.
16. ———. Criterios orientativos para calificar los indicadores. 1995.



# "DE LA REELABORACION DEL CONOCIMIENTO A LA GENERACION DE CONOCIMIENTO NUEVO MEDIANTE EDUMATICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL"

Ing. ALFONSO PEREZ GAMA

Profesor Titular - Maestro Universitario

*Núcleo EIDOS de Investigación - Universidad Nacional de Colombia*

*Facultad de Ingeniería - Ciudad Universitaria Santafé de Bogotá COLOMBIA*

E-mail eidos@unisis.campus.unal.edu.co

## RESUMEN<sup>1</sup>

Se presenta un modelo pedagógico AMBIENTE DE APRENDIZAJE CON EL APOYO DE LA EDUMATICA Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, que hemos venido desarrollando en la Universidad Nacional, en el marco del Proyecto EIDOS<sup>2</sup>. El modelo recoge parcialmente el producto de esta investigación e integra sistémicamente un conjunto de constructos teóricos, metodológicos e informáticos. Discutimos en la primera parte el modelo desarrollado con sus componentes seguido de los antecedentes y fundamentos conceptuales construidos durante la investigación durante la investigación que soportan el modelo, citando principalmente los documentos y trabajos publicados en el Proyecto. Finalmente se presentan las conclusiones más importantes. En el Anexo 1 analizamos someramente los prototipos, cuya arquitectura integra el concepto de Sistema y Tutor Expertos que apoyan la experiencia y en el Anexo 2 se presenta esencialmente la bibliografía generada por el Proyecto EIDOS, donde se puede consultar las fuentes.

## EDUCACION INFORMATICA Y POSTMODERNIDAD

El quehacer pedagógico ha sido entendido como una ciencia reconstructiva del conocimiento que deseamos motivar en el estudiante, a partir del cual el reto para los educadores en la nueva *sociedad del conocimiento* radica en motivar la apropiación del saber que incite al estudiante a generar nuevos conocimientos como una manera de enfrentar los graves problemas de atrazo y dependencia propio de nuestros países. Para entender el nuevo rol del docente es necesario explicitar cuál es el modelo que se acude al pretender racionalizar y legitimar las prácticas educativas y de manera especial el papel del maestro dentro del orden producido por la modernidad y la postmodernidad en el contexto informático; lo que si es evidente es que la pedagogía tradicional del maestro parece haber cumplido su ciclo de vida. La educación con el apoyo de la informática (EDUMATICA) es más una opción del docente desde el punto de vista de la pedagogía lo cual obedece más a su característica modificadora para la formación de futuras generaciones de ingenieros.

<sup>1</sup>RECONOCIMIENTO: Agradecemos a la U. Nacional de Colombia, a COLCIENCIAS por el apoyo financiero y de diferente orden; A los Profesores e Investigadores de EIDOS; A CYTED-D y RIBIE. También a las siguientes compañías: IBM de Colombia, ORACLE DE COLOMBIA, NUEVAS TECNOLOGIAS, KIMERA y WAIRA SISTEMAS DE COLOMBIA, COMPAQ y MICROSOFT de COLOMBIA.

<sup>2</sup>Proyecto de Investigación auspiciado por COLCIENCIAS: EDUMATICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA HUMANA - EIDOS.



## 1.0 AMBIENTE DE APRENDIZAJE CON EL APOYO DE LA EDUMATICA Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El modelo pedagógico que hemos estado desarrollando con estudiantes de ingeniería de sistemas se puede esquematizar así:

**Aprendizaje=:**! ( <MI>,<C>,<TP>,<PC><COM>)

donde:

MI es el Modelo Instruccional,

C: es la gestión de conocimiento por parte del estudiante y arbitrada por el Profesor

TP: Texto Paralelo

PC: Proyecto de Curso

COM: Comunicación del conocimiento apropiado por el estudiante

Más concretamente, el modelo se focaliza en:

- (a) Incentivar la autonomía personal en el aprendizaje del estudiante y de las posibilidades de desarrollar habilidades cognitivas tales como la creatividad y la innovación en la solución de problemas. Lo anterior se logra con el apoyo del MI que se describe más adelante y la autonomía en el aprendizaje se motiva con el empleo de Sistemas y tutores Expertos.
- (b) Promover el aprendizaje basado en prácticas vivenciales mediante constructos informáticos inteligentes que hemos desarrollado dentro del Proyecto EIDOS en temas profesionales específicos (Véase anexo 1) y además con visitas técnicas y charlas con empresas, lo cual se viabiliza a partir del manejo del conocimiento con los prototipos especialmente, materiales hipertextualizados y otros.
- (c) Incentivar en el estudiante la construcción de su marco conceptual apoyado en textos y artículos actualizados, lo que al final produce un texto personal o "paralelo" como lo llaman algunos autores en razón que el estudiante es motivado a sintetizar los aspectos teóricos y metodológicos: lo que él considera importante y estratégico que además lo ilustra de acuerdo con su propio estilo que quiere comunicar. Se intenta motivar el poder cognitivo de la síntesis conceptual que debe desarrollar un estudiante.
- (d) Promover la creación de un proyecto de curso debidamente orientado de tal suerte que exprese la solución de un problema empresarial debidamente articulado y consistente con su texto paralelo donde se privilegia la creatividad tanto en la percepción de problemas como en la elaboración creativa de soluciones.
- (e) Motivar las acciones comunicativas mediante la presentación y discusión oral y escrita de los análisis y elaboraciones del estudiante apoyado evidentemente con las mismas herramientas computacionales lo cual ha demostrado un poder cognitivo en términos de aprendizaje muy importante. Es la consolidación del conocimiento con la puesta en marcha de la aplicación en el mundo objetivo de los conocimientos adquiridos.

El Modelo MI, Véase [8], se puede expresar así:

```

MI      = f[Plani];
Plan:  PLAN
Plani = <Actividad tutorial, Reglas>;
i      = {pre-exposición, exposición, post-exposición};

```

El MI que consiste básicamente en un plan esquemático para el aprendizaje o criterios que se deben aplicar. Cada esquema agrupa las disposiciones del esfuerzo de aprendizaje (actividades) y las reglas



que se entienden como el principal criterio pedagógico para el diseño del software. El *modelo operacional* del MI se origina desde la misma definición de los productos o habilidades que va a desarrollar el estudiante. Consiste principalmente en la aplicación de los métodos de instrucción dentro de un progreso sistemáticamente planeado.

**DIAGRAMA OPERATIVO  
DEL MODELO INSTRUCCIONAL**



**MODELO INSTRUCCIONAL MI**

Este Modelo se ha estado sistematizando en algunos prototipos desarrollados en EIDOS



En síntesis, a partir del nuevo rol del docente como ARBITRO Y PROMOTOR del conocimiento del estudiante, se integra sistémicamente la educación apoyada significativamente en la informática, respaldada por una propuesta de pedagogía computacional<sup>3</sup> que se discute en la sección 3.3.

La misión<sup>4</sup> de EIDOS [22] se identificó como la necesidad de construir sistemas expertos en temas profesionales de ingeniería de sistemas para ponerlos en manos de los estudiantes. Lo anterior constituye la incorporación de una capa conocimientos de entrenamiento sobre el sistema experto para integrar un ciclo que hemos identificado como un lazo convergente para garantizar el aprendizaje:

- (a) Identificación de necesidades de adiestramiento sobre los temas de interés
- (b) Acciones educativas e instruccionales pertinentes
- (c) Evaluación de los aprendices
- (d) Nuevas necesidades de capacitación para volver a (a)

## 2.0 ANTECEDENTES

Recientemente se propuso el cambio de nombre de Sistemas Tutoriales Inteligentes por el de Ambientes Inteligentes para el Aprendizaje [1], significando cambios radicales con respecto a los papeles de los agentes artificiales y posibles alternativas en el proceso de aprendizaje. El empleo del computador en Educación ha sido establecido como algo lógico sin embargo los resultados a la postre son muy discretos aún como lo sostienen importantes autores de USA y EUROPA[3]. Tradicionalmente la informática ha aparecido en la esfera de la producción económica en los sectores más avanzados tales como la banca y comercio y prácticamente ha sido desconocida en la esfera de la producción social. Es así como las grandes transnacionales de la Informática ofertan impresionantes cantidades de software en todas las áreas excepto en aplicaciones educativas.

## 3.0 MARCO DE REFERENCIA DEL ESTUDIO

El marco de referencia de lo anterior lo presentamos [20] hace algunos años, en que recomendábamos entre otros: que se requiriera de instrumentos teóricos generales y metodológicos que condujeran a construir sistemas educativos tales que con el apoyo de la moderna informática posibilitasen **autonomía personal en el aprendizaje, la estimulación de la inteligencia y el desarrollo de habilidades cognitivas** importantes para el individuo. Igualmente mencionábamos que era altamente conveniente la resituación y apropiación crítica de la **CALIDAD TOTAL EDUCATIVA**, como filosofía que guíe el desarrollo y la construcción de sistemas de informática educativa. Hacíamos mención que las nuevas pedagogías para la sociedad del conocimiento requieren la incorporación de una pedagogía computacional donde el computador como medio masivo de comunicación social diferencie las acciones comunicativas instrumentales y estratégicas.

### 3.1 ¿INNOVACION EDUCATIVA O INNOVACION INFORMATICA?

Es unánime la consideración que prácticamente no ha existido cambio científico o técnico que no haya tenido impacto sobre la pedagogía. El sector educativo se ha perfilado en una doble vertiente a veces

<sup>3</sup> Implica uso de recursos modernos tales como el mismo computador y el proyector de pantalla (Datashow), un salón especial para las presentaciones. Para el profesor es muy exigente en la medida en que las presentaciones de los principales temas las debe hacer con las mismas herramientas computacionales.

<sup>4</sup> El Proyecto EIDOS adoptó desde sus primeras etapas una triple estrategia: LA PRIMERA es de aplicación dual o de doble uso i.e. utilización en el contexto de la EDUCACION SUPERIOR como en temas PROFESIONALES. LA SEGUNDA es con aprendizaje dual hombre y máquina, i.e. donde aprende el estudiante y aprende el computador. LA TERCERA consiste en el desarrollo de sistemas adaptables a la persona y a la máquina, con interfaces computacionales que aprenden subrepticionalmente. La adaptabilidad se ha evidenciado con los modelos de usuarios.



contradictoria: una cambiante y modificadora dado que tiene que formar las futuras generaciones según se den los cambios científicos, sociales y tecnológicos y la otra, la conservadora ya que debe preservar las estructuras social y cultural que propicia. Pero también se le señala como aquel rezagado de los beneficios de dichos cambios. En los tiempos actuales de veloz obsolescencia, es cuando el sector educativo requiere de mayor innovación y cuando necesita beneficiarse en lo posible de los desarrollos en otros sectores posibilitando además la transformación de las prácticas de la apropiación de conocimientos, provenientes de diferentes compartimentos de la ciencia y de variadas culturas.

Queda la cuestión si la actividad innovativa en educación-informática se debe al conjunto de investigaciones sociales, es decir por los avances de la base científica, o por el contrario su origen está en los avances de la informática según las posibilidades de beneficio que se contemplen.

### 3.2 ENSEÑANZA DE LOS PROCESOS DE PENSAMIENTO

Uno de los aspectos de innovación en educación es el entender que la inteligencia es una destreza que puede ser educada: aprendida (acto del individuo) y enseñada (oportunidad para el discente). Esto lo señalan numerosas investigaciones científicas y la misma práctica pedagógica y además muestran la inteligencia como resultado del pensamiento. El hecho de pensar correctamente no es función de la inteligencia innata ni tampoco de la instrucción. Fenomenológicamente se asocia el poder de algunas asignaturas en los currículos, para desarrollar el pensamiento (e.g. las matemáticas) De todas maneras el enseñar a pensar es fundamentalmente otra forma de enfrentar los problemas educativos a lo largo de todo el espacio: jardín de infantes hasta los estudios superiores. Si partimos de la hipótesis de la modificabilidad de la cognición, ¿en qué medida se puede hacer más inteligente a las personas con el apoyo de la informática o sin él, en forma significativa y duradera?

Respecto de la educabilidad de la inteligencia se plantea lo que la conducta inteligente tiene que ser considerada como una meta de acciones educativas, *pari passu* con otros aspectos tales como la afectividad y psicomotricidad; así mismo que la construcción de objetos informáticos, artefactos o **mentefactos** amplíen las posibilidades del estudiante.

### 3.3 CONSTRUCCION DE NUESTRO MARCO CONCEPTUAL Y LOS REQUISITOS A CUMPLIR DE UNA PEDAGOGIA COMPUTACIONAL

Desde hace algún tiempo fuimos conscientes de la ausencia de una teoría del aprendizaje en ambientes electrónicos [15],[20] por lo cual emprendimos la labor de conceptualizar mediante el estudio y experimentación. Posteriormente el investigador **John Self** propone por otro lado la creación de una nueva disciplina que denomina la Matética Computacional [5] que viene del griego *manthanein* que significa "aprender" cuyas funciones serían entre otras, el de estudiar los principios teóricos entre el aprendizaje y la enseñanza automáticos en ambientes computacionales y por otro, cómo orientar el diseño de sistemas inteligentes que enseñan y aprenden; la definición de Matética computacional la intenta Self diciendo que se refiere al "estudio del aprendizaje y cómo puede ser estimulado empleando técnicas, conceptos y principios de la informática y de la IA". Sin entrar a estudiar a profundidad, a nuestro juicio se deberían al menos cumplir con lo siguiente:

(a) *En términos generales:* (1) -Tener un gran poder de explicación de los procesos de la inteligencia y del aprendizaje respectivamente. (2) -Tener un gran poder de explicación del comportamiento y desempeño del estudiante y de los resultados educativos. (3) -Permitir el desarrollo de mejores métodos para la enseñanza y del aprendizaje. (4)-Favorecer el desarrollo de nuevas estrategias tutoriales para sistemas de aprendizaje y enseñanza automáticos. (5)-Facilitar el traslado de experiencias y conocimientos entre diferentes espacios e.g. hombre, máquina, interacción hombre-



máquina, otras inteligencias, etc. (6) -Posibilitar la construcción de ejemplares (instanciaciones) de las inteligencias (e.g. biológica, humana, animal) en sistemas artificiales inteligentes. (7) -Aprovechar adecuadamente las Tecnologías de Información y de Conocimientos. (8) -Posibilitar el diseño y construcción de mejores modelos computacionales de la cognición.

(b) *En términos de las pedagogías:* (9)-Permitir aclarar el problema de la secuencia que regulariza la transmisión. (10) -No exigir un control público explícito. (11)-Hacer abstracciones de relaciones sociales e institucionales explícitas (12)-Apuntar a relaciones sociales jerárquicas implícitas. (13)-Involucrar al docente como líder, facilitador y gestor de conocimientos.

El desarrollar una **PEDAGOGÍA COMPUTACIONAL**[12] ha implicado para nosotros necesariamente tener en cuenta los requisitos base, especificados anteriormente, es decir contar con el soporte teórico sugerido i.e. requisitos (1) y (2). Para la formalización de la pedagogía computacional las arquitecturas de los tutores inteligentes deberían contar principalmente:

- Con un gestor de conocimientos, es decir un sistema apoyado por conocimientos o tutor experto tales como los que se mencionan en el Anexo 1. Para cumplir con (2) se requiere de una adecuada representación del alumno. Un interfaz adaptable hombre-máquina para cumplir con (8) mediante la simulación de estilos cognocitivos. Véase [4].
- Una arquitectura abierta que no amarre al docente ni al estudiante a una filosofía educativa específica para cumplir con (3) y (4)
- Una estructura y base de conocimientos ampliamente reorganizable para cumplir con (5), y abierta en relación con (6) y (7)
- Un diálogo entre modelos de syllabus y modelos de usuarios para satisfacer para cumplir con (9) y (10).
- Una representación del estudiante no solo de su estilo cognocitivo sino de sus propias condiciones personales lo cual favorecerá sin duda alguna las acciones comunicativas para cumplir con (11) y (12)
- Una arquitectura que se apoya en el procesamiento de conocimientos en el cual las estrategias y tácticas tutoriales son deducidas del mismo sistema para cumplir con (13).

La instrumentación específica del sistema computacional educativo se concretó en EIDOS con varios prototipos cumplen con la mayoría de las condiciones anteriores evidenciándose una menor distancia entre lo lúdico y el factor intrínsecamente motivante que constituye el mismo computador frente a lo obligatorio y rígido de un currículo tradicional como se plantea desde una pedagogía invisible según Basil Berstein.

#### **4.0 CONCLUSIONES: LA PEDAGOGIA COMPUTACIONAL, DE LA REPRESENTATIVIDAD POR NIVELES Y LA REELABORACION DEL CONOCIMIENTO HACIA EL APRENDIZAJE ESENCIAL**

Son muchas las conclusiones y síntesis que podríamos citar, después de esta experiencia tan enriquecedora, para mencionar:

(a) El conocimiento vivenciado a través de experiencias reconstructivas en el espacio informático y elaboraciones teóricas, registradas en varios de nuestros trabajos, nos permite afirmar la indudable ventaja de transbordar 3 mundos o espacios: el mundo real del problema, la sistematicidad de la representación abstracto-analítica y la representación computacional lo cual genera nuevas motivaciones en el estudiante como paso previo hacia la concentración que precede al aprendizaje en ambientes electrónicos. Estos hallazgos requieren el continuar y sistematizar estas experiencias para enriquecer nuestra perspectiva sobre la **MATETICA COMPUTACIONAL**.



(b) El arte de los prototipos nos convenció de la modalidad de aprendizaje experiencial y vivencial posibilitado por la reconstrucción informática del conocimiento que maneja un estudiante lo cual refuerza nuestra estrategia de sistema experto + tutor experto trabajando entre actividades concretas y necesidades de entrenamiento.

(c) El concentrarnos en estudiar y representar habilidades cognitivas nos ha posibilitado el llegar con mucha mayor confianza al conocimiento educativo lo cual nos ha dado mayor información sobre cómo acercarnos al desarrollo de habilidades mentales superiores en ambientes informáticos complejizados para superar la concepción *naïve* de la informática educativa tradicional y que en Colombia el educadesarrollismo informático hace carrera.

(d) Las consecuencias sociales [3] de las tecnologías de la Inteligencia y del Conocimiento han representado una preocupación importante enfatizado por los estudios de campo que hemos realizado, los paneles de expertos y las discusiones con los pares en variedad de sitios, nos han señalado la trascendentalidad e implicaciones sociales en especial en el área de educación.

(e) Finalmente destacamos<sup>5</sup> que los desarrollos en EDUMÁTICA no se ha buscado ni sustituir al docente ni pretende por lo pronto construir una arquitectura total en un software. El uso de sistemas expertos ha abarcado prácticamente todas las disciplinas profesionales, por lo cual esta propuesta adquiere cierto nivel de generalidad.

---

<sup>5</sup> Los resultados de esta experiencia se pueden evidenciar con algunos indicadores, para mencionar: un número importante (más de 70) de estudiantes ha ingresado a EIDOS como investigadores y han realizado su tesis, habiendo sido usuarios de esta metodología; 4 de ellos fueron premiados con la beca INTERCAMPUS para hacer su pasantía en Universidades españolas: LILIANA T. MONTAÑO, JORGE E. PINZÓN, JAIRO NUVÁN y ARELLY MARGARITA DIAZ. Se han presentado varios trabajos a congresos Internacionales y locales [7] [9]. En lo personal las evaluaciones docentes por parte de los estudiantes han mejorado y la U. Nacional tuvo en cuenta estos desarrollos para otorgar la distinción de Maestro Universitario. Estamos montando en la Facultad de Ingeniería, el LIAP, Laboratorio de Inteligencia Artificial para el Aprendizaje apoyado entre otro con nuestras herramientas y prototipos construidos



## ANEXO #1

**DESCRIPCION DE EXPERIENCIAS VIVENCIALES MEDIANTE CONSTRUCTOS INFORMATICOS**

Hemos señalado las enormes dificultades y desviaciones que implica el uso del computador para mejorar la inteligencia. En varios documentos el peligro del educadesarrollismo informático y más aún Papert[15] destacaba que " *...era peor error es hacer las preguntas equivocadas que dar las respuestas equivocadas a las preguntas que se deberían hacer*". En aprendizaje el constructivismo promovido entre otros por el Profesor Papert desde que inventó el LOGO se refiere a las condiciones y procedimientos sobre la manera como el sujeto construye conceptos sobre el mundo real, social y subjetivo oponiéndose al tradicional enfoque que visualiza al conocimiento como algo externo que espera ser descubierto por medio de la observación, reflexión y experimentación apropiada. Papert propone la creación de modelos y sistemas que posibilitan incorporar conocimiento, como el viejo aforismo: "*hago lo que conozco; conozco lo que hago*"

A continuación describimos algunos constructos con inteligencia artificial fertilizados por los constructos metodológicos mencionados en las secciones anteriores.

**(a) DESARROLLO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA ENTRENAMIENTO EN NEGOCIACION DE CONTRATOS DE SERVICIOS INFORMATICOS: UN-NEGOSOFT**

El prototipo [2] integra dos estructuras, a saber un sistema experto en el dominio particular de la Contratación de Software a la Medida y un tutor para ENTRENAMIENTO GERENCIAL. La parte del dominio está conformado como un compendio de tres subsistemas principales: Negociación, Legislación y Contratación, inter-relacionados a través del marco de Sistemas Expertos, Inteligencia Artificial e Ingeniería de Software. Su arquitectura está conformada por dos subsistemas NEGOREC (Subsistema Recuperador de Conocimientos) y NEGOSIC (Subsistema Inferencial de Conocimientos), es un reflejo del marco desarrollado, mostrando por un lado la información necesaria para que el usuario asimile los conocimientos necesarios, entrenándose para un proceso de negociación de contratos de software y por otro lado, suministrando un subsistema soporte en la preparación del caso del contrato de servicios. Esta iniciativa identifica necesidades de entrenamiento, *determina las tareas del sistema experto en este dominio particular, y realiza la instrucción y entrenamiento y cerrando el ciclo con una evaluación. UN-NEGOSOFT aconseja además, cómo integrar un equipo de negociación, identifica el estilo de negociación del usuario; Una red interrelacionadas de diferentes modalidades de cláusulas de contratación inferidas de una investigación de campo, representa el syllabus o carta de navegación*<sup>6</sup>.

**(b) SISTEMA Y TUTOR EXPERTO PARA SOPORTE A LAS DECISIONES EN SISTEMAS DE INFORMACION GERENCIAL**

En la esfera de solución de problemas se desarrolló esta arquitectura[6]: un sistema para soporte a las decisiones en ambientes de Sistemas de Información Gerencial, SIG, que incluye una sistematización de

<sup>6</sup>Se utilizó como herramienta principal NEXPERT OBJECT y VisualBasic.



casos resueltos a manera de memoria institucional y evidentemente un tutor que ayuda, orienta y da explicaciones al usuario en un ciclo de entrenamiento.

El problema se plantea en lenguaje natural y se clasifica mediante un diálogo utilizando una red neuronal; el sistema identifica la clase de usuario, la información que se requiere para tomar la decisión y sugiere el instrumental analítico que se puede utilizar a este efecto. La ayuda en línea orienta al usuario y el sistema instruccional posibilita identificar tareas sobre el componente experto para satisfacer necesidades de entrenamiento; posteriormente se hace una nueva evaluación para redefinir metas de entrenamiento. El sistema experto contiene una base de conocimientos de modelos analíticos y un sistema de explicaciones; también se cuenta con un tecnolecto en línea para precisar y mayor claridad de la semántica. Con el prototipo construido UN-SISD<sup>7</sup>, se intenta también rescatar el espacio de la Investigación de Operaciones como arte racional de las decisiones que fue relativamente marginada con el auge arrollador de la informática en las empresas.

#### **(c) UN-AUDICONTROL: ENTRENAMIENTO SISTEMICO EN AUDITORIA DE SISTEMAS CON APOYO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Integra un sistema [13] y tutor experto en el tema de Auditoría de sistemas con énfasis en la gestión gerencial del control hacia el logro de los objetivos estratégicos de una institución. La estructura del prototipo se ubica en el espacio de los sistemas de información y conforma una herramienta de Auditoría, una base de conocimientos de control y una capa de entrenamiento gerencial apoyado hipertextualmente; cuenta además con un tecnolecto y un modelo de usuario con tres niveles: aprendiz, auditor y administrador de control. Se lleva una historia de cada control; la parte del módulo de gestión revisa el estado del control a partir de sus atributos característicos tales como costo, tipo cobertura, beneficio, persona responsable, funcionamiento, tiempo de operación, nivel de efectividad observado. El sistema de gestión permite encontrar fallas o posibles causas sobre un control. Se utilizaron cajas de diálogo y una gran variedad de menús para flexibilizar la interfaz hombre máquina. UN-AUDICONTROL<sup>8</sup> genera gran variedad de informes de auditoría.

#### **(d) UN-COGNISIM: UNA HERRAMIENTA DE SIMULACION COGNITIVA PARA GENERAR MODELOS DE ESTUDIANTES**

En este trabajo [4] constituye un hito importante en la línea de modelos del estudiante al ofrecer una herramienta de simulación cognitiva, UN-COGNISIM que genera objetos abstractos que integran el constructo de diferentes alternativas de modelos, para uso de un constructor de tutores inteligentes. Igualmente reingenieriza el prototipo *UN-ADTutor* ofreciendo su nueva versión, orientada por objetos. El sistema se complementa con un *entrenador* sobre el tema de modelos de estudiante para que el usuario pueda escoger e incorporarlo en una arquitectura tutorial y especialmente para lograr entendimiento consciente de su alcance con el objetivo de flexibilizar su sistema tutorial hacia un software que se adapte más a las condiciones particulares de cada sujeto. La validación de UN-COGNISIM se hizo en primera instancia sobre el prototipo UN-ADTUTOR; posteriormente se está

<sup>7</sup>UN-SISD se desarrolló en ambiente orientado por objetos bajo WINDOWS 3.11 y con VisualBasic. La documentación del prototipo está en línea al igual que las orientaciones para navegar por el sistema. Se presentan también las pruebas evaluativas del software realizadas por personas de diferentes disciplinas.

<sup>8</sup>Se utilizó la plataforma de WINDOWS, con VISUAL BASIC 3.0 y VBEXPERT que permite comunicarse con el shell ECLIPSE. UN-AUDICONTROL es una nueva versión reingenierizada de otro prototipo construido en EIDOS.



empleando en la construcción de otros tutores en la Universidad Nacional de Colombia. El desarrollo de UN-COGNISIM<sup>9</sup> también como los anteriores es de arquitectura abierta, posibilitando la modificación de su contenido y de las librerías de objetos.

### (e) OTROS PROTOTIPOS

La CREÁTICA ha representado una preocupación muy importante en esta investigación. Para mencionar están UN-AURELIA y UN-SCHEREZADA, [21] juegos basados en el Pensamiento Lateral de E. DeBono en la esfera de la creatividad hacia la solución de problemas y UN-HIPERCREAT [23], para promoción de habilidades para la solución de problemas en Sistemas de Información. De lo anterior se deduce la importancia estratégica de los estudios en CREATIVIDAD que implicó para el Proyecto EIDOS, respondiendo a la necesidad sentida de responder a la deleznable unilateralidad del PENSAMIENTO LOGICO planteado hace muchos años cuando se pensó en el uso del computador en educación que finalmente fue en detrimento del desarrollo del PENSAMIENTO CREATIVO. Esta metodología permite el desarrollo de Talleres de Creatividad. UN-METODREING [7] es una metodología para incorporar inteligencia, i.e. capas de conocimientos a Sistemas de Información, mediante reingeniería de software. Esta metodología se ha comprobado entre otros mediante la construcción de varios prototipos: UN-REING, UN-AUDICONTROL, UN-NEGOSOFT y UN-ADTUTOR, ya que además posibilita el conocimiento sobre cómo hibridar datos y conocimientos. Ha tenido también mucha aceptación en el medio la presentación hipertextualizada.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) COSTA E., GRACA G., H. COHELO: "A FORMAL APPROACH TO ILE'S" (INTELLIGENT ENVIRONMENT LEARNING) U. DE COIMBRA IN STUDENT MODELLING; THE KEY TO INDIVIDUALIZED KNOWLEDGE BASED INSTRUCTION ED. J. GREER G. MACCALLA NATO SERIES VOL 125 -1991
- (2) PEREZ GAMA, ALFONSO; JANETH ROCIO HUERTAS MORENO Y MARIA ANGELICA PELAEZ: "DESARROLLO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA ENTRENAMIENTO EN NEGOCIACION DE CONTRATOS DE SERVICIOS INFORMATICOS: UN-NEGOSOFT. - A SER PRESENTADO EN EL I CONGRESO LATINOAMERICANO DE EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA - TECNOLOGÍA EDUCACIÓN -EMPRESA. TAMBIEN PRESENTADO EN EXPOCIENCIA 1995. BOGOTA
- (3) PEREZ GAMA, ALFONSO: "LA INFORMATICA EN EL TERCER MILENIO: DEL JARDIN DE INFANTES, LAS AULAS SIN FRONTERAS, A LOS SISTEMAS BASADOS EN INTELIGENCIA" REVISTA INNOVACION Y CIENCIA DE LA ACAC- NÚMERO ESPECIAL: LA REVOLUCIÓN DE LA INFORMÁTICA 1996. BOGOTA
- (4) PEREZ GAMA, ALFONSO; PILAR RODRIGUEZ; MIGUEL ANGEL MURCIA: "UN-COGNISIM: UN HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN COGNITIVA PARA GENERAR MODELOS DE ESTUDIANTE" COMPUXPO, INFOJOVEN OCTUBRE 1995 BOGOTÁ; A ser presentado en el Congreso Internacional que organiza la Sociedad Mexicana de Sistemas e Investigación Operativa.
- (5) SELF JOHN: COMPUTATIONAL MATHEMATICS: ¿THE MISSING LINK IN INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS RESEARCH? IN NEW DIRECTIONS FOR INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS EDITED BY ERNESTO COSTA - NATO SERIES VOL 91 1992
- (6) PEREZ GAMA, ALFONSO; LILIANA TERESA MONTAÑO; ING. JORGE EDUARDO PINZON.: SISTEMA Y TUTOR EXPERTO PARA SOPORTE A LAS DECISIONES EN SISTEMAS DE INFORMACION GERENCIAL". 1996 A SER PRESENTADO

<sup>9</sup>Las referencias empleadas y la información del usuario se almacenan en tablas de Access 1.0; los archivos de ayuda y los instaladores se desarrollaron en RoboHelp e Istiad; adicionalmente se permite imprimir la definición de los objetos de los modelos, la cual está implementada en Borland C 4.0.



EN EL CONGRESO INTERNACIONAL "THE EFFECTIVE CHANGE ON THE ORGANIZATIONS IN AN UNCERTAIN WORLD" QUE ORGANIZA LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE SISTEMAS E INVESTIGACIÓN OPERATIVA.

(7) PEREZ GAMA, ALFONSO; HADA JESSICA PEREZ, JAVIER GARCÍA Y RAUL ALEXANDER ALONSO "REINGENIERÍA DE SOFTWARE CON EL APOYO DE CONOCIMIENTOS: UN-METOD-REING" I CONGRESO NACIONAL DE REINGENIERÍA - SANTA FE DE BOGOTÁ DIC 1994 - REENGINEERING .

\* PRESENTADO TAMBIEN EN EL XI ENCUENTRO DE INFORMATICA UNIVERSITARIA SEPT 1994 - UNIVERSIDAD NACIONAL SEDE PALMIRA

(8) PEREZ GAMA, ALFONSO "MODELOS COMPUTACIONALES PARA EL DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA: HACIA UNA INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO" II CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EN LA EDUCACIÓN LISBOA PORTUGAL OCTUBRE 1994; TAMBIEN PRESENTADO EN EL II CONGRESO NACIONAL DE INFORMATICA EDUCATIVA EN CALI, ABRIL 1994

(9) PEREZ GAMA, ALFONSO; ALCIRA FERNANDEZ, JUAN M. SARMIENTO : "IMPLICACIONES COGNITIVAS DE LAS HERRAMIENTAS CASE Y LA CREATIVIDAD EN EL APRENDIZAJE DE INGENIERIA DE SOFTWARE". II CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EN LA EDUCACIÓN LISBOA PORTUGAL 1994

(10) SANCHEZ ABDON: "SIMULACIÓN Y CONTROL DE UN BRAZO MECÁNICO" -II CONGRESO COLOMBIANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA LOS SIGUIENTES TRABAJOS EN CALI UNIVERSIDAD JAVERIANA - RIBIE ABRIL 1994

(11) PAPERT SEYMOUR: "MAKING SENSE OF THE COMPUTER'S PLACE IN THE LEARNING ENVIRONMENT: A HISTORICAL EVOLUTIONARY PERSPECTIVE" MIT- KEYNOTE ADDRESS II CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMATICA EN LA EDUCACIÓN -LISBOA PORTUGAL 1994

(12) PEREZ GAMA, ALFONSO : "UN-SEEGSI: UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GERENCIAL CON APRENDIZAJE DUAL HOMBRE Y MÁQUINA" - II SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EDUCACIÓN" UIT, ITEC BOGOTÁ NOVIEMBRE 1993 - PUBLICADO TAMBIEN EN LA REVISTA INGENIERIA E INVESTIGACIÓN # 30 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERÍA 1994.

(13) PEREZ GAMA, ALFONSO; ALVARO JAVIER INFANTE S; LUIS ARIEL PRIETO: "UN-AUDICONTROL: ENTRENAMIENTO SISTEMICO EN AUDITORIA DE SISTEMAS CON APOYO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL"; UNIVERSIDAD NACIONAL 1996 A SER PRESENTADO EN EL CONGRESO INTERNACIONAL "THE EFFECTIVE CHANGE ON THE ORGANIZATIONS IN AN UNCERTAIN WORLD" QUE ORGANIZA LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE SISTEMAS E INVESTIGACIÓN OPERATIVA.

(14) PEREZ GAMA, ALFONSO: "UN MODELO COMPUTACIONAL DE ESTILOS COGNOCITIVOS PARA EL APRENDIZAJE" X ENCUENTRO DE INFORMÁTICA UNIVERSITARIA ASCUN 1993 BOGOTÁ.

(15) PEREZ GAMA ALFONSO: DISEÑO DE SISTEMAS EXPERTOS EN EDUCACION - FAC. INGENIERIA U.NACIONAL 1989.BOGOTA

(16) PEREZ GAMA, ALFONSO; ROBERTO OJEDA: "PROYECTO UN-PROLOG Y EIDOS: EDUCACIÓN INFORMÁTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA HUMANA, EN LA VIA HACIA LA VI GENERACIÓN" - I CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN INFORMÁTICA- CARACAS VENEZUELA 1993

(17) PEREZ GAMA, ALFONSO; MAURICIO VALENCIA: "HACIA UNA PEDAGOGÍA COMPUTACIONAL" I CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN INFORMÁTICA- CARACAS VENEZUELA 1993

(18) PEREZ GAMA, ALFONSO; CLAUDIA DIAZ; GERMAN CARDONA: "¿SE PUEDE INDEPENDIZAR EL ESTILO DE APRENDIZAJE EN TUTORES INTELIGENTES?" - I CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN INFORMÁTICA- CARACAS VENEZUELA 1993

(19) SANCHEZ ABDON: "SIMULADOR DE LA CINEMÁTICA DE UN ROBOT; X ENCUENTRO NACIONAL DE INFORMÁTICA UNIVERSITARIA NÚCLEO EIDOS DE INVESTIGACIÓN - X ENCUENTRO DE INFORMÁTICA UNIVERSITARIA ASCUN 1993 BOGOTÁ.



- (20) *PEREZ GAMA, ALFONSO*: "INNOVACIONES EDUCATIVAS E INFORMÁTICA: NUEVAS PEDAGOGÍAS, CONOCIMIENTOS E INTELIGENCIAS"; ALFONSO PÉREZ GAMA, I CONGRESO COLOMBIANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA - EDIT. POR. A. GALVIS Y FCO RUEDA BOGOTÁ 1992. TAMBIEN PUBLICADO Y PRESENTADO EN EL "CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA- COMPUTADORAS EDUCACIÓN Y SOCIEDAD" SANTO DOMINGO (REP DOMINICANA).
- (21) *ALVARO GIL DIEZ Y JOHN ROJAS* DESARROLLO DE UN JUEGO EDUCATIVO CON EL APOYO DE IA Y COGNICION PARA ESTIMULAR LA CREATIVIDAD EN SOLUCIÓN DE PROBLEMAS UN-AURELIA - DIRECCIÓN ALFONSO PÉREZ GAMA - CODIRECCIÓN: DR. RUBÉN ARDILA - DEPTO PSICOLOGÍA. 1994
- (22) *PEREZ GAMA, ALFONSO*: " EDUMÁTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: REALIDADES Y POSIBILIDADES EN COLOMBIA" EN EL LIBRO LA REVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO ACAC- COLCIENCIAS 1991; UNIVERSIDAD NACIONAL FACULTAD DE INGENIERIA -BOGOTA
- (23) *LINA ROCIO RODRIGUEZ Y HARVEY ALFONSO RUIZ*: CÓMO PROMOVER LA CREATIVIDAD Y LA INNOVACIÓN EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS (UN-HIPERCREAT)-. DIRECCIÓN ALFONSO PÉREZ GAMA 1994



# ASPECTOS PEDAGOGICOS DE LA SINTESIS Y EL DISEÑO EN INGENIERIA

**Luis Ernesto Ruiz Villarraga. Universidad Nacional de Colombia**

**Resumen:** La actividad del diseño y el uso de procedimientos de síntesis en el aprendizaje de la Ingeniería se encuentran ausentes en la mayoría de los programas curriculares de las asignaturas que conforman los planes de estudio. Siendo estas tareas las mas importantes en el ejercicio de la Ingeniería, se hace necesario realizar una revisión general del enfoque con el que se viene pretendiendo enseñar una profesión lejos de su práctica.

Para la integración de todo el conjunto de conocimientos dispersos que un estudiante adquiere en su formación, se deben crear cursos especiales que tengan este propósito. En la práctica se hace indispensable, para reforzar esta tarea, la realización de trabajos interdisciplinarios.

Otro aspecto que merece especial atención es el proceso de evaluación, el cual sse ha deteriorado y ha perdido sus objetivos fundamentales, convirtiéndose en un instrumento represivo y anticibernético.

Las consideraciones anteriores conducen a plantear cambios fundamentasles en la enseñanza de la Ingeniería.

**Texto:** La atomización del conocimiento en la educación es un consecuencia directa del mismo fenómeno en la ciencia y solamente podrá ser superada con la implementación y desarrollo de disciplinas generalizadoras tales como Teoría de Sistemas, Cibernética, Teoría de Modelos, Simulación, Metodología de la Investigación, Creatividad, Filosofía del Diseño, Dinámica de Sistemas, etc.. Para el logro de este propósito de integración las Facultades de Ingeniería deben comprometerse en programs de formación de "escuelas", con el fin primordial de gestar formas de pensamiento creativo e innovador que faciliten la aplicación del conocimiento.

Ante esta realidad de disciplinas puntuales, surgen estas preguntas:

- ¿Será posible esperar una educación integral cuando lo común de las instituciones que la suministran es su desintegración?
- ¿Será responsable exigir de los estudiantes buenos trabajos de síntesis y diseño cuando no se les ha enseñado a hacerlo?



Ahora bien, el problema de fondo no es de contenidos ni metodologías; es un problema de enfoque muy ligado a la estructura académica universitaria. Para sustentar esta afirmación surgen los siguientes hechos:

- La mayoría de las asignaturas son desarrolladas con orientación de tipo axiomático y gran aplicación de las técnicas del análisis.
- Existe una marcada dirección del aprendizaje hacia la manipulación de abstracciones con entidades vacías de realidades y obtención de resultados que en muchos casos no tienen ningún sentido material.
- El enfoque coherentista, base fundamental para una formación integral, que capacite al estudiante para realizar labores de síntesis, tiene muy poca aplicación en el desarrollo de las actividades curriculares y extracurriculares.

Todos estos hechos son consecuencia de la estructura anacrónica de la universidad, que fuerza a sus docentes a enseñar a través de formalizaciones que en general empobrecen el contenido semántico de las entidades involucradas. Aunque estas formalizaciones tienen como fin el de evitar las confusiones conceptuales, su uso exagerado convierten al docente en un malabarista artificioso, la cátedra en un proceso abierto, la evaluación en una actividad mecánica y al estudiante en un componente pasivo.

La ausencia de disciplinas integradoras es producto de la superespecialización, que conlleva al establecimiento de lenguajes y metodologías particulares que se limitan al aprendizaje de procedimientos de cálculo, con técnicas repetitivas que no reportan beneficios a la estructura mental de los estudiantes.

La cátedra magistral se ha convertido en una solución al problema de cobertura pero con detrimento de la calidad, debido al distanciamiento que genera entre profesor y estudiante. La técnica es válida para la transmisión de información pero es completamente estéril cuando se trata de formar el estilo de pensamiento de un grupo de estudiantes de ingeniería.

El enfoque axiomático tiene una gran aplicación en el ciclo básico, en el que precisamente se concentra la mayor mortalidad estudiantil. En esta etapa se orienta la actividad académica hacia la adquisición de las herramientas indispensables para su posterior aplicación. Desafortunadamente los métodos requeridos para esta aplicación son totalmente opuestos a los usados para la adquisición de las herramientas, hecho que conduce al fracaso, frustración y posterior eliminación de actividades creativas.

Con referencia a la calidad de la educación en ingeniería, en la actualidad es un proceso de muy baja eficiencia ya que se admiten muchos estudiantes que son retirados por diversos factores y en frecuentes ocasiones sin haber tenido contacto con la ingeniería, después de dos o tres años de estudios. Pero resulta más lamentable observar que los alumnos que se gradúan como los más aventajados no son precisamente los mejores ingenieros. Todo esto plantea un enorme problema de calidad: Los pocos productos entregados no poseen la calidad esperada y los restantes rechazados posiblemente lo hubieran podido lograr.



Considero que la estructura general del currículo en ingeniería debe ser cambiada y su pilar fundamental deben ser los diferentes etapas de formación de un ingeniero, con las que se pueden formular en forma integral las actividades académicas, con enfoques coherentistas que puedan formar un verdadero ingeniero y no como un mal matemático, físico, economista y programador, agravado con una mala formación humanística y una gran capacidad de calculista de realidades que no conoce.

La aptitud creadora e innovadora podrá ser cultivada en los estudiantes de ingeniería solamente si se invierte el enfoque pedagógico. Para ello se deben excluir las formas axiomáticas y fomentar las coherentistas o de red, para que los estudiantes no sean forzados a aprender sino a aprehender.

El conocimiento de un buen número de universos de discursos y el manejo generalizado de las leyes de acople le permitirán a los ingenieros ser creativos; una visión coherente del resto de disciplinas lo capacitarán para presentar soluciones integrales que son precisamente las que requiere la sociedad del futuro.

Tomando lo que dice T. Huxley "Quizás el resultado más valioso de toda educación es la capacidad para obligarse uno mismo a hacer lo que tiene que hacer y cuando debe hacerse", el papel de la universidad no puede ser paternalista pero tampoco puede ir al extremo de convertir al estudiante en autodidacta. Su función debe ser orientadora, diciendo al estudiante lo que tiene que hacer; no mecánicamente como lo ha hecho, sino en forma conceptual, mediante la generación de estructuras de pensamiento que le permitan la adquisición de una continua aptitud para el cambio.

El estudiante podrá ser aprehensivo si se fomenta en él una visión universal y para ello es necesario erradicar las conductas de terror, desprecio u olvido de las áreas de conocimiento que son mal consideradas como ajenas a sus intereses. Esta transformación se puede obtener como la inclusión de disciplinas integradas como la Teoría de Sistemas, Cibernética, Sistemas Dinámicos, Dinámica de Sistemas y la olvidada Filosofía.

El poder de abstracción y el manejo de abstracciones se logrará desarrollar en los estudiantes con la implementación de asignaturas como Teoría de Modelos, Técnicas de Simulación, CAD y otros paquetes de Diseño, Simulación y Análisis, Teoría de Juegos y Estrategias, etc...

Una estructura de Universidad que honestamente responda a las inquietudes de los estudiantes y a las necesidades del país en las áreas de Ingeniería debe cimentarse en los siguientes aspectos:

- El trabajo permanente e integrado de sus docentes, propiciando tareas interdisciplinarias.
- La dignificación de la actividad del profesor y el rescate de su papel como "Maestro"
- La creación de verdaderas "Escuelas" de Ingeniería con líneas de pensamiento claras
- La integración con la sociedad y en especial con la industria en la búsqueda de soluciones a sus problemas fundamentales
- La permanente actualización de sus recursos humanos y materiales
- La atención y respeto al estudiante, considerándolo como el principal elemento del proceso educativo.



Una concepción moderna del trabajo de enseñanza-aprendizaje compromete a la fuente y destino (profesor y estudiante) como responsables de la calidad del trabajo. El docente tendrá que realizar esfuerzos orientados hacia el uso efectivo de los canales de comunicación y selección de diversos mensajes a través de los cuales pueda enviar la información; para ello debe conocer, en lo máximo posible, las condiciones mentales e intelectuales del destinatario, cuyo nivel puede hacer posible o no la apropiación de la información. Por otro lado, es el responsable de la selección de los mecanismos de evaluación (retroalimentación) que pueden acreditar con certeza la eficacia del proceso.

En este último punto es preciso considerar que la evaluación debe distinguir entre información y mensajes codificados, ya que un estudiante puede estar en capacidad de repetir lo que ha escuchado o visto sin necesidad de entenderlo. Por ello, un verdadero proceso de evaluación debe diseñarse buscando como principal objeto la información y en particular en la Ingeniería hacia la verificación de la apropiación y manejo de conceptos y formas de pensamiento.

Para la cibernética es importante considerar en un proceso pedagógico las cadenas laterales de motivación, tanto para el docente como para el estudiante. La motivación puede ser considerada desde varios aspectos tales como los sociales, psicológicos y económicos. Los primeros son responsabilidad de la estructura social y se basan en la importancia que representa prácticamente la actividad intelectual dentro del conjunto total de actividades de una sociedad. Las segundas corresponden más al individuo y a las satisfacciones personales que encuentre con la adquisición, difusión o aplicación del conocimiento. Las terceras, o sea las económicas están ligadas a las primeras y pueden interpretarse por medio de la recompensa monetaria que se ofrece a los profesionales en cada disciplina y muy especialmente a los docentes.

La ausencia de motivaciones intelectuales en un grupo social de individuos genera múltiples reacciones que, sin embargo, pueden interpretarse mediante tendencias, muchas de ellas nocivas y que se manifiestan por un permanente deterioro del proceso educativo.

La masificación de los procesos de educación se ha convertido en un elemento que afecta enormemente la calidad, debido a la transformación de la tarea de enseñanza en un proceso abierto y totalmente anticibernético, con resultados opuestos a los objetivos y una eficacia muy baja.

Según la cibernética una buena formación se obtiene como resultado de una permanente interacción entre profesores y estudiantes, donde lo vital no son los conocimientos específicos, sino por lo contrario, las formas de pensamiento.

El gran reto que tiene que afrontar el sistema educativo del presente y futuro consisten en ofrecer calidad con gran cobertura, en un medio tan cambiante que los estudiantes de hoy trabajarán y vivirán dentro de pocos años con tecnologías y productos que en la actualidad son desconocidos.



# LA FORMACIÓN INTEGRAL DEL PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA

Angela Quintero Torres  
Departamento de Ingeniería Química,  
Universidad Nacional, Bogotá.

## RESUMEN

La docencia en Ingeniería tiene características muy particulares; debe tenerse en cuenta como principio que el objetivo en la formación no es el aprendizaje mecánico de fórmulas y procedimientos sino, con base en la identificación de lo que debe ser un profesional, orientar el trabajo hacia el logro concreto de aspectos claves como habilidades básicas de investigación, criterios para manejo de la información, estructuración y presentación lógica y secuencial de informes de trabajo, habilidades relacionadas con el liderazgo como organización y manejo del tiempo, concreción de objetivos de trabajo, recursividad, etc..., todo ello enmarcado dentro de una dinámica de trabajo actualizada que permita enfrentar los retos del mundo moderno.

La labor del docente no es, entonces, simplemente transmitir un conocimiento sino que debe generar el ambiente y las herramientas necesarias para que el estudiante, con base en su propia acción, lo genere; estas herramientas parten de las habilidades docentes básicas y están fundamentadas en un conocimiento de la asignatura (el cual permite definir un proceso de aprendizaje) y una adaptación al grupo con el cual se va a trabajar.

Además, como experiencia, la aplicación de técnicas administrativas -el liderazgo situacional, por ejemplo- al trabajo docente, presenta resultados positivos en el logro de una asimilación de los conceptos básicos a partir de los cuales el estudiante progresa secuencialmente en su conocimiento.

Finalmente, como objetivo docente, es muy importante el retorno a la humanización de la educación; por un lado propiciar en el estudiante el desarrollo de una sana autoestima centralizando la atención en la búsqueda de su propia realización personal como individuo utilizando como herramienta la ingeniería y, por otro lado, la concientización que permita ejercer la profesión en una forma ética teniendo presente, también, el cuidado del medio ambiente.

## 1 INTRODUCCION

Con el paso de los años la Ingeniería ha ido evolucionando a pasos agigantados; grandes avances tecnológicos están permitiendo alcanzar niveles más altos de calidad en la Industria en general y en la Industria Química, en particular. Por ejemplo, la introducción de los computadores y la proyección que tiene su aplicación a muy corto plazo es algo aún inimaginable. La capacitación y el manejo fluido de estos recursos por parte del profesional es algo urgente y a los docentes



corresponde un proceso rápido de actualización del sistema de enseñanza para poder hacer llegar esta nueva concepción a quienes corresponde su aplicación.

Hay otro aspecto (por decirlo así, su polaridad) que, con igual importancia, debe irse trabajando en forma muy paralela: la aceptación y comprensión de los procesos de Desarrollo Humano individuales y colectivos, es decir, los procesos de avance, de superación que permiten lograr niveles altos de éxito, excelencia y rendimiento y relaciones interpersonales óptimas con miras a la ejecución de labores en equipo coordinadas.

Estos son dos pilares que hoy día se nos presentan con miras a la verdadera formación integral del futuro profesional y conviene no descuidar ni uno ni otro. En el presente trabajo quiero comentar específicamente algunos conceptos más relacionados con el segundo aspecto, conceptos que he ido encontrando en la lectura de material relacionado con el Liderazgo así como conceptos que he ido aprendiendo de la experiencia en los cursos de Termodinámica.

## **2 EL PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA**

El mundo de hoy exige del profesional características específicas; mencionando algunas:

- \* Habilidades de investigación.
- \* Estrategias de búsqueda de información.
- \* Criterios para el manejo y aplicación de la información.
- \* Capacidad para aprender, usar y adaptar tecnologías desarrolladas.
- \* Capacidad para generar nuevas tecnologías.
- \* Estructuración y presentación lógica y secuencial de proyectos e informes de trabajo en forma oral y escrita, empleando los recursos más recientes.
- \* Habilidades de liderazgo como: organización, planteamiento y concreción de objetivos, manejo de recursos humanos y económicos, administración del tiempo, recursividad, etc...

Es muy importante recalcar que el proceso de formación en la Universidad puede contribuir, desde su inicio, al desarrollo paulatino de éstas y otras características y para ello la participación del docente es fundamental; de otra parte, los esfuerzos aislados de un sólo docente o un pequeño grupo de docentes pueden conducir a la desorientación del estudiante, por lo tanto, es fundamental el que como equipo todos los docentes de la carrera, de común acuerdo y con criterios coordinados, orienten su actividad en un mismo sentido.

Es necesario que cada docente analice detalladamente su asignatura desde el punto de vista del desarrollo de estas características y, con base en dicho análisis, programe la mejor manera de presentarla; si desde el comienzo, durante su realización y finalización se tiene en mente este desarrollo, los aspectos que se trabajen cobrarán una nueva dimensión, se convertirán en verdaderas herramientas que permitirán que el estudiante mismo vaya descubriendo y generando su propio conocimiento.

Es necesario también considerar el que cada grupo es diferente y, aunque semestre a semestre se trabaje con la misma asignatura o en el mismo semestre con diferentes grupos de la misma



asignatura, hay que adaptarse al grupo específico que se tiene en frente; es más, cada estudiante es diferente: su nivel de comprensión, su velocidad de aprendizaje, sus bases de otras asignaturas son diferentes. Desafortunadamente, el que se tenga mucho trabajo, un alto número de estudiantes por grupo, etc..., hacen que se descuide este aspecto pero es crucial el que, en la medida de las posibilidades, se trate de personalizar la educación; la labor docente requiere dedicación y entrega y un acercamiento individual puede generar transformaciones personales extraordinarias.

### 3 ALGUNAS HERRAMIENTAS PARA EL TRABAJO DOCENTE

Como ejemplo específico quiero presentar a continuación las herramientas que he ido utilizando en la experiencia docente de cursos de Termodinámica teórica:

**3.1 Atención.** En principio, hay que considerar que se tiene un tiempo limitado para la mantención de la atención por parte del estudiante en forma plena (aprox. 15 min.), por ello la realización de cada clase debe ser muy variada y amena; es importante considerar:

- \* Llamar la atención del alumno desde la llegada al salón; lograr que deje el comentario o la actividad que está desarrollando en ese momento para centrar su mente en lo que se va a tratar.
- \* Presentar el tema en forma clara y organizada; prepararlo previamente teniendo en cuenta todas las ayudas que se van a utilizar y los objetivos que se pretenden.
- \* Variar permanentemente la forma de entregar la información (clase a clase y dentro de la misma clase): emplear el tablero, papelógrafo, gráficos, carteles, audiovisuales; entregar material escrito; realizar preguntas o permitir la participación de los estudiantes con preguntas, inquietudes, observaciones, aclaraciones, etc...
- \* Hablar en forma motivante con un vocabulario adecuado al grupo.
- \* Desplazarse por el salón, acercarse a los alumnos.
- \* Resaltar la información relevante, etc...

Todo ello contribuye a que se tengan periodos de máxima atención y periodos, por así llamarlos, de descanso logrando una mayor captación y retención de la información.

**3.2 Ubicación.** La actitud tradicional del estudiante puede llevarlo a asistir pasivamente clase a clase sin revisar con periodicidad la información que se le está entregando haciendo que la vea aparentemente "desconectada" entre sí; es importante entonces informar aspectos como: objetivos, temas y subtemas, interrelación entre temas y entre subtemas, aplicabilidad de los temas (interrelación teoría-aplicación), interrelación con otras asignaturas.

Estas actividades pueden realizarse:

\* Al inicio del curso: planteando los objetivos generales y la forma como se pretende alcanzarlos; presentando en forma global el contenido del programa.

\* Durante la realización del curso:

- Al inicio de cada clase: planteando el objetivo, enlazando el tema anterior con el que se va a ver y ubicándolo dentro del contexto general del programa; ayuda escribir el tema central de cada clase en forma notoria y dividir el tablero en secciones de manera que pueda contener la mayor cantidad de información en forma ordenada (si un estudiante llega tarde puede ubicarse y adelantarse).

- Durante la clase: informando qué se ha visto, qué falta por ver.

- Al finalizar cada clase: sintetizando lo que se vió y los objetivos logrados.

\* Al finalizar el curso: resumiendo lo visto, la manera como se presentó, la metodología y los recursos empleados verificando el cumplimiento de los objetivos planteados.



**3.3 Desarrollo de habilidades.** Cada asignación dada a los estudiantes tiene un objetivo; ellos deben conocerlo y una vez realizada, verificar su cumplimiento.

\* Ejercicios: permiten interrelacionar teoría-práctica, reafirmar y aclarar conceptos, ubicar dudas, aplicar lo visto descubriendo en forma individual nuevos aspectos.

\* Pruebas escritas: tanto al estudiante como al docente le permiten detectar conceptos que no han quedado claros para revisarlos nuevamente; al docente le permite, además, conocer el grado de asimilación del tema a nivel grupal y, si es necesario, revisar la metodología empleada.

Generalmente los llamados "parciales" se programan una vez finalizado un tema pero es importante la realización de pruebas intermedias al finalizar subtemas para verificar su comprensión; pueden efectuarse de una clase a otra o mejor aún dentro de la misma clase: se refuerza mucho el conocimiento cuando se presenta la información básica y en el ejercicio asignado el estudiante debe aplicarla o deducir nuevos aspectos.

\* Investigación de temas: el estudiante plantea sus propios objetivos y verifica su cumplimiento, es decir, plantea metas y las cumple; realiza una búsqueda bibliográfica desarrollando una mayor inquietud por profundizar el tema ampliando a su vez su conocimiento acerca de la bibliografía existente y los lugares y formas en que la puede obtener; selecciona el material que le sirve y lo organiza desarrollando la capacidad de análisis y síntesis y un orden tanto mental como físico; elabora un informe escrito lo cual le ayuda a mejorar su redacción, ortografía y pulcritud en la presentación y, finalmente, lo presenta al grupo desarrollando habilidades para hablar en público y para desenvolverse con naturalidad ante las interrogantes presentadas además, de acuerdo con su propia inquietud, puede ir conociendo y utilizando herramientas innovadoras tanto en la presentación oral como escrita.

\* Realización de programas de computador: como herramienta docente es excelente porque permite al alumno ubicar y manejar con propiedad detalles de procedimientos de cálculo y lo introduce en nuevas técnicas logrando que su visión del tema sea más amplia y tenga una actitud positiva al cambio.

\* Manejo de una bibliografía extensa: no centrar el curso al seguimiento exclusivo de un texto ayuda al desarrollo de una amplitud de criterio y una mayor capacidad para desenvolverse ante diferentes maneras de presentar la información; ayuda también a tener una actualización permanente sobretodo si se emplean revistas especializadas.

En síntesis, las herramientas permiten un mayor aprendizaje, concreción de objetivos, desarrollo de capacidades y cuando de una asignatura se comprende no solo su contenido teórico sino su funcionalidad, se desarrolla un amor muy especial..., qué mejor que aprender lo que a uno le gusta!, y en ese aprendizaje está teniendo una formación en muchos sentidos y completamente aplicable en el ejercicio profesional.

## **4 EL LIDERAZGO SITUACIONAL**

El Liderazgo Situacional se apoya firmemente en el hecho de que se cree en las personas: TODAS tienen la oportunidad para ser estrellas en su profesión. A continuación presento algunos de los conceptos básicos (1) y la forma como los he aplicado en los cursos.

### **4.1 Bases conceptuales**

**4.1.1 Qué es el Liderazgo Situacional.** Expresa que la forma de liderar a un grupo debe considerar que el nivel de atención personal es diferente para cada quien; hay que cambiar el estilo según la persona y en función de cada situación concreta.



#### 4.1.2 Los cuatro estilos básicos de liderazgo.

- \* Dirigir: el líder imparte órdenes específicas y supervisa el cumplimiento de las tareas.
- \* Instruir: el líder, como en el caso anterior, manda y controla el cumplimiento de las tareas pero, además, pide sugerencias y fomenta los progresos.
- \* Apoyar: el líder facilita y apoya los esfuerzos; comparte con ellos la responsabilidad por la toma de decisiones.
- \* Delegar: el líder pone en manos de quienes forma la responsabilidad en la toma de decisiones y la resolución de problemas.

#### 4.1.3 Examen del rendimiento. Se consideran dos ingredientes: la competencia y el interés.

\* La competencia: (en el sentido de ser muy bueno -competente-, no de competir) está en función de los conocimientos y la práctica; puede obtenerse por medio de instrucción, entrenamiento y experiencia; es algo susceptible de desarrollarse.

\* El interés: es una combinación de seguridad en sí mismo y motivación.

#### 4.1.4 Niveles de desarrollo. Cada persona presenta una combinación distinta de competencia e interés; existen cuatro combinaciones distintas, es decir, cuatro niveles de desarrollo:

- \* D1: Poca competencia, mucho interés.
- \* D2: Alguna competencia, poco interés.
- \* D3: Mucha competencia, interés variable.
- \* D4: Mucha competencia, mucho interés.

#### 4.1.5 Control del rendimiento. Consta de tres partes: Programación del rendimiento, seguimiento y asistencia diarios y evaluación del rendimiento.

### 4.2 Aplicación

4.2.1 Para la aplicación de esta técnica he considerado cada grupo en forma individual; desafortunadamente es un tanto complicado hacerlo con cada persona aunque sí se han presentado casos específicos.

4.2.2 **Estilos de Liderazgo:** el uso de los estilos de liderazgo es secuencial. Al inicio de cada curso empleo la opción DIRIGIR presentando muy detalladamente los conceptos fundamentales y las técnicas de resolución de ejercicios y aplicación de los conceptos; las evaluaciones se diseñan preguntando punto a punto cada aspecto que se necesita, formando al estudiante en un esquema básico. Sigue la opción INSTRUIR en donde, con base en lo aprendido, ya hay una participación de los estudiantes en forma activa, comienzan a generar por sí mismo: su conocimiento por análisis y comparación; además, presentan nuevas opciones en la resolución de los ejercicios. En la opción APOYAR la responsabilidad del aprendizaje es compartida, lo básico se entrega en clase y con base en su propio estudio el estudiante genera lo que falta; cuenta con el apoyo docente cuando lo necesite. Finalmente, en la opción DELEGAR, la participación docente es prácticamente tutorial; el estudiante ya tiene la seguridad de lo que está haciendo, por lo tanto, enfrenta los ejercicios de aplicación contando con la información mínima necesaria, creando sus propios esquemas de solución y generando la que le falta.

4.2.3 **Examen del rendimiento:** aquí es fundamental considerar que la competencia es algo que puede desarrollarse; si el estudiante ve que con dedicación y perseverancia puede aprender, no se rendirá si en una primera evaluación los resultados no son óptimos, continuará y se esforzará por no dejar vacíos puesto que toda la información se va necesitando y logrará terminar con un resultado que sea favorable y satisfactorio. A medida que avanza el curso y progresan los adelantos en el dominio del contenido, el estudiante va incrementando su seguridad y, por lo tanto, su motivación e interés por aprender más y extender a otros campos lo aprendido.



**4.2.4 Niveles de desarrollo:** para evaluación docente, lo óptimo es obtener un buen porcentaje de estudiantes con un nivel de desarrollo D4: mucha competencia y mucho interés.

**4.2.5 Control del rendimiento:** En el aspecto docente la programación del rendimiento debe incluir una buena asimilación del contenido avalada por una correcta aplicación de los conceptos en los ejercicios; el seguimiento debe ser permanente y para ello las herramientas docentes son ayuda fundamental. Por último, es vital que el estudiante vea las evaluaciones como un excelente instrumento para verificar su propio avance, sus dudas y deficiencias y lo que corresponde es asumirlas, enfrentarlas por medio del estudio con mayor dedicación y mayor atención por parte del docente para resolver dudas.

## 5 HUMANIZACION DE LA EDUCACION TECNICA

Para finalizar es importante reflexionar acerca de la consideración humana de las personas que por un corto tiempo están a nuestro cargo. Estamos siendo testigos de una profunda crisis en nuestra sociedad; en forma más notoria, puesto que su función es pública, los dirigentes muestran con su comportamiento que los valores fundamentales en los que ella se sustenta ya no son prioridad pero, de igual manera, en cada uno de los hogares (escuelas por definición) la situación no es diferente.

Hace unos meses, el entonces presidente de la Conferencia Episcopal Colombiana, Monseñor Pedro Rubiano hablaba sobre la responsabilidad de la Iglesia en la actual crisis de nuestro país puesto que quienes hoy día ostentan cargos públicos son ex-alumnos de sus Colegios y Universidades: interesante análisis.

Desde el punto de vista docente puede plantearse una solución educativa y nuestra responsabilidad debe ir más allá de transmitir un conocimiento técnico muy actualizado. Somos formadores de quienes tendrán bajo su responsabilidad en diferentes campos la conducción del país y del mundo, por ello, cuidar nuestra calidad humana es fundamental para que al estudiante no le de miedo acercarse, preguntar, expresar su opinión y, por qué no, sugerir un cambio en un comportamiento nuestro así como para poder acercarnos a ellos y darles una información más específica; no lesionar su autoestima generándole miedo e inseguridad para enfrentar una asignatura lo cual se verá reflejado en inseguridad para realizar un trabajo profesional e inseguridad en su propia vida; educar con una ética basada en el ejemplo para que su desempeño en el futuro le permita discernir un campo de aplicación que no atente contra la integridad física o moral de otras personas o contra la naturaleza misma.

Miremos la Ingeniería Química (aunque pienso que muchos de los conceptos aquí expresados son aplicables en otros campos) como una herramienta de autoconocimiento, de aprendizaje, de superación y de búsqueda de una realización personal como Seres Humanos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. KENETH BLANCHAR, ANDREAS ZIGARMI, El Lider Ejecutivo al Minuto, Ed. Grijalbo.



# ¿ TIENE PORVENIR LA INGENIERIA TRADICIONAL?

Ernesto Córdoba Nieto  
Universidad Nacional de Colombia

**Resumen:** La nueva dimensión de la ingeniería basada en la I&D tiene papel relevante en el crecimiento endógeno. Se hace énfasis en la estrategia de la calidad y de la gestión para el desarrollo de productos complejos con tecnología de control numérico y que exigen la integración transdisciplinaria de saberes académicos y de competencias interinstitucionales. A manera de caso experimental se presenta la síntesis conceptual y metodológica de la investigación referenciada sobre dispositivos C.N.C. que es apoyada por COLCIENCIAS, SENA, CINDEC (UN).

## La importancia de la ingeniería en el crecimiento endógeno del país

Se cimienta en el dominio económico que revierte la producción, la acumulación y la reproducción del conocimiento.

La categoría del crecimiento endógeno contribuye a interpretar el trabajo en su dimensión creadora y creativa antes que la simple ejecución rutinaria de labores y acciones repetitivas. Esto significa que el crecimiento económico no atribuible al aumento de los factores de capital y de trabajo y, más bien, fundamentado en el incremento de la productividad de los factores de producción—es el cambio técnico—, modela el paradigma de la eficiencia a través de la productividad total de los factores.

Debe observarse que en el crecimiento endógeno importa ante todo la forma de conocimiento No Rival. Puesto que es el conocimiento que producen las personas y que puede a la vez, utilizarse en diversos escenarios productivos. Es el caso de la Tecnología, el Know How. Este tipo de conocimiento se fundamenta con formación y desarrollo integral de saberes mediante la estrategia metodológica de la investigación.

En este ángulo del conocimiento No Rival se puede ubicar la nueva dimensión de la ingeniería hacia la I&D, puesto que es variante esencial, del proceso intelectual interiorizado en el ingenio creativo y creador por la dual pertinencia del **saber teórico** y del **saber-hacer experimental**.

**Además la apropiación y la acumulación del capital humano inciden en la forma de producción de la tecnología y de los bienes.**

Pero en los dominios de la producción y la acumulación del conocimiento, la misión de la universidad, y de la misma ingeniería, no debe circunscribirse llanamente al problema de la creación del conocimiento técnico y soslayar su responsabilidad de formación del hombre social. De ser así ahondaría la asimetría creciente que induce un desarrollo (crecimiento) basado en la



mera erudicción racional y desprovisto de la estética humanista que modela al hombre nacional, libre, crítico y soberano.

Esta precisión es pertinente para evitar caer en el desbordado pragmatismo que profesa el despotismo ilustrado postmoderno de corte neoliberal que empaña y lesiona severamente la patética realidad de nuestra nación.

### **Enfoque genérico en el diseño de Dispositivos C.N.C.**

El problema fundamental del diseño de Dispositivos C.N.C. (con Control Numérico Computarizado). Tiene que ver con la competencia para transformar y transferir diferentes formas de energía y de información, hasta lograr revertir diversas y variadas composiciones de grados de libertad (desplazamientos y avances), dentro de los dominios de ejecución de movimientos en el espacio  $X_i, Y_j, Z_k, w_b, w_p, w_k, t$ , y con requerimientos funcionales en cuanto a la Resolución y Repetitividad.

La anterior delimitación funcional del C.N.C. establece la condición relevante de calidad en el diseño de este tipo de aparatos:

“Se debe apropiar la conjunción sistémica de tres entornos físicos: Energético de potencia- Control microprocesado-Informatización de comandos”.

Los tres entornos físicos- Mecánico de Actuación- Control Automatizado- Comunicación Informatizada- son relevantes y decisivos en la calidad de Diseño del Dispositivo C.N.C. y no es posible discernir cual es preponderante frente al otro, no obstante que el de comunicación informatizada (software) es quien tiene la competencia de entrelazar y direccionar los flujos de energía entre los dominios del control y del actuador de potencia.

Esto significa que poseen similar nivel de jerarquía el diseño fino mecánico, el diseño del control y el diseño del software.

De allí se puede inferir que el nivel de robustez de la calidad de un aparato C.N.C. se establece y se logra con el trabajo competente y transdisciplinario de saberes convergentes y con una metodología sistémica de investigación y abordaje del problema.

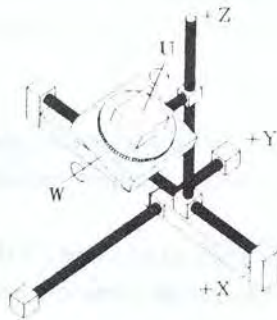
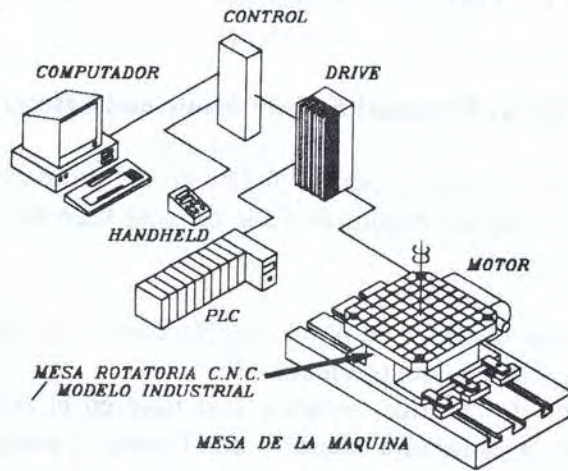
Las anteriores consideraciones alimentan una reflexión. Parece ser que las nuevas tecnologías y en particular la del Control Numérico Computarizado modelan un nuevo estadio de la ingeniería, mucho más depurado y finamente fundamentado en el saber teórico de ciencias básicas y tecnológicas, que supera el enfoque tradicional de la ingeniería clásica puntual en lo que respecta al estudio, la aplicación y el dominio multivariado del movimiento como expresión de transformación de la energía y de la información.

Precisamente el adelanto de la investigación en dispositivos modulares C.N.C. se ha venido estructurando a través de una red de proyectos, tesis y seminarios tanto en el pregrado como en el postgrado de áreas de Ingeniería Electrónica, de Sistemas, Mecánica y Automatización Industrial.

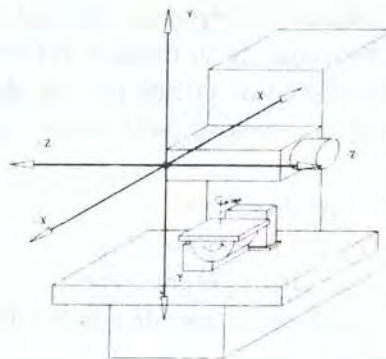
En las figuras que siguen a continuación se muestran esquemas gráficos de varios de los aparatos C.N.C. que se han diseñado y construido dentro del proceso de la investigación que se adelanta y que recogen una rica escuela en el tema de sistemas mecatrónicos.



## ALGUNOS DISPOSITIVOS DESARROLLADOS



**MESA MULTIPOSICIONAL CNC**



**DISPOSITIVO BASCULANTE CNC**



## **ESTRATEGIAS HACIA LA CALIDAD EN EL DISEÑO DE DISPOSITIVOS C.N.C.**

### **Validez metodológica del FMEA- Potential Failure Mode and Effects Analysis**

Su incidencia directa sobre los costos en la calidad de Diseño del Producto se fundamenta tanto en la predicción como en la previsión del Riesgo de Falla durante todo el proceso de desarrollo del diseño en virtud de:

-Elevada probabilidad de discernir en el proceso de diseño las fallas potenciales así como establecer sus efectos en el desempeño del producto.

-Definición del sistema de criterios técnicos, con base en el ranqueo de las potenciales fallas, que permita diagramar la estructura eficiente del Testing y poder orientar mejoras en el diseño del producto y del proceso. Aquí es fundamental adelantar ensayos en prototipos a fin de pronosticar y reconocer los efectos sobre el usuario productivo y el consumidor final.

-Monitoreo riguroso de las fallas referenciadas para obtener un mayor dominio en el análisis de la calidad del producto y poder sustentar, con criterio avanzado, la innovación continua del producto.

Se puede aceptar que el FMEA actúa como catalizador que estimula y ambienta el intercambio de ideas entre todas las competencias y funciones comprometidas con la realización cualificada del proceso de diseño en ingeniería.

Téngase en cuenta que el método de diseño orientado con FMEA se inicia con una lista referencia del diseño que se espera lograr y también de aquel sobre el cual no hay ninguna expectativa.

### **Criterio Básico de la Calidad del Diseño según Taguchi**

Se parte del concepto de la calidad: "Es la pérdida que un producto causa a la sociedad después de ser lanzado, excluyendo las pérdidas derivadas de su función intrínseca".

Esta pérdida se dimensiona con el incremento de costos por garantía, los costos relacionados con las reparaciones, el transporte adicional, el deterioro de la imagen y la pérdida de mercado

Las pérdidas causadas a la sociedad son de tres tipos:

- El uso intrínseco del producto
- Los efectos secundarios perjudiciales
- Variabilidad de características de calidad del producto por factores incontrolables de ruido.

Paralelamente, TAGUCHI fundamenta la calidad de diseño del producto en tres etapas:

- Diseño Primario del Sistema. Tiene que ver con el desarrollo del prototipo funcional para sustentar la selección de materiales y la adopción de la estrategia tecnológica de manufactura.



- Diseño Complementario de los parámetros funcionales. Se aplica el diseño de experimentos para minimizar desviaciones funcionales de parámetros del producto durante su elaboración o producción.

- Diseño refinado de las tolerancias. Posibilita establecer el debido equilibrio entre la calidad y los costos del producto.

### Diagrama estructural causa-efecto de Ishikawa

En consideración a su viabilidad para valorar en forma coherente y total la calidad funcional operativa del dispositivo se ha aplicado de manera integral a la mesa rotatoria C.N.C.

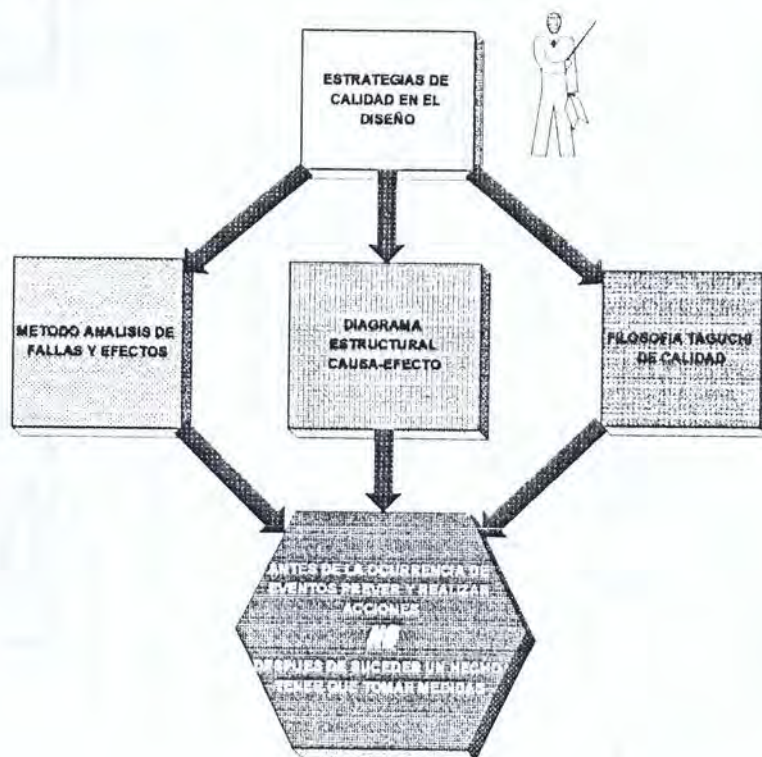
El diagrama de Ishikawa se estructuró mediante la definición de las causas principales:

- *Diseño constructivo*
- *Sistema de control*
- *Condiciones de manufactura*
- *Finura de montaje*
- *Ambiente del testing*

Estas causas son los factores que modelan la respuesta de calidad—efectos—de la mesa rotatoria de control numérico en su operación de servicio:

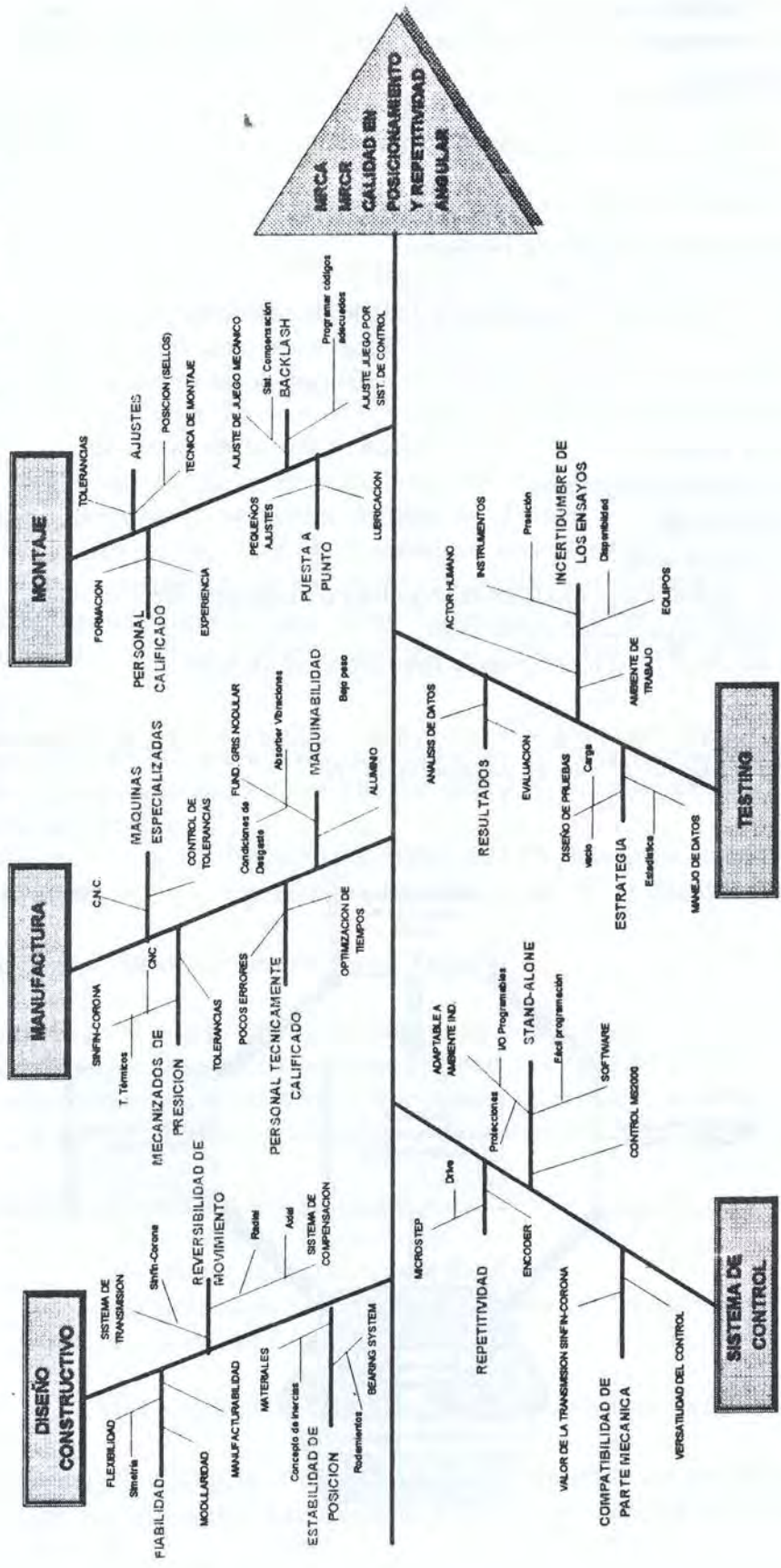
- *Resolución en el posicionamiento y Repetitividad Angular*

En las figuras que siguen a continuación se reseñan los diagramas de estrategias de calidad que han orientado el desarrollo de diseño de dispositivos C.N.C.





# DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA VALORACION DE LA CALIDAD EN LAS MESAS ROTACIONALES CNC





## **Estrategia de integración de competencias**

En la búsqueda de complementariedad de competencias entre la institución académica con la industria y el aparato productivo colombiano, se ha querido adoptar como patrón de trabajo la participación compartida de los diferentes actores institucionales y empresariales durante las fases de la concepción del desarrollo y la aplicación de dispositivos C.N.C.

La experiencia nos dice que la única manera de superar en nuestro medio la tradicional diferenciación entre Gestores y Usuarios de I&D es comprometiendo a los diferentes agentes interesados en una alianza concebida a la luz de redes de proyectos y programas.

La vía de la integración de competencias puede contribuir a consolidar la estructura orgánica del sistema tecnológico del país:

- Instituciones académicas de investigación y capacitación
- Empresas productivas
- Centros especializados de I&D

El tallado de la faceta orgánica del sistema tecnológico nos importa permearlo, sin supeditarlo, del aprendizaje y la validación de la problemática tecnológica industrial. Según WAISSBLUTH (1986) es tender puentes o redes de abajo hacia arriba y viceversa para fundamentar la formulación de políticas viables, pero de largo aliento, en la perspectiva del cambio técnico.

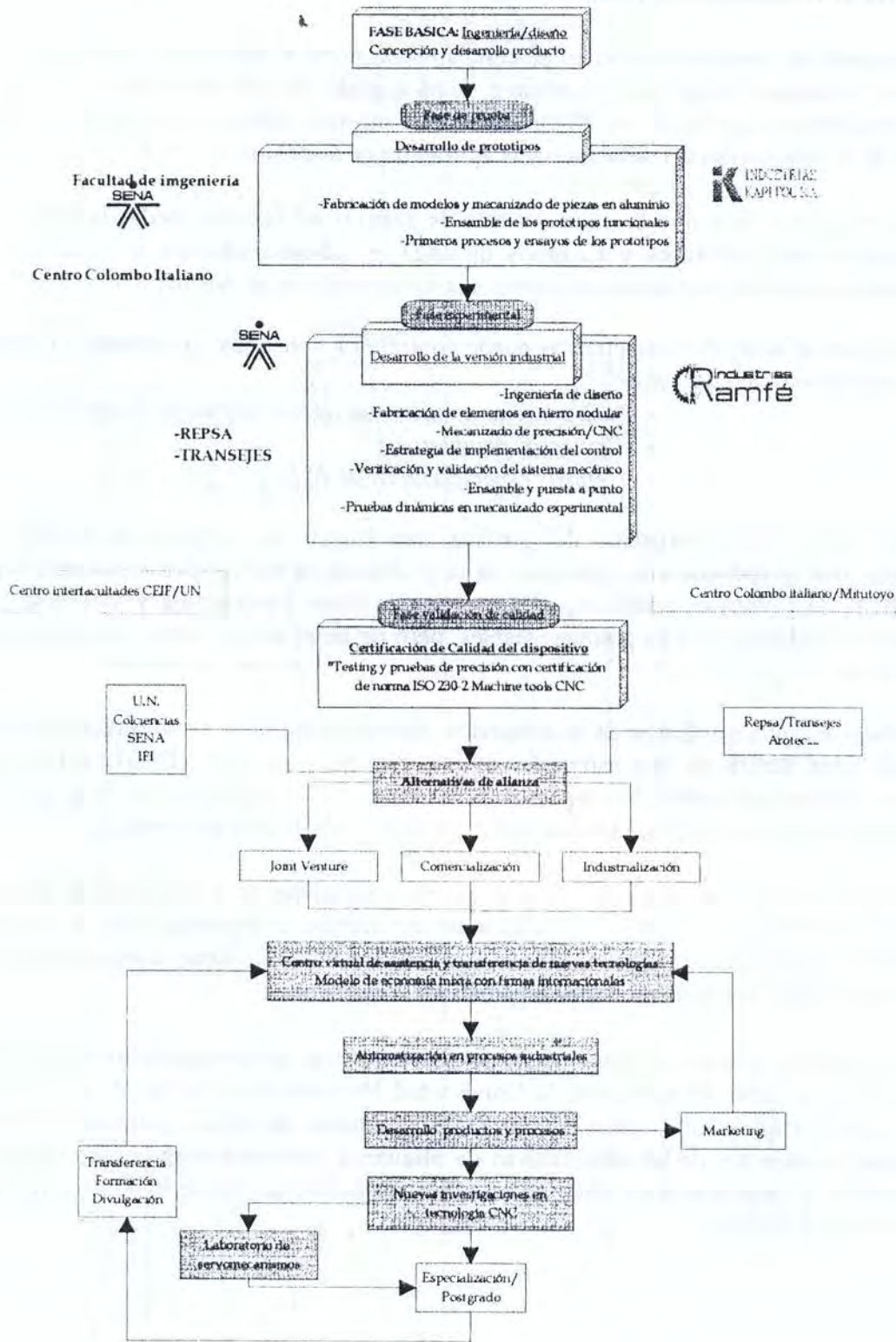
Debe señalarse que los trabajos de investigación orientados hacia el cambio técnico exigen ser gestionados dentro de una estrategia de mejoramiento continuo (IMAI) a través de monitoreo realimentado sobre los impactos de las innovaciones tecnológicas en la industria (HORMAN-1990). Este tópico tan vital todavía es muy embrionario en nuestro país.

Con los anteriores parámetros, en la estrategia de integración de competencias, se viene explorando en la búsqueda para la cualificación del trabajo interinstitucional, y se puede decir que la investigación sobre dispositivos modulares C.N.C. tiene comprometido un fuerte empeño para reportar resultados tangibles en la industria.

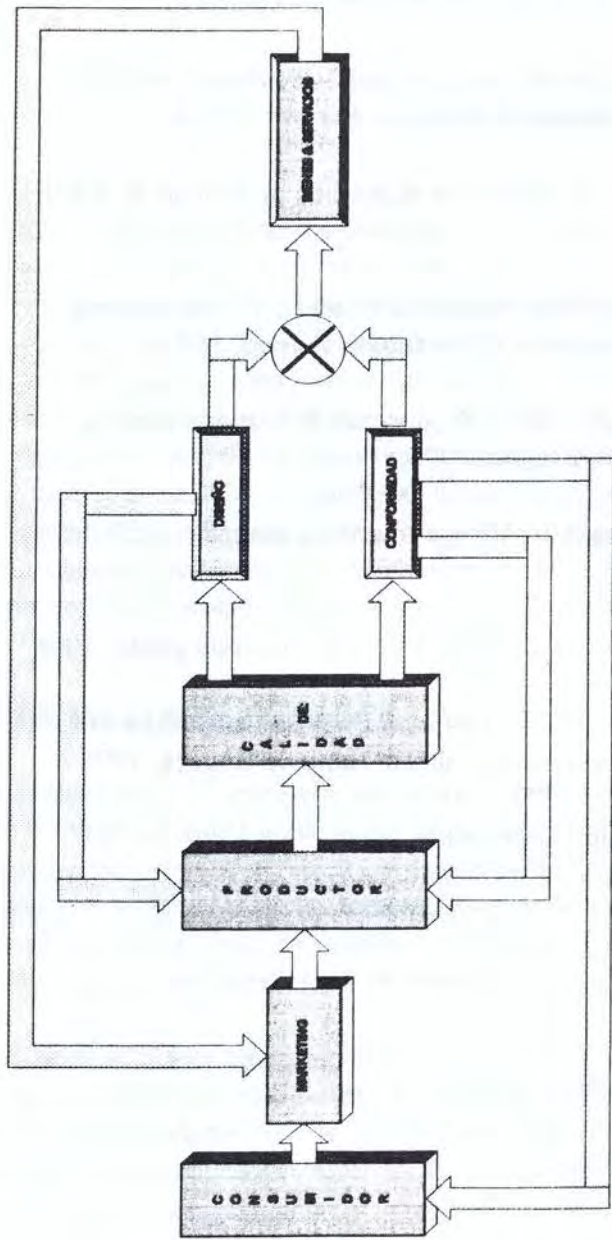
Como constatación y reseña de ese empeño se quiere mostrar en dos apretados esquemas lo que ha sido el decurso del trabajo de la Universidad Nacional en el campo de dispositivos C.N.C. durante más de cinco años. De las fases contenidas en dichos diagramas se debe hacer notar los aspectos de **las alternativas de alianza y del marketing** como etapas que falta proyectar y consolidar para situar en estadio competitivo la ingeniería de desarrollo de productos mecatrónicos.



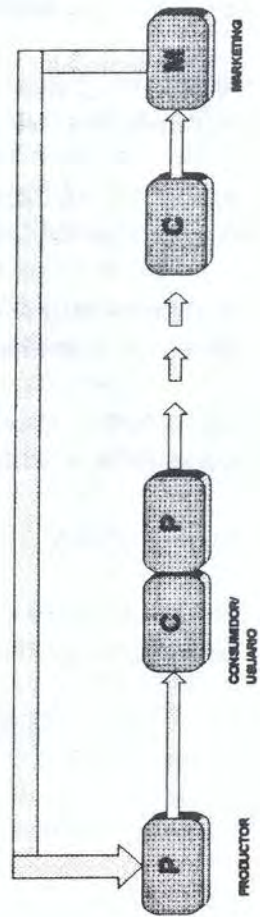
## Diagrama de estrategia de integración de competencias







**MODELO REALIMENTADO EN EL DISEÑO**





## Bibliografía

- Reference Manual " Potential Failure Mode and Effects Analysis- FMEA, Chrysler, Ford, General Motors, Michigan, 1993
- Arroyo M, Higuera H, " Dispositivo Modular Portapiezas para Fresadora C.N.C. y Convencionales, tesis de grado, Stafé de Bogotá, 1994
- Duque S. W., Solano H., " Determinación de la función de perdida de calidad de Taguchi en el mecanizado", Cali, 1994
- Córdoba N. E. & Sanguino T. A., " Rotary Table Industrial Model", 11 International Conference on CAD/CAM, Robotics & Factories of the future, Pereira, 1995
- Centro de Investigaciones para el Desarrollo CID, " Producción de Conocimiento y Dinámica de Crecimiento Endogeno", U.N. Bogotá, 1995
- Córdoba N. E. " la Innovación Tecnológica & la Alianza Interinstitucional", Stafé de Bogotá, 1995
- Arango D., Pulido M. " Diseño de Dispositivo Basculante C.N.C." tesis de grado, 1996
- Rozo D., Quiroga J.C, Forero O., Córdoba N.E. " Testing a Dispositivos Modulares C.N.C." 2a Jornada Nacional de Mediciones y de Gestión de Calidad, Stafé de Bogotá, 1996

Santafé de Bogotá, Ciudad Universitaria, Julio 19 de 1996



# CONCEPTUALIZACION Y AUTONOMÍA EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

Antonio Mejía Umaña - Universidad Nacional de Colombia

**Resumen:** Los impresionantes cambios que se han presentado en los últimos años en todo el mundo, hacen necesaria una formación cada vez más estructurada y autónoma de nuestros futuros ingenieros, de forma tal, que el futuro profesional sea capaz de organizar de un modo cada vez mejor las ingentes cantidades de información que debe manejar. Nuestros estudiantes de Ingeniería son geniales para resolver problemas numéricos y algebraicos planteados en los textos. Sin embargo sus conceptos básicos y el fondo conceptual de los métodos y herramientas matemáticas que utilizan son preocupantemente pobres. En este trabajo se cuestiona, el esquema básico con que estamos formando al futuro ingeniero colombiano, como un modelo que es totalmente inadecuado para afrontar los retos del siglo XXI en Colombia y en el mundo. Este cuestionamiento incluye la duración y estructura de los programas de Ingeniería actuales y su relación con otros programas afines de Educación Superior.

## 1. INTRODUCCION. EL SHOCK DEL PRESENTE

La Ingeniería hace 25 años era algo muy diferente en Colombia y en el mundo, de lo que es ahora. La ingeniería había salido no hacia muchos años de su época aristocrática en la cual muchos de sus mejores cerebros se dedicaban a las matemáticas puras y a la astronomía. Los ingenieros eran expertos en las técnicas herméticas e inalcanzables para el ciudadano corriente como el uso de la regla de cálculo, los ábacos y demás gráficos, las innumerables tablas: de logaritmos, funciones hiperbólicas, de Bessel y una larga lista de etcéteras.

En los últimos 25 años ha habido una serie de transformaciones que cambiaron de manera total el panorama y el ambiente que rodea a la ingeniería colombiana. Desde la crisis energética mundial hasta la internacionalización de la economía y la cultura, y el advenimiento de Internet. La masificación de la educación superior. El paso de las tablas de logaritmos al supercomputador portátil. De la escasez, dificultad y privacia de la información a la conexión inmediata con todos los centros de información mundiales. De la sociedad industrializada a la sociedad informática (Véase la Ref. 3). Nos vemos hoy abocados a un verdadero "Shock del presente" del cual aún no nos recuperamos.

Este cúmulo de cambios contrasta triste y preocupantemente con los cambios que hemos realizado en la forma de enseñar la Ingeniería. No tanto porque usemos o no medios audiovisuales, bases de datos en CD-ROM o accedamos o no a las redes de información. El principal problema está en la forma como llegamos al cerebro y en general al interior de nuestros estudiantes. La Universidad ha ido perdiendo cada vez más importancia como fuente casi única



de información avanzada y especializada. Cada día se vuelve más importante esa otra función que todos sabemos que tiene pero a la que le hemos dedicado muy pocos esfuerzos: la función formativa.

Todos aceptamos de labios hacia afuera la fundamental importancia de la formación ante la información. Sin embargo los métodos pedagógicos siguen siendo los mismos. Nuestra práctica diaria ante los estudiantes poco o nada ha cambiado en los últimos veinticinco años. Seguimos entrenándolos en procedimientos y operaciones que tienen cada día menos vigencia. Nuestro reto, es que debemos acortar un rezago de 25 años y mirar hacia adelante para poder de algún modo prever lo que pasará en los próximos 25 y hacer cambios de fondo que den cuenta de 50 años de cambios vertiginosos. El compromiso es grande.

## **2. EL INGENIERO COLOMBIANO DEL SIGLO XXI**

No es fácil pronosticar cómo será la Ingeniería Colombiana de los próximos años. Lo máximo que se puede hacer, es tratar de descubrir tendencias dominantes y posibilidades de cambios cualitativos importantes y luego aventurar hipótesis más o menos lógicas sobre los ingredientes que debe tener el ingeniero en esas condiciones.

### **2.1 Ambiente del futuro ingeniero**

- Por una parte todo profesional tendrá que manejar una cantidad de información muchísimo mayor que la que ha manejado hasta el momento, tendrá que tener un papel muy activo en la estructuración de esa información.
- Por otra parte, el ingeniero es cada vez menos un ingeniero “de infraestructura y producción” y cada vez más un ingeniero “de servicios tecnológicos”, los cuales implican una relación más estrecha con profesionales de otras disciplinas.
- En el próximo futuro el país tendrá que encontrar la forma de integrarse al mundo tecnológicamente avanzado, encontrando su particular nicho, teniendo en cuenta los inmensos y brillantes recursos humanos con que contamos.

Estos cambios de fondo estarán acompañados además por un ambiente de trabajo muy diferente, con sistemas informáticos, y de cálculo cada vez más amigables pero sofisticados y una red de comunicaciones e información universal. Este nuevo ambiente requerirá del ingeniero la adopción de un nuevo papel en la sociedad y del desarrollo de una serie de capacidades que no son el foco de atención en el momento.

### **2.2 Liderazgo y Estructura del Sistema Educativo**

Se puede resumir el nuevo papel del ingeniero colombiano del siglo XXI diciendo que debe estar preparado para ejercer liderazgo sobre la sociedad tecnológica e informatizada a la que debemos llegar. Uno de los obstáculos más grandes para que las personas con mayor formación asuman liderazgo dentro de nuestra sociedad está en la forma totalmente plana en que formamos nuestros recursos. En todo el mundo industrializado (y ahora informatizado) el esquema de división del trabajo ha llevado a la construcción de una pirámide de recursos humanos que tiene en la base un número importante de técnicos y en el tope están las personas que por sus estudios, sus



capacidades naturales o una mezcla de ambos están mejor capacitados para liderar el trabajo en sus diferentes aspectos. Esta organización se ilustra en la Figura 1. En Colombia- por la manera particular en que está organizada la formación del recurso humano - no se tiende a construir esa pirámide, es más, desde un principio se formó una pirámide inversa, ya que la cantidad de profesionales que se gradúan es excesiva en relación con la cantidad de técnicos preparados de forma adecuada, como se ve en la Fig. 2a.

Este hecho tiene consecuencias funestas para los buenos técnicos que quieren convertirse en ingenieros así esta no sea su vocación y para los ingenieros, ya que una buena parte del cada vez mayor número de ingenieros, debe dedicarse a labores propias de un buen técnico (para las cuales él no está preparado). Estas tendencias se observan en las Figuras 2b y 2c. En la fase moderna, la parte superior de la pirámide se empieza a volver insostenible debido al gran número de ingenieros sin soporte de personal técnico. El proceso llega a su estado de anarquía postmoderno cuando el gobierno quita de tajo los controles para la creación de programas nuevos y se llega al desmoronamiento de los niveles de arriba de la estructura, al empujar los técnicos hacia arriba y al ubicarse algunos ingenieros en los vacíos naturales que hay a nivel técnico.

Por otra parte, la cantidad de ingenieros con estudios de Postgrado es demasiado baja, mucho menor que lo que se necesita. Adicionalmente, es necesario diversificar las posibilidades de estudio y trabajo dentro de la Ingeniería y que al mismo tiempo los empresarios se eduquen en la necesidad de dar más status y pagar mucho mejor al personal técnico. Sólo de esta manera el país se podrá dedicar a la formación de recursos humanos muy selectos y preparados que asuman su papel de líderes.

Para que el ingeniero egresado de nuestras universidades tenga el necesario liderazgo en la sociedad, es necesario que reciba una formación en la que se cultiven una serie de cualidades fundamentales, base de ese liderazgo: a) autonomía en sus acciones, o sea, la seguridad para afrontar problemas sin evadir la responsabilidad de tomar decisiones, a las cuales se debe llegar a través de una gran claridad en los objetivos perseguidos. b) Buen conocimiento de la realidad y compromiso con las actividades que se hayan decidido.

Estas cualidades fundamentales están a su vez apoyadas, como se muestra en la Figura 3, en unas capacidades básicas que deben desarrollarse en la Universidad: capacidad conceptual, capacidad de obtener y estructurar información y capacidad para la comunicación y el trabajo interdisciplinario.

### 3. EDUCACIÓN DE LOS INGENIEROS DEL SIGLO XXI

Es muy importante definir muy bien qué es lo que se quiere que el estudiante obtenga de su proceso de aprendizaje para que la forma en que se estructure el proceso sea acorde. *"El aprendizaje de un término parece diferir del de una actitud, sentimiento, destreza, o de la solución de un problema. El primero quizá se adquiera por asociación, contigüidad y repetición; los dos inmediatos, por imitación y condicionamiento; el próximo por identificación- imitación, y el último por reestructuración cognoscitiva".* (Ref. 1, p. 67).







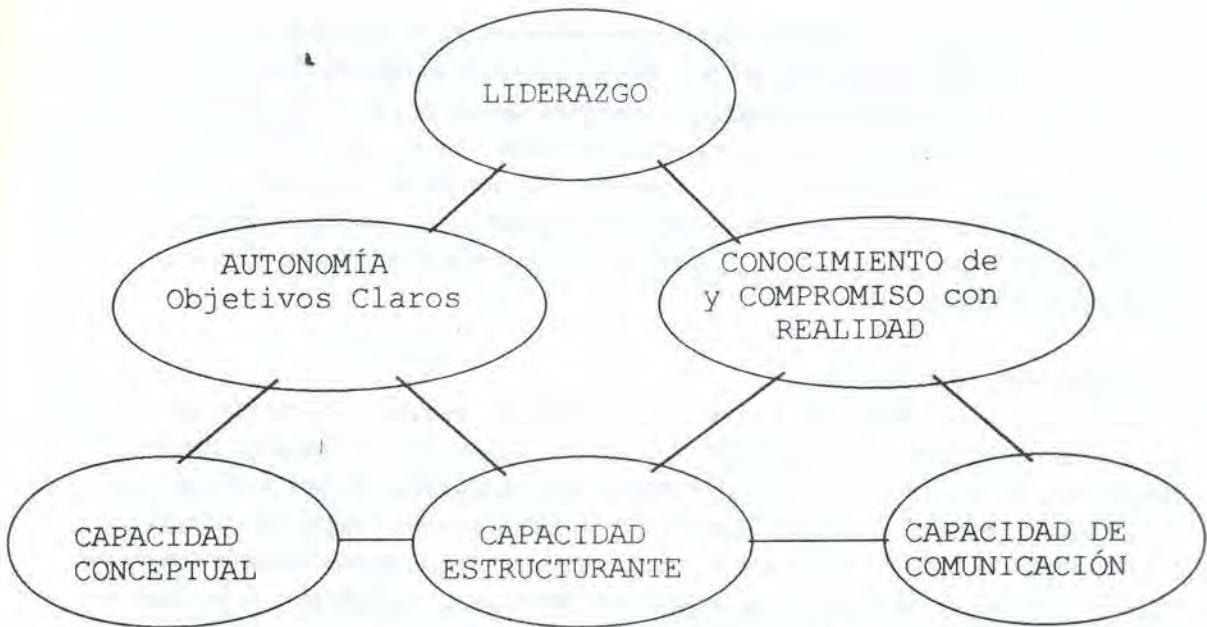


Figura 3. Elementos Básicos en la formación del ingeniero del siglo XXI

### 3.1 Conceptualización.

Es evidente que es altamente deseable que nuestros egresados tengan un cada vez mejor nivel conceptual. Que tengan conceptos básicos muy claros, seguros y profundamente interiorizados. Estas frases se repiten año tras año en las reuniones sobre enseñanza de la Ingeniería, pero se sigue en la realidad practicando una concepción muy diferente. Se piensa en nuestras universidades - y es lo que a diario se practica- que cualquier profesional recién egresado puede enseñar las Matemáticas y la Física, o en el caso particular de cada carrera, las asignaturas básicas de esa Ingeniería: los Circuitos, la Mecánica, las Operaciones Unitarias, etc. Tampoco contribuyen a mejorar el nivel conceptual la manera de evaluar las asignaturas de ingeniería y la escasez de materiales elaborados por los profesores para sus asignaturas.

Se necesita una metodología de enseñanza de estas asignaturas en la cual las fórmulas y las cadenas de cálculos sean menos importantes que los conceptos. Es tan importante la formación en ciencias básicas y en las asignaturas básicas de cada Ingeniería, que los programas de estudio se podrían reducir perfectamente a cuatro años siempre y cuando la formación básica fuera muy sólida. De paso se haría más factible que los mejores egresados hicieran después estudios de Postgrado.

### 3.2 Autonomía

Como complemento fundamental de un buen nivel conceptual es indispensable que nuestros estudiantes ganen mucha autonomía durante su estadia - período formativo- en la Universidad. Se necesita que el egresado tenga mucha confianza en su capacidad de raciocinio, sea capaz de cuestionarse y avanzar conceptualmente y tenga la capacidad de aplicar sus sólidos conceptos básicos para la solución de problemas.



De nuevo, el esquema de educación que tenemos pareciera estar basado en el objetivo contrario. Las asignaturas de la parte "alta" de la Carrera han tenido como objetivo tácito convencer al estudiante de su incapacidad de aplicar sus conceptos básicos él solo. Para completar el mensaje, esas asignaturas se dictan muchas veces de una forma técnica, sin hablar el lenguaje de los conceptos básicos. Se fomenta así la inseguridad del estudiante que nunca podrá vencer su ignorancia, ante el infinito número de posibles aplicaciones de los conceptos básicos. Se necesitan asignaturas en la que se propongan problemas y se enfrente al estudiante en discusión sobre la viabilidad de sus propuestas.

### **3.3 Capacidad estructurante**

Es indispensable que eduquemos al estudiante en la consecución y estructuración de gran cantidad de información que se recibe en el mundo actual. Es fundamental que él tenga un panorama muy amplio de lo que es el mundo actual, la sociedad, el país. Para conseguir estos propósitos es necesario que los programas de ingeniería actuales tengan una gran flexibilidad e incluyan varias asignaturas en las que el estudiante trabaje más o menos libremente en la solución de todo tipo de problemas, de tal forma que tenga que enfrentarse a la consecución y ordenamiento de la información más actualizada.

### **3.4 Capacidad de Comunicación y Formación Interdisciplinaria**

Las metodologías de aprendizaje de muchas asignaturas deben cambiar para dar lugar a una mejor formación de la capacidad del estudiante para leer mejor (en español y en inglés), para escribir y para comunicarse oralmente. Además se debe tener una estrategia para la formación interdisciplinaria que vaya más allá de las tradicionales Electivas no Técnicas. En este caso el esquema de Asignaturas de Apertura propuesto en la Reforma Académica de 1990 en la Universidad Nacional es bastante interesante (Ref. 2).

### **3.5 Formación Ética**

Es fundamental que el estudiante obtenga una cada vez mayor claridad en sus objetivos, que trabaje en saber qué es lo que quiere hacer en la vida, que asuma una responsabilidad y un compromiso cada vez mayores con las actividades en que se comprometa. Estas cualidades se forman no sólo en los salones. Son importantes los esquemas de conferencias, pasantías, semanas culturales y técnicas y todo lo que influye en la formación de la cultura específica de cada universidad en particular, la cual imprime un sello indiscutible en sus egresados.

Las anteriores propuestas plantean un reto para la educación actual en Ingeniería, ya que para poderlas llevar a cabo será necesario realizar cambios importantes en los Programas de las Carreras, en las metodologías y lo que es aún más importante, en la forma en que, en el fondo de nuestras mentes, seguimos concibiendo la educación.

## **4. BIBLIOGRAFÍA**

1. Lafourcade, Pedro D.; **"Planeamiento, Conducción y Evaluación en la Enseñanza Superior"**, Kapelus, 1974.
2. Toffler, Alvin; **"El Cambio del Poder"**, Plaza y Janes, 1990.
3. Mockus, Antanas; **"Lineamientos sobre Programas Curriculares"**, U. Nacional, 1989.



# EL DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD EN INGENIERIA

*Ing. Guillermo García Paipa  
Universidad Nacional de Colombia - Santafé de Bogotá*

## **RESUMEN**

*Mediante una revisión de la historia reciente de la creatividad técnica y de algunas experiencias creativas en la Facultad de Ingeniería, se persigue mostrar en términos generales el desarrollo de habilidades y facultades intelectuales que permitan una formación en creatividad.*

*Para cumplir con lo expuesto anteriormente, se tendrá en cuenta algunos operadores vitales para el desarrollo del área y se analizarán los contenidos de una propuesta académica en creatividad. Se analizará también la estrategia del proceso de innovación tecnológica como una forma de estimular el pensamiento inventivo.*

*De otro lado, el encuentro creativo permite destacar las siguientes premisas :*

- 1. La relación entre teoría y práctica es una premisa fundamental para el desarrollo de la creatividad.*
- 2. El sistema tradicional de enseñanza - aprendizaje en la vida cotidiana y en el aula de clase, crea en el estudiante barreras para el trabajo creativo.*
- 3. El estudio de casos de Ingeniería es de gran riqueza creativa.*

## **1. LA HISTORIA RECIENTE DE LA CREATIVIDAD**

En la década de los años 30's en los Estados Unidos se hace un llamado dramático a los técnicos creativos, para que con su concurso se tracen directrices y se implementen políticas que les permitan salir de la depresión económica del momento.

El sector industrial en cabeza de compañías como General Electric, General Motors, I.B.M. y Dow Chemical, junto con universidades tales como M.I.T. y Carnegie Institute of Technology fueron las primeras en responder a dicho llamado.



El proceso creativo, el desarrollo de la habilidad creativa en el sistema de educación, un programa de creatividad en Ingeniería, los climas que favorecen las producciones creativas en el entorno industrial, fueron algunos de los temas explorados por dichas instituciones.

Con éste nuevo enfoque se produjeron importantes cambios estructurales. Surgieron paulatinamente nuevas industrias, se cambiaron algunos hábitos de consumo y aumentaron los salarios reales. Sin embargo, fue necesaria la Segunda Guerra Mundial, para que los Estados Unidos pudieran salir de la depresión.

En la reunión anual de la Sociedad para la Promoción de la Educación en Ingeniería, celebrada el 28 de junio de 1942, en la Universidad de Columbia, el Reverendo Raymond C. Knox hace un llamado a la Ingeniería para crear nuevas instituciones y nuevas formas de organización que permitan paz, seguridad, igualdad de oportunidades, libertad y desarrollo para todo el mundo.

El fenómeno de la guerra mueve una vez más a la clase intelectual para que aplique toda su creatividad en favor de una victoria definitiva. Para cumplir con éste propósito, técnicos del ejército, la marina, la aviación, la industria, los institutos de investigación y las universidades, trabajan en equipos a diferentes niveles.

Posteriormente, a partir de los años 50's distintas instituciones comienzan a explorar el campo de la creatividad en forma sistemática.

El Centro de Investigación sobre las Aptitudes, de la Universidad de California del Sur, dirigió sus actividades a comprender la inteligencia humana, teniendo en cuenta los procesos mentales de los individuos en curso de producción creadora.

El Instituto de Investigación y de Medida de la Personalidad de la Universidad de California en Berkeley, se propuso determinar los rasgos o cualidades que caracterizan a los productores creativos reconocidos en diferentes campos.

El Instituto Pedagógico de la Universidad de Minnesota dirigió un programa de investigación sobre las cualidades creativas en los niños y sobre los resultados obtenidos por los profesores que trataban de enseñar el pensamiento creativo.

La Universidad de Chicago, realizó estudios sobre la relación entre la aptitud para la creatividad y la inteligencia.

La Universidad de Utah, realizó una serie de conferencias sobre el talento científico creativo, así como, un inventario biográfico, para evaluar las aptitudes creadoras en el terreno científico.

El primer esfuerzo organizado, destinado a enseñar a pensar creativamente, fue realizado por el Instituto para el uso de la creatividad en la solución de problemas de la Universidad de Buffalo.



A una mayor escala, en los Estados Unidos, se promulgó una ley para subvencionar algunos centros destinados a desarrollar el comportamiento creativo y a integrar a cursos tradicionales, todo lo que fuese susceptible de estimular el pensamiento creativo.

En el terreno de las publicaciones, en la década de los años 30's se tenían aproximadamente seis artículos de creatividad por año y aproximadamente cien artículos por año en la década de los setenta.

A comienzos de los años cincuenta aparece el libro *Imaginación Aplicada* de Alex F. Osborn. También se debe a Osborn, la creación de la Fundación para la Educación Creadora y la Fundación para el uso de la creatividad en la solución de problemas. La Fundación dio origen a la publicación de la "*Journal of Creative Behavior*", revista dedicada exclusivamente a la creatividad.

En nuestro medio, un interés sobre esta área es manifiesto por el ICFES en la década de los 70's, cuando enuncia "... es de mayor urgencia preparar ingenieros para el desarrollo del país, que requiere profesionales con la capacidad creativa necesaria para impulsar nuestra industria, hacia la competencia en los mercados nacionales e internacionales.. "

A nivel del Ministerio de Educación Nacional, se tiene interés en que ésta área se desarrolle y es a través del Decreto 2647/84, como se motiva a los docentes para que desde su acción en el aula se hagan innovaciones creativas en busca de un mejoramiento cualitativo de la educación.

Un intento de abordar el estudio del área a nivel superior, en forma más sistemática, lo constituyó una propuesta de investigación para desarrollar el potencial creativo del ingeniero mecánico de la Universidad Nacional de Colombia y un Seminario sobre la creatividad dirigido por ASCUN.

A comienzos de ésta década, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Bogotá, ofreció el curso "Creatividad en Ingeniería", y llevó a cabo un seminario sobre creatividad para profesores de la Facultad.

Por último, en la actualidad se está realizando un estudio de factibilidad para creación de un Magister en Creatividad.

## **2. CREATIVIDAD EN INGENIERIA**

### **2.1. Objetivo General**

- Desarrollar la capacidad del estudiante de Ingeniería para pensar en forma creativa.



## **2.2. Objetivos Específicos**

- 2.2.1. Iniciar al estudiante en el trabajo creativo, mediante la realización de proyectos relacionados con la profesión.
- 2.2.2. Estudiar casos de Ingeniería, teniendo en cuenta la fase creativa.
- 2.2.3. Analizar las características de la persona creativa.
- 2.2.4. Analizar el proceso creativo.
- 2.2.5. Analizar el producto creativo.

## **2.3. Contenido**

### 2.3.1. Conducta de entrada

- Rasgos que dejan ver la inclinación por trabajos creativos.
- Conocimientos acerca del trabajo creativo.
- Expectativas en relación con el curso.

### 2.3.2. Presentación general del curso

- Introducción
- Asignación y explicación de trabajos de curso

### 2.3.3. Técnicas de visualización

### 2.3.4. Técnicas de boceto

### 2.3.5. Principio científico básico

### 2.3.6. Estudio de casos de Ingeniería

### 2.3.7. El proceso creativo

- Procesos mentales
  - \* Procesos no creativos
  - \* Procesos creativos
- Técnicas para la generación de ideas

### 2.3.8. La persona creativa



- Características de la persona creativa
  - \* Rasgos personales
  - \* Habilidades intelectuales
  - \* Mecánica de la creatividad
  
- Bloqueos de la creatividad
  - \* Bloqueos perceptuales
  - \* Bloqueos culturales
  - \* Bloqueos emocionales
  - \* Bloqueos organizacionales

### 2.3.9. El producto Creativo

- Análisis de un modelo tecnológico
- La función creativa dentro del modelo tecnológico.

## 3. METODOLOGÍA

El curso se desarrolla con base en clases magistrales, seminarios, talleres, dinámicas de grupo y exposiciones por parte de los estudiantes.

## 4. PROCESO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

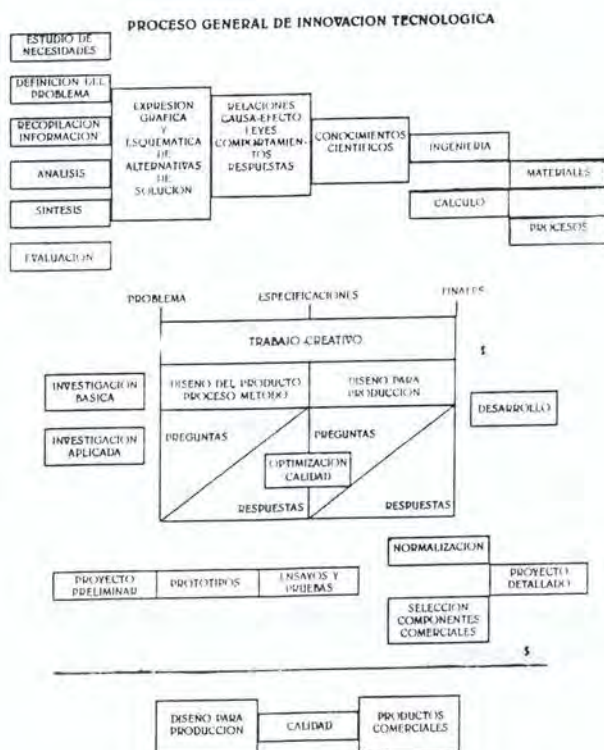
La innovación tecnológica es un proceso que puede presentar diferentes niveles de complejidad, dependiendo de los resultados que se desean obtener, la tecnología que se va a utilizar, los recursos disponibles y el área en donde se va a realizar la innovación o creación.

Debido a la gran diversidad de proyectos y de problemas que se presentan en el desarrollo de cada proyecto, los métodos utilizados en la solución de los diferentes problemas pueden ser más o menos complejos, variando desde simples razonamientos hasta la creación de nuevos métodos y/o la utilización de grados altos de sofisticación metodológica. En la solución de problemas de un proyecto, al ingeniero se le exige con frecuencia ser creativo y prudente en relación con los hábitos involucrados en la percepción y los métodos de pensamiento.

La fuerza de lo creativo surge como consecuencia de las experiencias concretas y de la habilidad para proyectar el pensamiento, mediante los procesos mentales creativos. El desarrollo del trabajo creativo en Ingeniería, exige del técnico un alto grado de interés para resolver los problemas que inevitablemente se le presentan.



El ingeniero debe ser creativo, a través de todo el proceso de innovación. Sin embargo, en algunos momentos del proceso, las exigencias se centran con mayor fuerza en el trabajo creativo, por ejemplo, al hacer síntesis para desarrollar las alternativas de solución.



## BIBLIOGRAFIA

1. HANKS & BELLISTON. A Rapid Viz - A new method for the rapid visualization of ideas. Los Altos, California. 1980. Pág. 2-11, 122-127.
2. BORYSENKO, Joan. Cómo Alcanzar el Bienestar Físico y Emocional Mediante el Poder de la Mente. Santafé de Bogotá D.C. 1992. Pág. 56 - 64, 142 - 147.
3. GARCIA P., Guillermo. La Creatividad en Ingeniería : Una filosofía de trabajo. Santafé de Bogotá D.C., 1996. Pág. 47-58, 73 - 84.
4. GARCIA P., Guillermo; ALDANA, Graciela; RUSCA, Noralba y otros. Desarrollo de la Creatividad en la Formación del Ingeniero Mecánico. Propuesta de Investigación. Santafé de Bogotá, 1984.



# HACIA UN MODELO PEDAGOGICO EN INGENIERIA

Hector Polanía Rivera  
Maria del Carmen Peña  
Universidad del Quindío

## Resumen

Hasta un pasado reciente, los ingenieros habían considerado la pedagogía como un saber propio de aquellos maestros que por destino, les ha correspondido laborar en la orientación de los primeros niveles del sistema educativo.

Hoy cuando se pregona la desmaterialización de la producción, la urgencia de acceder a aprendizajes significativos, para enfrentar el novedoso mundo actual y del mañana, y la capacidad de resolver los conflictos de convivencia del entorno, comenzamos a sentir la necesidad de crear procedimientos innovativos para intervenir y mejorar los procesos que suceden en nuestro medio profesional y cotidiano.

La pedagogía es entendida como ese saber que le permite al individuo transformar y mejorar los procesos de formación social e individual para lograr una estructura cognitiva de valor.

Para mejorar o renovar la cultura ciudadana en todos sus aspectos (cívica, de seguridad, ética, ambiental) el gobernante sagaz acude a las metodologías pedagógicas para orientar la conducta de las personas y perfeccionar su desarrollo humano.

El Ingeniero docente debe apropiarse del saber pedagógico, para generar un conocimiento elaborado con aportes de otras disciplinas, que se legitima en la relación personal con estudiantes y colegas.

El presente ensayo busca establecer claras diferencias entre la escuela tradicional caracterizada por el predominio de contenidos del pasado y su pedagogía tradicional, ella propone lograr el aprendizaje mediante la transmisión de información. Su antagónica la escuela nueva se apoya en el constructivismo como pedagogía activa en esta lo primordial es el contacto directo con la realidad partiendo de la manipulación y observación de los fenómenos y los objetos.

Al profundizar, sobre las características de la escuela tradicional y la nueva, se pretende unificar criterios sobre la estructura conceptual del método repetitivo y el constructivismo pedagógico. Caracterizado el primero por ser un método conductista basado en la disertación y en la retórica de la palabra que conduce a los educandos pasivos y oyentes, a la memorización mecánica de los contenidos narrados. El segundo el constructivismo que plantea que el verdadero aprendizaje está fundamentado en el "principio de la actividad" y cualquier material nuevo que responde a sus



intereses y necesidades sólo se incorpora al sujeto si este activa las estructuras previas adecuadas para procesarlo y asimilarlo, es así en la construcción orientada del conocimiento como cada estudiante logra modificar su estructura mental para alcanzar mayores niveles de integración, diversidad y complejidad.

Las dos escuelas se desarrollan en currículos elaborados en base a modelos por objetivos que otorgan más importancia a la información y la capacidad operativa. Lo que implica de por sí una contradicción.

El interés al profundizar sobre el tema del paradigma de la escuela tradicional y la nueva es lograr que el docente descubra por sus propios medios, la inconveniencia de aplicar el método conductista cuando se trata de formar Ingenieros creativos capaces de dominar el proceso de diseño de soluciones en Ingeniería. Igualmente comprenderá lo incongruente que resulta aplicar el constructivismo a un modelo curricular por objetivos.

De la misma manera es necesario identificar las formas de enseñanza actual, el método y los recursos didácticos como facilitadores de ese aprendizaje. Lo anterior con el propósito de confrontar a que paradigma se ajusta el trabajo pedagógico actual de los profesores de la Facultad de Ingeniería y la pertinencia del tipo de aprendizaje aplicado, con la concepción educativa vigente y representada en el currículo.

### **LA EXPERIENCIA INTERNA DEL DOCENTE UN OBSTACULO PARA IMPLANTAR PROCESOS PEDAGOGICOS-INNOVADORES.**

De otra parte y en base a la experiencia obtenida en los seminarios de profesores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Quindío, se expone, cómo la experiencia interna del docente constituye una barrera para la implantación de procesos pedagógicos nuevos.

Se insiste en la necesidad de programar cursos de capacitación pedagógica permanente con el fin de contribuir a mejorar y cambiar los procesos vitales, del docente que rompa de manera definitiva la dicotomía del comportamiento en el cual da la sensación externa de aceptar las nuevas técnicas pedagógicas y didácticas, pero en el aula tiene el mismo comportamiento tradicionalista.

En la escuela tradicional, el maestro era la única fuente del conocimiento y para exponer dócilmente sus contenidos dominaba los grupos de estudiantes pasivos con su autoritarismo, la actitud despectiva y el proceder arbitrario y egoísta. Una enseñanza apoyada en la opresión genera angustia, siendo el aprendizaje así una situación deprimente y casi imposible de realizar.

Hoy la enseñanza se entiende como un intercambio de experiencias, como una actividad investigativa, y una Interacción afectiva. Así los dos: maestro y alumno construyen el conocimiento sobre la base del diálogo, en el trabajo en grupo en la acción reflexión.

La actividad Investigativa hace que el aprendizaje sea un proceso creativo y de transformación de la realidad. El docente investigador adquiere ciertas características personales que posibilitan su participación en la construcción o reconstrucción del conocimiento, respeta las diferencias



individuales, trasciende las evaluaciones formales, concibe la disciplina como producto de la autoestructuración de la persona, respeta los saberes de los demás, y entiende que cualquier sitio o acción fuera del aula es una realidad para el aprendizaje.

En la enseñanza como una interacción afectiva el docente adquiere ciertas condiciones de desarrollo personal como producto de la integración de su dimensión afectiva, dimensión social, e intelectual, las cuales como una dimensión espiritual se reflejan en los estudiantes logrando formar el hombre integral que la sociedad requiere.

## **CAMBIOS EN LA EVALUACION**

Otro elemento fundamental del modelo pedagógico y correlacionado con las formas del aprendizaje es la evaluación cuya finalidad es determinar como van los procesos de aprendizaje, en qué forma vamos logrando los propósitos y cuáles medidas debemos tomar en cada momento para lograr los niveles de formación deseados. La evaluación no puede ser incongruente con la concepción conductista o constructivista que se haya seleccionado en el modelo curricular.

La escuela tradicional ha utilizado los exámenes para valorar (medir) contenidos con el propósito de promover, una vez comprobado el manejo de los contenidos. En la concepción activa la evaluación de los alumnos, se refiere a la evaluación de los procesos, es decir, a la evaluación de los procesos de construcción de conocimientos, de desarrollo de la personalidad, de desarrollo del lenguaje.

## **LA PEDAGOGIA EN INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD DEL QUINDIO DESDE LA OPTICA DE LOS ESTUDIANTES.**

También se incorpora a este trabajo la evaluación realizada a motu propio por cuatrocientos estudiantes del programa de Ingeniería Civil, sobre el desempeño pedagógico de cuarenta y cuatro docentes de la Institución de primero a décimo semestre. El documento ha sido elaborado mediante un cuestionario de preguntas abiertas y sin un patrón uniforme de cualificación. Sin embargo del documento es posible extraer las características del docente desde el punto de vista de las condiciones personales, profesionales y docentes, nuestro aporte en este caso consiste en interpretar las opiniones de los estudiantes en la condición docente con el fin de establecer el éxito o el fracaso de la pedagogía, la didáctica y la evaluación utilizada por cada uno. El resultado servirá para adoptar un patrón representativo que sirva de apoyo para un modelo pedagógico nuevo.

## **PROPUESTA DE CURRICULO POR PROCESOS PARA LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

A manera de conclusión se propone como resultado de la síntesis de los elementos anteriores un diseño curricular y su correspondiente modelo pedagógico para la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Quindío.



Como alternativa para la formación del Ingeniero del Siglo XXI, se propone un modelo fundamentado en procesos, diseñado en base a logros que ofrece un mayor grado de desarrollo personal y profesional se eliminan los contenidos tradicionales y se impulsa la construcción del conocimiento sobre núcleos temáticos y problemáticos entendidos no como contenido sino como una concurrencia de saberes para realizar diseños de problemas actuales o de aspectos sobre las tendencias que para el próximo milenio marca el desarrollo mundial.

El Ingeniero en su ejercicio profesional ejecuta diseños y modelos para resolver problemas cotidianos, otros menos frecuentes y finalmente problemas de gran complejidad sin causas conocidas; en cada caso debe utilizar la creatividad, la conceptualización, el método Heurístico, o en último caso acudir a una investigación apoyada en el método científico.

La situación anterior exige un modelo pedagógico Integrado, que articule la extensión, la investigación, programa cultural, evaluación y métodos de aprendizaje significativo para lograr la Integridad en la formación Integral del Ingeniero del próximo milenio.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. LAURENCE, Stenhouse. Investigación y desarrollo del currículo. Ediciones Morata Maadrid, 1984. Cap. V, pag. 89-142.
2. LOPEZ JIMENEZ, Nelson Ernesto. La Reestructuración Curricular de la Educación Superior. Editorial presencia Santafe de Bogotá. Marzo 1995. 113 Pags.
3. FLOREZ, Rafael. Hacia una pedagogía del conocimiento. Edit. Mc Graw Hill. 1995.
4. LAFRANCESCO, Giovanni M. Conferencia Armenia. Mayo 1996.



# FORMACIÓN EN INGENIERÍA

Pablo Grech Mayor

Pontificia Universidad Javeriana, Cali

*e-mail: pgrech@internet.ujavcali.edu.co*

## RESUMEN

Los retos que debe afrontar la ingeniería del siglo XXI exigen una formación basada no tanto en contenidos como en habilidades y actitudes. Esta formación debe iniciarse desde el Primer Semestre de la carrera, perfeccionarse durante los siguientes y proseguir en forma continua a lo largo de toda la vida profesional. El curso Fundamentos de Ingeniería que se dicta en nuestra Facultad a todos los aspirantes a ingeniero va en esta dirección; tomando como eje del curso el Proceso de Diseño en Ingeniería se desarrollan una serie de actividades que van encaminadas más a formar que a informar. Durante la realización de un Proyecto, a través de las diferentes fases del Proceso de Diseño el estudiante aprende ciertos contenidos, adquiere habilidades, desarrolla capacidades ( creatividad, análisis, etc. ) y aprender a adoptar las actitudes más convenientes en cada fase del proceso. El curso ha sido exitoso, aunque la mayor dificultad ha sido encontrar profesores que estén dispuestos a dictarlo con este enfoque.

## 1. JUSTIFICACIÓN

La explosión del conocimiento científico y tecnológico que ha venido ocurriendo en la última parte de este siglo, y que se prevé sea una constante en las primeras décadas del siglo XXI, obligan a replantear la estrategia de seguir aumentando los contenidos de las carreras de ingeniería para estar a la par con el avance tecnológico: cada vez será mayor la distancia entre el umbral del conocimiento y lo que sale sabiendo un estudiante. Es indispensable limitar el conocimiento adquirido a lo fundamental e incluir en los planes de estudio componentes que trasciendan la temporalidad de los contenidos, que permitan al estudiante permanecer actualizado en su campo de trabajo y, al mismo tiempo, desarrollar sus funciones en forma efectiva. La respuesta se encuentra en el desarrollo de las capacidades y habilidades más necesarias en la ingeniería; las capacidades son invariantes, permanecen cuando el conocimiento se renueva y permiten que el ingeniero siga siendo una persona útil no importa cuál sea la tecnología que predomine en un determinado momento.



Adicionalmente, la globalización de los mercados, la complejidad de los problemas que debe resolver la ingeniería y las implicaciones éticas y ambientales que se desprenden de las soluciones escogidas hace indispensable pensar en la dimensión social del ingeniero, en los valores propios de la ingeniería proyectados a través de las actitudes del ingeniero. Una formación integral en ingeniería implica un desarrollo armónico en las tres dimensiones del ingeniero: sus conocimientos, sus capacidades y sus actitudes.

## 2. EL PROCESO DE DISEÑO EN INGENIERÍA

¿ Cuáles son esos conocimientos, capacidades, habilidades, valores y actitudes propios de la ingeniería ? ¿ Será posible que un aspirante a ingeniero los aprenda en un curso ? Ni se cree posible que esto pueda llevarse a cabo, ni es la pretensión del curso. Pero sí se cree importante que los estudiantes que inician su carrera de ingeniería, no importa su especialidad, se familiaricen desde su primer semestre con algunos de los conocimientos básicos, desarrollen las habilidades más importantes y empiecen a adoptar las actitudes propias de un profesional de la ingeniería. El gran interrogante es cómo lograrlo.

El alma de la ingeniería es el diseño; la razón de su existencia. Para diseñar la solución a un problema de ingeniería se acostumbra seguir los pasos que se enumeran a continuación:

1. Definición del Problema
2. Establecimiento de Criterios de Selección y Restricciones
3. Búsqueda de información pertinente
4. Generación de Soluciones Posibles
5. Análisis de las Soluciones planteadas
6. Selección de la Mejor Solución
7. Especificaciones de la Solución
8. Comunicación

Cada uno de estos pasos requiere ciertos conocimientos, unos específicos del problema que se está resolviendo; otros, generales para una cierta clase de problemas. También exigen distintas capacidades y actitudes que facilitan alcanzar los objetivos de cada paso. Haciendo un análisis de cada uno de los pasos del proceso de diseño se llega a una lista de conocimientos, capacidades, habilidades y actitudes requeridas para abordar con éxito la función de diseño en ingeniería.

No se pretende que un estudiante de primer semestre salga experto en el método de diseño en ingeniería. Per sí que pueda usarlo en problemas de alguna complejidad, aplicando en cada uno de los pasos sugeridos los conocimientos necesarios, las habilidades del caso y adoptando las actitudes más convenientes.



### 3. CONOCIMIENTOS, CAPACIDADES, HABILIDADES Y ACTITUDES

Para identificar los conocimientos, habilidades y actitudes relacionadas con cada uno de los pasos se hace una lista de las actividades que deben llevarse a cabo en cada uno de ellos, analizando qué conocimientos, habilidades y actitudes están asociadas con esa actividad. Al repetirlo con todos los pasos del proceso se obtendrá ( después de un proceso de agrupación ) la lista buscada. Como vía de ejemplo se muestra este análisis en dos de los pasos del proceso de diseño: la Definición del Problema y la Generación de Soluciones Posibles.

**TABLA I : DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

ACTIVIDAD DEL PASO	CONOCIMIENTO	CAPACIDADES, HABILIDADES	ACTITUDES
<b>Comprensión del Problema:</b> Efectuar Entrevistas, Leer Informes, etc.	Manejo de Grupos	Liderazgo, Generar Confianza	Crítica, Imparcialidad, Respeto
<b>Recopilación de Datos:</b> Realizar Encuestas, Efectuar Mediciones, etc.	Técnicas de Encuestas, Estadística, Cálculo Numérico	Creatividad, Analítica, Espíritu de Observación	Crítica
<b>Análisis del Problema:</b> Comprobar Hipótesis, Establecer relaciones Causa-Efecto	Método de Investigación Método Científico	Analítica	Investigativa
<b>Formulación del Problema:</b> Sintetizar de la mejor manera todo lo hallado.	Técnicas de Comunicación	Síntesis de Información	Imparcialidad

Los resultados de la TABLA I no deben considerarse exhaustivos; están teñidos de cierta subjetividad pero pueden aceptarse como una aproximación razonable a lo buscado. Personas diferentes alterarán lo anterior agregando, eliminando o modificando lo expuesto. En la TABLA II se hace un análisis similar del Paso 4, Generación de Soluciones Posibles.

**TABLA II: GENERACIÓN DE SOLUCIONES POSIBLES**

ACTIVIDADES DEL PASO	CONOCIMIENTO	CAPACIDADES, HABILIDADES	ACTITUDES
<b>Formación del Grupo:</b> Individuos con características complementarias	Test de Personalidad	Liderazgo, Generar Confianza	Imparcial
<b>Establecimiento de Reglas:</b> Todo el mundo es igual; no hay rangos. No se permiten críticas.	Conocimiento de las Reglas	Liderazgo	Imparcial
<b>Sesión de Ideas:</b> 30 minutos generando el mayor número de ideas, de todo tipo.	Técnicas de Generación de Ideas	Pensamiento Divergente, Creatividad, Liderazgo	Positiva

Finalmente, en la TABLA III se muestra un resumen de los Conocimientos, Capacidades, Habilidades y Actitudes más importantes que se requieren en el Proceso de Diseño. No existe ninguna relación entre los componentes de una misma fila de la tabla.



**TABLA III : CONOCIMIENTOS, CAPACIDADES, HABILIDADES Y ACTITUDES**

CONOCIMIENTOS	CAPACIDADES, HABILIDADES	ACTITUDES
Perspectiva de la Ingeniería	Creatividad	Apertura Mental
Pasos del Proceso de Diseño en Ingeniería	Capacidad Analítica	Reconocer limitaciones personales
Método Científico	Trabajo en Equipo	Crítica
Introducción a la Probabilidad y Estadística	Liderazgo	Respeto a los puntos de vista de los demás
Operaciones con Números Aproximados	Comunicación Oral y Escrita	Imparcialidad
Adelantar una Tormenta de Ideas	Búsqueda de Información	Positiva
Técnicas de Entrevistas y Encuestas	Uso de Herramientas Informáticas	Investigativa
Planificación de Actividades	Pensamiento Convergente y Divergente	Práctica
Aspectos Económicos	Capacidad de Síntesis	Iniciativa
Técnicas Visuales para presentar Información	Espíritu de Observación	Respeto por los desarrollos ajenos

#### 4. SOBRE LOS CONOCIMIENTOS

Para resolver un problema de ingeniería es necesario tener conocimientos sobre el tema específico del problema: un problema de tráfico telefónico exige profundos conocimientos sobre teoría de la información, estadística, comunicación de datos, etc. Pero exige, a su vez, una serie de conocimientos generales aplicables a todos los problemas de la ingeniería. Por ejemplo: manejo de cifras significativas, cálculo con números aproximados, principios de estadística, cómo escribir un informe, etc. Son conocimientos que el estudiante aplicará en todos los problemas de ingeniería que entre a resolver. Se aprenden de la manera tradicional: clases, lecturas dirigidas, trabajos, investigaciones, etc. El nivel de dificultad es relativamente bajo por lo que su aprendizaje no presenta mayores dificultades. Existen materiales adecuados para trabajar este aspecto. Se insiste más en la parte conceptual que en los detalles.

#### 5. SOBRE EL DESARROLLO DE CAPACIDADES Y HABILIDADES

Las capacidades no se aprenden; se pueden desarrollar, se pueden incrementar. Es una especie de energía potencial que tiene toda persona, en distinto grado, para llevar adelante ciertas actividades. Hay personas muy creativas, hay líderes naturales, personas que en dos palabras pueden sintetizar una idea compleja, etc. ¿Cómo se desarrollan estas capacidades? A un célebre escritor le preguntaron en una ocasión que cómo había hecho para escribir tan bien, a lo que contestó: Escribiendo. Las capacidades se desarrollan practicándolas. El problema estriba en desarrollar metodologías efectivas para su desarrollo. Algunas capacidades, como la creatividad, han acaparado la atención de muchos investigadores debido a su aplicación en los negocios; existen variadas *técnicas para su desarrollo. Lo mismo se puede decir de otras, como el liderazgo, capacidad analítica, etc.* Dada la importancia que tienen las capacidades en la vida profesional de un ingeniero no hay que escatimar esfuerzos para lograr que los estudiantes desarrollen al máximo po-



sible las capacidades más necesarias en el mundo de la ingeniería. Talleres dirigidos con casos cuidadosamente preparados son instrumentos muy útiles para alcanzar los objetivos perseguidos.

Por otro lado, las habilidades se pueden adquirir, desarrollar, incrementar; se puede pensar que una habilidad es la integración de una capacidad, quizás otra habilidad, conocimiento y experiencia. La habilidad para resolver problemas requiere creatividad ( una capacidad ), definir correctamente el problema ( una habilidad ), conocimiento sobre el tema y haber realizado lo mismo anteriormente ( experiencia ). Se puede pensar que una habilidad es poner a funcionar esa energía potencial interior, la capacidad. Las habilidades se pueden desarrollar a través de talleres dirigidos, en forma similar a la planteada para las capacidades.

## 6. SOBRE LA GENERACIÓN DE ACTITUDES

Las actitudes son importantísimas; por sí solas no garantizan el éxito de un proyecto pero pueden condenarlo al fracaso. La actitud es la posición o disposición de una persona ante una situación; es la materialización de un valor. La Honestidad ( un valor ) de un ingeniero se puede manifestar adoptando diferentes Actitudes ante una situación: no aceptando sobornos ( integridad ), entregando una solución que está acorde con el adelanto tecnológico ( competencia ), etc. La Tolerancia ( un valor ) se refleja en una Actitud comprensiva del punto de vista ajeno, de la aceptación de que uno puede estar equivocado, etc. Las Actitudes no se aprenden como el conocimiento; las Actitudes se deben practicar hasta que se vuelvan hábitos. Sin embargo es muy importante que el estudiante conozca las diferentes Actitudes que, típicamente, debe adoptar un ingeniero en su vida profesional, cuándo debe adoptarlas y de qué manera.

## 7. ORGANIZACIÓN DEL CURSO

El curso se desarrolla a lo largo de 16 semanas, con dos reuniones de dos horas cada una. En la TABLA IV se resume el trabajo que se lleva a cabo durante el curso. El eje del mismo lo constituye el Proyecto, realizado en grupos de cuatro estudiantes ( habilidad de trabajar en grupo ). A partir de la sexta semana cada grupo debe entregar semanalmente un informe de lo realizado en la semana anterior que corresponde, generalmente, al desarrollo del paso correspondiente del proceso de diseño. Como todos los estudiantes han recibido un curso introductorio a la informática antes de ingresar a la Facultad, se exige que todos los informes se realicen usando el computador ( habilidad para usar los medios informáticos ). Opcionalmente, los grupos que lo deseen pueden colocar su informe en una página Web y comunicarse con el profesor usando correo electrónico. Al final del semestre deben entregar un informe de acuerdo a un formato establecido; existe una sustentación oral en la que el grupo presenta sus resultados vía Powerpoint al resto del salón. Con el objeto de resaltar los valores de la Honestidad y la Responsabilidad se va a ensayar que los estudiantes califiquen la sustentación de sus compañeros, bajo ciertas reglas: si la nota que da un grupo está distante de la que otorga el profesor deberán sustentar su diferencia. En caso de no convencer sufren una sanción que, típicamente, corresponderá a una rebaja en su propia nota. Así el estudiante separa amistades de responsabilidades entendiendo que en la vida profesional *una cosa es una cosa y otra cosa es otra cosa*.



**TABLA IV: RESUMEN SEMANAL DEL TRABAJO EN EL CURSO**

SEMANA	ACTIVIDAD
1	Visión general del curso. Perspectiva histórica de la Ingeniería. Perfil del ingeniero. Funciones. Se entrega material de estudio.
2	Análisis detallado del Proceso de Diseño. Se forman los grupos y cada uno escoge el Proyecto. Se entrega material de estudio.
3	Taller sobre Creatividad. Los grupos entregan el problema definido. Se entrega material de estudio.
4	Taller para aumenta la capacidad de análisis. Se devuelven los problemas definidos con comentarios.
5	Introducción al Método científico, a la Probabilidad, Estadística y al cálculo numérico. Nociones sobre manejo del Tiempo e importancia de la parte económica en las soluciones en ingeniería. Se entregan materiales de estudio.
6	Cada grupo plantea ante sus compañeros el Proyecto escogido, entregando la definición completa y revisada.
7	Primera Evaluación. Visita a una Empresa. Se pide un informe personal sobre la visita.
8	Se introduce el concepto de restricciones y limitaciones en ingeniería. Cada grupo presenta las propias y las implicaciones éticas.
9	Se discuten alternativas de búsqueda de información, con énfasis en INTERNET. Cada grupo debe entregar 5 documentos pertinentes
10	Se explica lo que es la tormenta de ideas y pensamiento divergente. Se insiste en practicar la crítica diferida a fin de impedir el agotamiento de las ideas. Cada grupo lleva a cabo su propia sesión aplicando lo visto con el fin de generar, por lo menos, diez soluciones
11	Se explica lo que es el pensamiento convergente y cada grupo lo aplica a sus soluciones para descartar las que no son viables.
12	Se explica lo que es la matriz de selección y cada grupo la aplica a su problema para obtener la solución óptima.
13	Segunda Evaluación. Refuerzos en las partes débiles.
14	Se trabaja el tema de las Especificaciones. En esta semana deben entregar el Proyecto terminado.
15	Sustentación oral de cada Proyecto.
16	Sustentación oral de cada Proyecto.

## 8. COMENTARIOS FINALES

Es una manera diferente de dictar este curso tradicional del primer semestre, aunque va acorde con las tendencias actuales de la ingeniería que insisten en introducir el diseño desde el principio. Este curso tiene dos finalidades: 1) que el estudiante conozca y aplique el proceso de diseño en la resolución de los problemas que va a encontrar más adelante; 2) iniciar su formación en la práctica de la ingeniería, con énfasis en la potenciación de sus capacidades, desarrollo de habilidades y adopción de actitudes.

El Proyecto es un medio muy agradable para lograr los fines perseguidos; el estudiante tiende a perder mucho tiempo definiendo su proyecto; hay que ayudarlo presentando diferentes opciones, previamente estudiadas para que la aplicación del proceso sea instructiva. Existen Bancos de Proyectos de los que se pueden escoger los más aplicables.

Hay dificultades en conseguir Profesores para este curso; se buscan ingenieros con cierta experiencia y, preferiblemente, de la especialidad del grupo que van a dirigir. Como en el curso se trabajan aspectos que no son tradicionales en la práctica de la ingeniería se ponen muchos reparos a aceptar ser profesor del curso, lo que incide posteriormente en la calidad de los resultados. Como remedio a esta situación se plantea dictar un Taller a todos los profesores para atacar los puntos críticos y normalizar el desempeño de todos.



# PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD: MITOS Y LEYENDAS DEL PASADO, SOLEDAD Y ANGUSTIA DEL PRESENTE

EDUARDO TRIANA MOYANO, DECANO FACULTAD INGENIERÍA DE SISTEMAS UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

## RESUMEN

Al interior de la organización inteligente en el escenario del nuevo orden económico mundial, el empoderamiento se ha convertido en el himno de la década, dibujando en el amplio universo de acción de la Ingeniería el nuevo paradigma que fusiona la productividad y la calidad como factores esenciales para determinar la verdadera estructura de las diversas esferas de la sociedad y el pensamiento.

Si en el lejano ayer, los entendidos evidenciaron una actitud teórica o contemplativa buscando lo oculto que debía ser descubierto y revelado - paso del mithos al logos -, hoy a escasos años de comenzar la XXI centuria la ingeniería Colombiana debe dimensionar y fomentar la cultura de la productividad y calidad, para invitar a sus profesionales a hacer cosas mejores y hacer mejor las cosas; pues bien se sabe que: nadie es capaz de producir calidad, si no trabaja con calidad, nadie es capaz de trabajar con calidad si no vive en un ambiente de calidad.

Vivamos la realidad, busquemos lo imposible, permitamos que nuestros ingenieros actúen como generadores de valor agregado y constructores del progreso, rubricando la importancia de la productividad y calidad en su formación profesional como columnas proyectivas del futuro.

## 1- Del Ayer Al Hoy: Una Aproximación

No hace mucho tiempo, solíamos entender y referirnos a la productividad como el proceso que permitía maximizar beneficios y minimizar recursos para mejorar el rendimiento operacional y funcional, la calidad era identificada como sinónimo de alta demanda y como pasaporte de directa adquisición; por fortuna este contexto semántico ha sido almacenado por la categorización integral de la organización inteligente como plataforma proyectiva de la economía de la información, ahora la productividad es una actitud mental que promueve la creación, la calidad es sinónimo de posicionamiento y competitividad, por supuesto la fusión productividad - calidad constituyen la piedra angular sobre la cual emerge el potencial de la



innovación - Destrucción Creativa -, la calidad se vive, es una actitud ya no es un simple método, la productividad se trasluce en el reto de la racionalidad.

Parece ser y la realidad así lo confirma, que la continua aparición de programas profesionales en Ingeniería dentro del contexto de la apertura educativa, ha desdibujado la imagen del Ingeniero como proyector de cambio, quién aplicando la ciencia a la invención se compromete con el aporte directo de soluciones a la problemática que evidencia el país, en su rauda carrera hacia su puntual encuentro con el próximo milenio; la baja productividad y la deficiente calidad impiden que el Ingeniero en formación, reflexione sobre el porqué el futuro se encuentra ya en nuestro presente.

La productividad y la calidad, han huido pavorosamente de las aulas, hecho que se manifiesta en la ausencia de la creatividad, en la carencia de una actitud mental que obligue al ingeniero a convertir las utopías en realidades y en la perdida total del espíritu de liderazgo y de agente de cambio, rara vez se le recuerda al ingeniero en formación, que el ingeniero como líder tiene iniciativa y hace que las cosas pasen; tampoco se les rubrica en su mente que los grandes ingenieros no nacen sino que se dedican a la grandeza, amén de dejar de lado el irrefutable hecho: que la mente es para pensar y el bolígrafo sólo sirve para recordar.

Si bien es cierto que solo las épocas críticas inventan utopías y que las utopías son los sueños de la razón - así lo dijo Octavio Paz -, la Ingeniería Colombiana debe tomar como faro y norte, como columna vertebral la productividad y la calidad, pues solo así estaremos seguros de liberar al profesional que en el umbral del nuevo orden económico mundial y en el escenario de la organización inteligente, actuará como generador de valor agregado y constructor de progreso.

El dejar en el olvido, la importancia de la productividad y la calidad en el proceso de educación en Ingeniería, nos llevará inevitablemente a observar con tristeza un Ingeniero generalizador, cuya paráfrasis de Ralph Barton Perry nos dice: "Un generalizador es una persona que conoce menos y menos acerca de más y más hasta que conoce prácticamente nada acerca de todo".

Una rápida mirada a nuestra realidad y específicamente al valorar la eficacia y eficiencia profesional de quienes egresan semestre tras semestre de nuestras aulas, nos permiten visualizar con angustia, como el nuevo Ingeniero ha olvidado su actividad práctica más fundamental: la relación productividad - calidad, su alto contenido enciclopédico le impide encontrar en este dúo dinámico la respuesta a la problemática que refleja la unidad de lo histórico con lo lógico y el ascenso de lo abstracto a lo concreto, algo más el ignorar la dualidad productividad-calidad. Lo priva de la importancia de descubrir la verdad a través de la práctica y nuevamente a través de la práctica comprobarla y desarrollarla; el Ingeniero de hoy es un excelente asimilador del saber, pero para infortunio nuestro un pésimo transformador del conocimiento sensorial en conocimiento racional que obviamente genera la liberación al país de profesionales sin integridad e identidad ingenieril.



## 2- Nuestro Reto: La Conquista Del Umbral De La Productividad y Calidad.

Si para Bronowski, cada hombre y cada civilización han avanzado en razón de su compromiso con aquello que se han propuesto alcanzar, haciendo posible el ascenso del hombre, para nuestra Ingeniería - llave para abrir la puerta al desarrollo-, su compromiso se estructura partiendo de la interacción sincrónica y diacrónica de la reproducción lógica del saber con la imagen cognoscitiva de la realidad, partiendo de la previa ponderación integral de la cultura productividad - calidad como engranaje fundamental para diseñar, construir y liberar soluciones de óptima calidad y alto valor agregado; la aprehensión de la productividad - calidad por parte del Ingeniero genera en su que hacer profesional un micromundo bien definido sobre los denominados niveles del pensamiento sistémico, a saber: prácticas, principios y esencias; en este micromundo el futuro Ingeniero sintetiza y abstrae la interrelación existente entre el descubrimiento, el desentrañamiento, la generalización, la profundización, la demostración y la comprobación con la solución o producto Ingenieril construido.

El ingreso de nuestra Ingeniería al umbral de la productividad y la calidad, redundará en la liberación al país de profesionales con excelencia académica, con el compromiso personal del perfeccionamiento continuo como elemento primordial para integrar el conocimiento especializado, Ingenieros conocedores de su misión, conocedores de su responsabilidad social, Ingenieros cuyo pragmatismo los conduce al empoderamiento y les demuestra la paradoja de Senge: "Nuestros actos crean la realidad... y pueden cambiarla"; la cultura de la productividad y calidad, le recuerdan al Ingeniero la máxima de Kostler: "El hombre no debe heredar el pasado, debe crearlo de nuevo".

Pero el ingresar a los parajes de la productividad y calidad, representa para la Ingeniería Colombiana el abrir la tradicional caja de pandora y de allí sacar y revivir el compromiso teleológico que genera la diferenciación, el que radica en hacer saber a todo Ingeniero que si sus soluciones no contribuyen a mejorar la sociedad en que vivimos, difícilmente podrá sobrevivir en el siglo XXI, amén de fijar en ellos que ningún buen servicio será suficiente para recuperar la mala calidad de un producto o solución liberada por nuestra Ingeniería, de esta caja de pandora se puede tomar también sopena del adelanto tecnológico el secreto que en épocas pasadas hicieron posible que el sastre y el artesano ganaran a sus clientes para siempre únicamente empleando como gancho la calidad de sus productos, ellos en el ayer pudieron vislumbrar la importancia integral del servicio, cosa que infortunadamente ha olvidado nuestra Ingeniería; pues si admitimos que la Ingeniería es fuente generadora de valor agregado, se debe por naturaleza admitir que una solución Ingenieril no muera con su venta, ella debe sobrevivir a la postventa, en resumen la Ingeniería en los senderos de la calidad y productividad define y dimensiona integralmente el paradigma de la clientización.

Para la organización moderna, el posicionamiento esta estructurado a partir de la unicidad del producto comercializado, por la confiabilidad del proceso de producción, por el estricto control que garantiza la continuidad del producto en la economía de escala, por su eficiente y eficaz sistemas de distribución y por la contundencia de su estructura administrativa; de manera semejante para la Ingeniería Colombiana el nicho de la productividad y calidad representa el ángulo de despegue para enfrentar la incertidumbre, y la ambigüedad del momento, y por supuesto también ellas - productividad y calidad - son la plataforma trascendental que invitan al



Ingeniero a reflexionar sobre : "Nunca existe una segunda oportunidad para dar una buena primera impresión ", aquí reside el génesis del posicionamiento Ingenieril.

La Unidad para el Desarrollo de la Ciencia y la Investigación en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Antonio Nariño, bajo la dirección de los profesores ALVARO ROJAS DAZA Y ERENESTO VARGAS ROMERO. ha entendido la preponderancia de la productividad y la calidad como carta de presentación del Ingeniero y por esta razón ha establecido un plan estratégico de capacitación docente orientado a formalizar en cada profesor la cultura de la productividad y calidad como norma de prospección de un cambio de actitud, se dejara de lado el tradicional profesor dicta clase y se ingresara a la dimensión donde se cataloga al profesor como arquitecto del pensamiento, como maestro forjador del agente transformador que requiere el país, para liderar los logros de la Ingeniería que marcha hacia el 2000; este plan denominado : "Productividad y calidad: entelequía, quimera o realidad ", que se desarrollará a partir del Período 2/96, involucra :

- \* Preparación del análisis del medio: En donde estamos?
- \* Fijación de objetivos: En donde nos gustaría estar ?
- \* Listado de estrategias: Como podemos llegar allá ?
- \* Listado de retos y oportunidades que nos impulsa para ir allá ?
- \* Preparación de pronósticos: A donde somos capaces de llegar ?
- \* Selección de un portafolio de estrategias. Cuál es el mejor sendero para nosotros ?
- \* Preparación de programas de acción: Que necesitamos hacer ?
- \* Supervisión y control: Que necesitamos hacer para ingresar al umbral de la productividad y la calidad ?

Con este plan pretende la Universidad Antonio Nariño borrar la soledad y angustia del presente que rodea nuestra Ingeniería y rescatar la cualificación y diferenciación que genera la cultura de la productividad y calidad como proyectora del posicionamiento requerido y como constructora del espíritu libre hacedor de progreso que rompe con los métodos tradicionales de trabajo haciendo ver las distancias entre la mediocridad y la excelencia.

### **3. BIBLIOGRAFÍA.**

1. BENNIS WARREN. LIDERES. EDITORIAL NORMA. 1991. PAGINAS 130 - 148
2. SENGE PETER. LA QUINTA DISCIPLINA. EDITORIAL GRANICA. 1992. PAGINAS 457-461.
3. SILVA COLMENARES JULIO. ALGUNAS REFLEXIONES. REVISTA CRITERIO FUAC. 1994. PAGINAS 107 - 116.
4. SOSA PULIDO DEMETRIO. ADMINISTRACIÓN POR CALIDAD. EDITORIAL LIMUSA. 1991. PAGINAS 109 - 121



# DEL MANTENIMIENTO A LA SIMULACION: UNA EXPERIENCIA DE CAMBIO CURRICULAR

Sandra Janeth Hernández Otálora  
José Herbert Martínez Bahamón  
Francisco Ortíz Nieto  
Universidad Antonio Nariño

**Resumen:** Dado los avances tecnológicos es necesario estructurar programas académicos para formar profesionales que enfrenten el siglo XXI. La experiencia obtenida con Ingeniería Electrónica de la UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO muestra cambios curriculares significativos, desde su inicio en 1986 cuando el perfil profesional enfatizaba el mantenimiento a micro y minicomputadores hasta la formación actual de Ingenieros integrales con la simulación como Filosofía.

Limitados por el ICFES y buscando la aprobación de la carrera, en 1987 se re-definió la formación ingenieril enfatizando matemáticas y físicas para simular y desarrollar circuitualmente fenómenos, necesidades y/o problemas de la naturaleza, la industria, la sociedad y el cuerpo humano. Desaparece dibujo mecánico y aparecen las electivas Fourier (señales y sistemas) y Simulación. Se refuerza la electrónica digital, Los laboratorios se enfocan hacia el diseño. Se implementan pasantías hospitalarias.

Aprobada la carrera replanteamos las áreas de control, comunicaciones e instrumentación. Simulación desaparece como asignatura convirtiéndose en filosofía, usando para este fin paquetes como: Mathematica, Maple, Matlab, Vissim, Pspice, Electronics Workbench, SystemView y LabView.



## **DEL MANTENIMIENTO A LA SIMULACION: UNA EXPERIENCIA DE CAMBIO CURRICULAR**

### **Introducción**

Dado los grandes avances científicos, nos propusimos estructurar un programa académico que forme Ingenieros Electrónicos capaces de enfrentar y solucionar las necesidades tecnológicas en el mundo del siglo XXI. La experiencia obtenida con Ingeniería Electrónica en la UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO rompe la vieja estructura del profesional que se graduaba con “un mar de conocimientos y un centímetro de profundidad” para luego ir a aprender a las empresas; logrando ahora, un Ingeniero integral donde la simulación de situaciones reales es su filosofía y la experiencia la adquiere en el transcurso de la carrera dando soluciones de diseño en el laboratorio y realizando pasantías en la industria (empresa u hospital).

### **Antecedentes**

El programa de Ing. Electrónica en la UAN se implementó en el primer período académico de 1986. El perfil profesional básico pretendía formar un Ing. Electrónico con un énfasis claro en hacer mantenimiento a micro y minicomputadores. Este esquema, aunque no compartido, se mantiene con algunos cambios en la estructura de dicho plan hasta 1990, limitados porque sólo se contaba con licencia de funcionamiento. Con el ánimo de buscar la aprobación del programa, no se cambian ni perfiles, ni objetivos, más sí, se realizan re-estructuraciones. Por ejemplo la componente matemática se refuerza, eliminando Álgebra y Trigonometría como el primer curso, siendo sustituido por cálculo diferencial que era el segundo curso. Se incluyen Análisis de Funciones (Señales y Sistemas) y Simulación dentro de las asignaturas electivas. Este es, entonces, entre otras, el primer intento para cambiar el perfil de este Ingeniero Electrónico. Una vez aprobado el programa en 1990; y, en un segundo intento de re-estructuración se busca unificar Ecuaciones Diferenciales con Álgebra Lineal para hacer énfasis en operadores de transformación, se redefinen, amplian y refuerzan las áreas de la carrera (Control, Comunicaciones e Instrumentación) y desaparece Simulación como una asignatura para convertirse en una necesidad dentro de todo el proceso académico en la formación del Ingeniero, ratificando de esta manera el por qué habíamos quitado dibujo técnico “a tinta y cartulina”.

### **Filosofía**

Debido al cambio de decanatura en febrero de 1987 y a la aprobación del programa en 1990, se plantea como necesidad urgente re-definir la formación del ingeniero, pensando en la adquisición de un conocimiento fuerte en matemáticas y física para modelar (simular) y desarrollar circuitualmente fenómenos, hechos, necesidades y/o problemas de la naturaleza, la sociedad colombiana, la industria y el cuerpo humano para beneficio del Hombre (hombre y mujer). Es por ésto; entonces, que se establecen cuatro (4) aspectos filosóficos fundamentales:



1. Redefinir los contenidos, las metodologías y las intensidades en matemáticas. Pasando de 34 horas-carrera semanales (en 7 asignaturas) a 46 horas-carrera semanales en las mismas siete (7) asignaturas; introduciendo los siguientes cambios:

a) Los tres cursos de matemáticas básicas (cálculo y series) pasan de 6 a 8 horas a la semana con la siguiente metodología: 5 horas para la clase tradicional (ULA A o Lecture); 2 horas de un taller tutoriado (se implementa un sistema similar al proyecto pedagógico para las minorías en los estados de California y Texas en los 70s); y una hora para ir al laboratorio de computación a aprender a manejar el paquete MATHEMATICA.

b) Se sube de I a III semestre el curso de Algebra Lineal (Vectores, Matrices y Determinantes) para fusionarlo con Ecuaciones Diferenciales y re-plantearlo con un enfoque tensorial que le de apoyo al área de Control.

c) Se introducen como matemáticas V y VI (en quinto y sexto semestre respectivamente) los temas de Análisis Numérico con soporte computacional y Probabilidades y Procesos Estocásticos, como bases para las áreas de CONTROL, INSTRUMENTACION y TELECOMUNICACIONES.

2. Lo que en 1990 se introduce como una asignatura de SIMULACION, se convierte en 1994 en una filosofía de I a X semestre como consecuencia de los CAE (Computer Assisted Engineering), CAI (Computer Assisted Instruction), etc., de la siguiente manera:

PAQUETE	SEMESTRE EN USO
Mathematica	I a V
Maple	III
Matlab	V a VIII
Vissim	III a VII
Pspice + Electronics Workbench	III a V
SystemView	V a X
Lab View	VII a X

3. Los laboratorios se "separan" de las asignaturas teóricas en el sentido de no continuar con la tradición de hacer en paralelo o a posteriori lo que en clase teórica se ha desarrollado. Por ejemplo: una "práctica" tradicional conducía a "explicar" la curva voltaje - corriente de una juntura o un dispositivo; y, luego se realizaba en el laboratorio la "comprobación", o se usaba la famosa guía - "experimento", donde el esquema era: "conectar - observar - escribir - explicar". Estas metodologías fueron eliminadas, "prohibiendo" la guía; y, rompiendo el ejercicio comprobatorio; siendo todo reemplazado con el problema - experimento que simulará el mundo real, buscando de esta forma preparar al estudiante a la ingeniería de soluciones (diseño, desarrollo, transferencia tecnológica, etc.). Luego de cursar estos laboratorios se termina en las pasantías en VIII y X para adquirir el Know-how del medio productivo (hospital e industria).



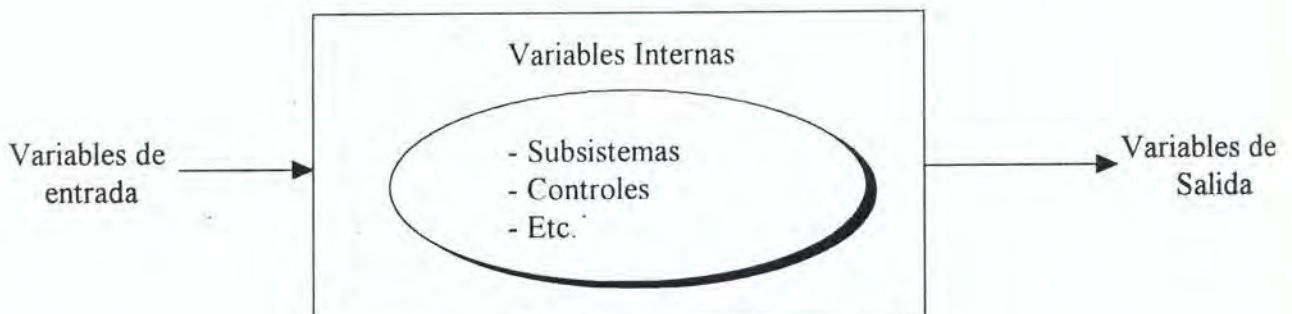
4. Como la mayoría de las personas, identifican un curso de circuitos con elementos óhmicos y como la automatización (robotización) demanda elementos hidráulicos y neumáticos, se replanteó el curso de Mecánica Newtoniana de I semestre, reduciéndolo de 6 a 4 horas/ semana e introduciendo un curso de Hidroneumática (4 horas teóricas y 2 horas de laboratorio) con el fin de estudiar los elementos hidráulicos y neumáticos (resistencias, fuentes o bombas, válvulas, medidores de flujo, etc.), y los circuitos hidráulicos y neumáticos. Esto, aunado con el curso de Electricidad y Magnetismo en II Semestre, donde se adquieren los saberes respectivos permite desarrollar en III semestre un curso de circuitos con énfasis en la simulación de un flujo de fluido cualquiera que sea la partícula que fluye (carga eléctrica ó partículas de masa líquida o gaseosa); ello, apoyado en los paquetes Pspice y/o Electronics Workbench.

### Método:

Con el fin de poder implementar lo anterior se establecieron tres (3) criterios generales básicos:

1. El perfil de ingreso a la facultad se volvió más exigente. Se diseñó una estrategia pedagógica basada en la correlación en matemáticas de bachillerato y en el SNP - ICFES. Los estudiantes que no satisfagan un nivel mínimo de matemáticas deben tomar un curso de matemáticas básicas (Álgebra y Trigonometría) antes de cursar Matemáticas I (Cálculo diferencial e Integral Definida).
2. Establecer un laboratorio de Simulación diferente e independiente del laboratorio de Computación sirviendo como soporte a las asignaturas teóricas y prácticas del plan de estudios.
3. Reforzar el Laboratorio de Electrónica limitando los cursos a 18 alumnos, en grupos de 3 estudiantes, trabajando interdisciplinariamente con el laboratorio de simulación. Los estudiantes previamente desarrollan los diseños correspondientes a cada práctica teniendo en cuenta las tres(3) partes de un sistema para realizar los experimentos: variable(s) de entrada, variable(s) internas (subsistemas, controles, etc.) y variable(s) de salida.

### EXPERIMENTO





## Conclusiones y Resultados

Es de resaltar la disminución de la mortalidad estudiantil en matemáticas y el mayor rendimiento académico en el área técnica-profesional.

Por otro lado; la formación compartida (Universidad - Empresa) a través de las pasantías ha soportado otro aspecto social; ya que, los trabajos integrales de grado (TIG) deben ser una solución práctica de diseño, de reconversión o de transferencia tecnológica, dando como resultado que los TIG están hoy en la mayoría funcionando en distintas empresas (industria u hospital). Finalmente, se puede resaltar el hecho que se ha diversificado el TIG, adicionando el concepto de INTERNO o INGENIERO RESIDENTE en un hospital durante 480 horas para hacer labores propias de un ingeniero y generar una solución práctica (diseño) para el hospital.

## Referencias Bibliográficas

1. IEEE Transactions on Education. A publication of the IEEE EDUCATION SOCIETY
2. Computer Applications in Engineering Education. A Wiley-Interscience Publication.

### FRANCISCO ORTIZ NIETO

Ingeniero Electrónico. Universidad Distrital. 1975

M. Sc en Ingeniería Biomédica. Universidad de Texas - Austin. 1984

Profesor Universidad Distrital

Decano Facultad de Ing. Electrónica y Biomédica. Universidad Antonio Nariño

Miembro de la Academia de Ciencias de New York.

### JOSE HERBERT MARTINEZ BAHAMON

Ingeniero Electrónico. Universidad Distrital. 1985

Coordinador Académico Fac. de Ing. Electrónica. Universidad Antonio Nariño

### SANDRA JANETH HERNANDEZ OTALORA

Ingeniera Electrónica. Universidad Antonio Nariño. 1992

Coordinadora Académica Fac. de Ing. Electrónica. Universidad Antonio Nariño.



# 1. LA MOTIVACIÓN COMO ELEMENTO FUNDAMENTAL PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS PEDAGÓGICOS INNOVADORES.

Luis Ernesto Guayán Vaca  
Universidad Antonio Nariño

**Resumen.** El Propósito es mostrar cómo la **MOTIVACION** es elemento fundamental en el desarrollo de Procesos Pedagógicos Innovadores, puesto que nuestra capacidad de generación de respuestas es proporcional al tamaño de los obstáculos si hay **motivación**.

La **MOTIVACIÓN** juega un papel determinante en todas las actividades que desarrolla el ser humano.

La limitación en el cubrimiento está dada por el objetivo propio de esta reunión.

Como la mayoría de las soluciones a problemas, las respuestas se encuentran más cerca de lo que imaginamos. Generalmente nos sumergimos en el problema, no buscamos resolverlo. A través de un ejemplo sencillo, se muestra cómo la **MOTIVACIÓN** es el elemento mediante el cual se resuelve el problema y en forma análoga, si existe **motivación**, se resolverán los problemas pedagógicos.

El engranaje que unen los temas propuestos para esta reunión hace inseparable su tratamiento, encontramos los **Procesos Pedagógicos Innovadores** originados en estados **motivantes** originando **Aprendizaje Creativo** o la necesidad de producir **Cambios en los Currículo** para elevar la **Calidad de la Educación y la Productividad**. Cumplidos estos objetivos, es relativamente fácil alcanzar la **Acreditación** en diferentes escenarios.

## 1.1. Algunos Conceptos Básicos a Tener en Cuenta.

Recordemos el proceso de estructuración de un Programa Académico.

Inicialmente surge una **MOTIVACIÓN**, un impulso a crear un Programa Académico. Esta motivación tiene diferentes orígenes, como por ejemplo: hay interés de las directivas en ampliar el número de Programas ofrecidos y dan las respectivas instrucciones para que se presenten propuestas. Cuando estas se analizan, son estudiados varios aspectos:

- Las razones (**motivos**) expuestas o el soporte presentado para que se ofrezca;



- Los Objetivos Generales y Específicos planteados;
- El Perfil Profesional propuesto para lograr los Objetivos planteados a través de el Perfil Ocupacional;
- Aspectos metodológicos que se emplearán;
- Los recursos de toda índole (docentes, didácticos, administrativos, económicos, etc. ), requeridos para el desarrollo del Programa propuesto.

**Perfil Ocupacional**, es el conjunto de actividades desarrolladas por una o un conjunto de personas, en forma eficiente.

**Perfil Profesional**, es el conjunto de conocimientos y habilidades o destrezas que se deben poseer para desarrollar eficientemente una o un conjunto de actividades.

**MOTIVACIÓN:** Acción que tiene la virtud de mover, impulsar a hacer algo. La **motivación** excita o impulsa al organismo a realizar o a desencadenar conductas.

**Aprendizaje:** Es un cambio de respuesta a una determinada situación. Ello implica la existencia previa de otra respuesta, la cual presenta el cambio debido a la percepción de elementos antes desconocidos.

**Percepción:** Notar, captar algo. Para alcanzar el **aprendizaje** entonces se requiere de la existencia de una percepción que conduzca a ese nuevo estado de conciencia.

Para mejorar la **percepción** es necesario fijar, mejorar la **atención** sobre el(los) elemento(s) generadores de nueva(s) respuesta(s).

La **atención** se mejora si existe **motivación**. Entre mayor sea la motivación, mayor será la atención. Esquemáticamente tenemos:



La calidad del aprendizaje depende de la calidad de la **percepción**; la calidad de ésta, a su vez está condicionada por la profundidad o calidad de la **atención** y, finalmente, la profundidad de la **atención** depende de la **MOTIVACIÓN** existente.



Es importante tener en cuenta que cuando se genera un estado motivante o impulso y se considera que es benéfico, se hace necesario evitar su obstaculización ya que ello produce una frustración que es mayor en la medida en que lo sea el estado motivante.

Veamos en un ejemplo los grados de **Motivación** y sus efectos:

Tres (3) amigos pasan sus vacaciones en el campo y cerca al lugar de estadia existe una plantación de manzanas que se encuentra “a punto” de cosechar. Al observar tan hermoso espectáculo, sienten el deseo de coger algunos frutos para satisfacer el “apetito” que se les ha despertado. Para lograrlo se presentan varias alternativas. Veamos:

#### **Primer Caso.**

Para satisfacer su inquietud pueden optar por llamar en la portería y solicitar que les vendan unas cuantas manzanas y de esta forma han logrado un objetivo.

#### **Segundo Caso.**

Motivados por la “aventura”, deciden coger las manzanas sin avisar al dueño, pero encuentran que la plantación está protegida alrededor por un muro.

Empiezan a meditar sobre: qué forma emplear para cruzar el muro? y se hallan con las siguientes alternativas :

- \* Saltar el muro
- \* Colocar una escalera
- \* Perforar el muro

Al analizar las alternativas, uno de ellos se plantea:

- El muro es muy alto y no puedo saltarlo;
- No dispongo en el momento de una escalera para cruzar el muro,
- No cuento con herramienta para perforar el muro.

Ante “tan difícil situación” y con poca **Motivación** decide regresar a su sitio de descanso, con alguna “frustración” por no haber logrado conseguir tan provocativo manjar.

El segundo, al ver que no le era fácil ni saltar el muro, ni conseguir la escalera, decide volver al sitio en donde residen y llevar martillo y puntero para abrir una perforación. Al llegar nuevamente a la plantación e intentar hacer la perforación se encontró que el muro estaba construido tan rigidamente que no le fue posible alcanzar su objetivo, ante lo cual regresa con una “frustración” mayor que la del primero.

El tercero de los paseantes, viendo que las alternativas planteadas no eran viables, pero muy **motivado**, decide recoger troncos que se encuentran a la vera del camino y de esta forma acumula



una cantidad suficiente para formar un “ montículo “, trepándose luego, logrando cruzar el muro, alcanzar las manzanas y así satisfacer su ~~ap~~petito.

En los anteriores casos encontramos cuatro tipos de resultados.

En el primero se sigue la “ vía “ que podemos denominar como lo usual o corriente, la rutinaria con la cual se logra satisfacer el deseo, en este caso adquirir las manzanas.

En el segundo caso aparece un nuevo aliciente, el de la “ aventura” . Hay un **motivo** más.

De los tres resultados de este caso se puede decir que:

Para el primero, la aventura no fue suficientemente **motivante** para que tratara de “ romper ” los obstáculos que se le presentaron y prefirió llevar una pequeña frustración y suspender sus intentos para lograr el objetivo.

El segundo no se dio por vencido tan fácilmente y estando más **motivado** que el primero, intentó vencer el obstáculo con un medio que consideró el adecuado. Al no lograr su deseo, se llevó una frustración mayor que el primero. Observase que fueron moyores sus intentos para tratar de lograr el objetivo.

El tercero, estando más **motivado** encontró una alternativa nueva, fue creador de un nuevo método para alcanzar el objetivo deseado.

## 1.2. Analogía con la Definición y Estructuración de un Programa Académico.

Para nuestro caso, el de definición y estructuración de un Programa Académico en **INGENIERÍA**, es importante valorar, a la luz del beneficio colectivo, la(s) motivación(es) que se presentó(aron) cuando se propuso la oferta de un programa académico. Esto implica que si la citada propuesta fue generada por **MOTIVOS** de: simple rentabilidad económica para la Institución oferente; por situaciones de moda; por interés particular, se pueden presentar mayores frustraciones que si su estructuración partió de una **motivación** originada por ejemplo en los requerimientos de una comunidad, región o zona de influencia.

Las citadas mayores frustraciones resultan del hecho de no encontrar aplicación a los logros académicos resultantes de unos objetivos que no tuvieron una sólida sustentación sino una(s) situación(es) superflua(s).

Encontramos entonces, que desde el momento de la concepción de una propuesta académica, la calidad de la **motivación** juega un papel determinante. Si la propuesta ofrece “**futuro**” (satisfacción personal; bienestar comunitario; solución a situaciones problemáticas de diferente índole, etc.), luego de un juicioso análisis, se genera una **buena motivación** para quien pretende ofrecer a la comunidad un programa y posteriormente para quienes deciden acogerse a él.



La solidez de la **motivación** permite definir objetivos generales y específicos claros. Igualmente, como resultado de lo anterior, es posible identificar plenamente los perfiles ocupacionales y profesionales.

Estos perfiles, pero especialmente el Ocupacional pueden ser una gran **motivación** para el aspirante.

A medida que hilamos, observamos que la **motivación** es la médula que estimula el funcionamiento de los demás componentes de esta ruta.

Recordando la definición que hemos dado a Perfil Profesional, encontramos que el desarrollo de las habilidades y la adquisición de los conocimientos requeridos en una determinada disciplina, siguen el camino señalado en el comienzo de la presente exposición, es decir parten de una **motivación**, la cual estimula la **atención** logrando una mejor **percepción** en la medida que sea mayor la atención y la motivación que la genera, para alcanzar el **aprendizaje** o las **habilidades** requeridas.

En este momento nos encontramos en el punto que **motivo** esta reunión, **Los Procesos Pedagógicos Innovadores, Aprendizaje Creativo, Cambio de Currículo, Productividad y Calidad de la Educación en Ingeniería**, y como resultado de lo anterior, **La Acreditación**.

Tratemos de desarrollar esta temática alrededor de la **MOTIVACION**, introduciendo un pequeño reordenamiento a los temas propuestos.

Una vez definido un Plan de Estudios como resultado de los análisis tratados en la primera parte y llevado a la práctica, es decir desarrollando la temática para alcanzar el **perfil profesional** definido, podemos hallarnos ante dos caminos:

- El primero es no lograr las habilidades ni adquirir los conocimientos propuestos a pesar de existir sólidas bases, y
- El segundo, llegar a las metas anteriores pero no encontrar su aplicabilidad.

En el primero de los casos, se presenta una ausencia de **motivos** en el proceso de desarrollo de la temática propuesta para lograr el perfil profesional requerido, lo cual conllevan a no fijar la atención durante el desarrollo de los temas y por lo tanto hacen que sea nula la **percepción**, llevando finalmente a un mal o nulo **aprendizaje**.

En el segundo caso, se deduce claramente que el perfil profesional fue mal concebido. Este a su vez es el resultado de la ausencia de unos **motivos** sólidos que sustentaran los objetivos, el perfil ocupacional y por ende la propuesta académica. Se genera en este caso una gran frustración para quienes, **motivados** por falsas expectativas acogieron la propuesta académica, frustrándose también los proponentes al detectar que por posible ligereza, son causantes de las frustraciones de los primeros.



Cuáles son entonces las respuestas a las anteriores situaciones?

Para el primer caso, la ausencia de **motivos** puede ser originada por la **metodología** empleada. Esto nos lleva a anotar que si los contenidos son los adecuados, la metodología carece de **motivación** desencadenando la situación resultante. Es entonces necesario implementar una(s) metodología(s) nueva(s). Debemos tener en cuenta que el ser humano posee una cantidad incalculable de conductas para responder a una incalculable cantidad de situaciones motivantes. Entonces pueden desarrollarse muchos **Procesos Creativos de Aprendizaje** que sorteen con éxito los problemas que se presenten. Es aquí en donde se observa la importancia de la **MOTIVACION** en la creación de metodologías pedagógicas que conduzcan al éxito.

Para el segundo caso, dado que las metas planteadas no conducen a una aplicabilidad, es necesario proceder al **CAMBIO DE CURRÍCULO**, partiendo de sólidas bases **motivantes**, como por ejemplo: solución a problemas del medio, que por lo tanto tienen aplicación.

Como resultado de un “ buen currículo “ y de una “ metodología pedagógica “ **motivante** se espera formar profesionales que respondan a los requerimientos del País, lo cual estará indicando que se ha logrado la productividad y la calidad de la Educación.

Parece que no sobra comentar que bajo las características anotadas, es relativamente fácil alcanzar la acreditación por parte de los diferentes estamentos.

De esta forma y teniendo en cuenta las limitaciones de espacio que nos permite un evento de estas características, se puede concluir que si existe una fuerte **MOTIVACION**, altamente calificada, es posible lograr cumplir con los deseos que se ha propuesto alcanzar como resultado de esta XVI Reunión de Facultades de Ingeniería.



# HACIA UN PERFIL PROFESIONAL DEL INGENIERO

Guillermo Restrepo G.  
Universidad de Antioquia

**RESUMEN:** El enfoque que se presenta a discusión considera que una facultad de Ingeniería con varias carreras debe concretar en la **visión** su compromiso académico e investigativo con dos o tres **líneas de excelencia** que la lleven a un reconocimiento ojalá internacional fruto del impacto a un sector tecnoeconómico del medio social. Por ende deberá hacer una reflexión sobre el Ingeniero que el país requiere y concretarlo en un perfil de ingeniero que se definirá a partir de un **perfil básico** común para la formación científica y sociohumanística ligado a un perfil profesional específico que partirá de un estudio **prospectivo** a la par con un análisis **ocupacional**, de modo que el ingeniero se apoye en la realidad existente y la transforme según las tendencias tecnológicas de su carrera. El modelo pedagógico partirá del principio de aumentar la participación del estudiante lo cual exige menos cantidad de cursos, menos cátedra magistral y mayores prácticas y talleres teórico investigativos.

## CONTENIDO

- Introducción
- ¿Qué Ingeniero necesita el país?
- Facultad con líneas de excelencia.
- Perfil básico
- Perfil profesional
- Modelo pedagógico

## INTRODUCCION

Que cada estudiante diseñe su propio plan de estudios parece ser la expresión extrema de la flexibilidad curricular. Que todos los estudiantes pasen por uno solo y estandarizado puede ser la posición contraria. La virtud quizás esté en el centro.

En la siguiente propuesta se presenta a la discusión una metodología de perfil para una facultad que se comprometa con líneas de excelencia en su visión a 10 años. El perfil debe armonizarse con estas líneas en lo académico e investigativo para poder romper la universalidad de programas mediocres. Por fuera de las líneas de excelencia el perfil puede construir áreas flexibles que se instalen más en los posgrados que en el pregrado.



Esperamos que de la discusión de planteamientos tradicionales y novedosos podamos construir un diseño curricular y pedagógico que saque a las facultades de ingeniería del letargo enciclopédico y libresco-magistral hacia sus reales y potenciales compromisos con el desarrollo económico y social.

## **1. ¿QUE INGENIERO REQUIERE EL PAIS?**

La facultad de ingeniería tiene un área de influencia regional pero su marco será nacional. La primera reflexión consistirá en responder a esto: ¿Cuál es el Ingeniero que Colombia necesita? En nuestra Universidad hicimos (1) la siguiente reflexión:

"Colombia requiere ingenieros que conjuguen la acción transformadora de la sociedad con la acción transformadora de la educación. Un profesional con la dimensión del país que vaya más allá de realizaciones del pasado, que impulse el diseño y la conquista del futuro.

Se requiere un ingeniero que integre lo técnico, lo ético, lo ecológico y lo cultural para el pensar, el sentir y el hacer: en un ambiente educativo y social para la creación, el diálogo, la concientización y la participación.

Nos urge un ingeniero con rostro humano, quien conjugue lo eficiente, lo racional, lo crítico y lo ético (2).

Esta persona debe reunir una serie de cualidades en su formación y desempeño, que es necesario precisar.

### **1.1 Formación básica**

Colombia necesita un ingeniero con una formación básica para autodesarrollo profesional, que le permita el "aprender a aprender", que le enseñe a pensar. Ello exige, en primera instancia, una fundamentación científica en matemática y ciencias naturales como física, química y biología con énfasis en una especialidad.

La sólida fundamentación científica lo diferencia de los empíricos, técnicos y demás profesionales. El énfasis en ciencias exactas y naturales es garantía para la actualización e innovación tecnológica ante la transitoriedad de las tecnologías.

El conocimiento de las leyes naturales y los modelos matemáticos es la condición para diseñar los productos y los servicios que la sociedad requiere, y resolver los problemas que se presentan en la práctica profesional.

Pero la formación básica tiene un componente personal y social. Requerimos un ingeniero que sepa leer, escribir y hablar bien. Hábil para comunicarse, redactar y sintetizar. Con desarrollo de la lógica y la creatividad. Capaz de coordinar grupos interdisciplinarios y heurístico para afrontar la solución de problemas.



Un ingeniero con formación humanística, capaz de entender los parámetros fundamentales de nuestro sistema social y político, de forma que tenga la capacidad para valorar y transformar la realidad nacional, con una visión no confesional, pluralista y de respeto a los derechos ajenos.

### 1.2 Formación tecnológica

Requerimos un ingeniero con una formación tecnológica específica, encuadrada en el modelo de internalización de la economía. Por tanto con una mirada a la ingeniería del año 2000: ubicado en el contexto de la tercera revolución industrial que implica la informática, la telemática, la robótica, la biotecnología, los nuevos materiales y las nuevas fuentes de energía. Capaz de tomar decisiones, de comunicarse con sus colegas, manejar los computadores y las herramientas básicas de diseño, formulación y evaluación de proyectos.

Un ingeniero que combine de acuerdo con su especialidad el hardware, el software y el humanware, con la mentalidad y capacidad para seleccionar, adaptar, transferir e innovar tecnología, en un contexto universal, pero para los problemas locales.

### 1.3 Desempeño profesional

Un ingeniero que se comporte como un ciudadano en un contexto legal y político, el cual debe contribuir a mejorar, con derechos y también con deberes. Comprometido en su desarrollo individual, pero sin menoscabo del bien común, con sentido solidario frente a la comunidad y a su familia.

Un ingeniero con capacidad empresarial para contribuir a la solución de problemas sociales como: el desempleo, la salud y la vivienda. Con responsabilidad y conciencia ecológica.

Un ingeniero. en fin, con los ojos en el cielo y los pies en la tierra".

## 2. FACULTAD CON LÍNEAS DE EXCELENCIA

La Facultad tiene una influencia regional en un marco nacional. Después de definir el Ingeniero que el país requiere tendremos que definir y concretar el compromiso histórico, tecnológico y social con la región. Esto se logra redactando la visión y la misión. Por ejemplo, nuestra Facultad quiere concentrar sus esfuerzos y recursos de las nueve carreras hacia la industria. El Consejo ha propuesto la siguiente visión: "En el año 2005, la Facultad de Ingeniería será reconocida por el liderazgo profesional, tecnológico y humano de sus egresados y del personal que la integra. Ese liderazgo se basará en la excelencia académica y administrativa, en la actualización de sus equipos, en el desarrollo de la investigación y los posgrados. Esa conjunción será dirigida al desarrollo de la **industria, particularmente en las áreas de automatización, competitividad e ingeniería ambiental**. Sus egresados y profesores serán de calidad internacional, manejarán un idioma extranjero y se distinguirán por el respeto a las personas, a los valores democráticos y a la naturaleza".



Las tendencias a la internacionalización de la economía, la globalización de los mercados y la competencia mundial exigen que la facultad se concrete en "pocos vitales" para tener reconocimiento nacional o continental. La universalidad de programas, áreas y campos muy probablemente lleven a la mediocridad y al bajo impacto en el medio.

En la facultad, cada unidad administradora de un programa de Ingeniería deberá definir en su visión una línea de excelencia específica donde concentre la academia, la investigación y la extensión. Su compromiso a diez años en el marco de su misión.

### 3. PERFIL BÁSICO

Proponemos -para la discusión- que la facultad concrete los numerales 1.1, 1.2 y 1.3 en un perfil básico para todos los programas de Ingeniería en el pregrado. Se trataría de un mínimo común denominador para los campos de formación científica y sociohumanística que concuerde plenamente con las **líneas de excelencia** y la filosofía que se ha definido para el ingeniero colombiano.

A la dirección de la facultad le corresponderá definir, cambiar y actualizar ese perfil básico de modo que corresponda a su misión y visión.

En ese contexto la facultad definirá la cantidad y la temática de física, química, matemática y quizás biología.

De igual forma definirá el contenido de economía, sociales, humanidades, ética y lengua materna.

Especial énfasis deberá darse a la obligatoriedad de un idioma extranjero.

Corresponderá diseñar los contenidos mínimos de informática, habilidades gerenciales y de gestión tecnológica para el desempeño profesional que el sello institucional exige.

### 4. EL PERFIL PROFESIONAL

El perfil básico que se define es común a todas las carreras de ingeniería de la facultad. El perfil profesional es específico para cada una de ellas.

Si el perfil básico corresponde al "pensar", al "sentir" y al "aprender a aprender", el perfil profesional corresponde al "hacer". Ambos deben estar perfectamente armonizados.

El perfil profesional debe contener los núcleos que diferencian a los ingenieros y que corresponden a unos conocimientos, habilidades, actividades y destrezas. Este perfil debe desarrollar la línea de excelencia que se definió para la unidad que administra la carrera.

El **perfil profesional** será la combinación del **perfil prospectivo** y el **perfil ocupacional**.



El **perfil prospectivo** deberá definirse a partir de un trabajo de prospectiva tecnológica de la carrera, a diez años. Debe mostrar el camino de transformación de la realidad en el campo tecnológico específico.

Dicho trabajo puede ser el producto de una búsqueda bibliográfica a nivel mundial y un DELPHI con expertos nacionales que lleven a detectar las tendencias de la carrera en el próximo decenio. De allí saldrá el combustible para la línea de excelencia que se ha definido.

El perfil prospectivo nos ubicará en los nuevos paradigmas de la profesión, pero también será un Benchmarking tecnológico de empresas, universidades y países.

El perfil ocupacional debe investigar las características de los cargos desempeñados por este ingeniero específico. Cuáles son los problemas que resuelve, las competencias, las funciones, las responsabilidades, el tipo de empresas junto a los conocimientos, habilidades, técnicas, destrezas y actitudes necesarias. Consultando su frecuencia, importancia y complejidad.

Este perfil puede ser el producto de estudios y encuestas a los **empresarios** usuarios de técnicas de la carrera. También los **egresados** son fuente valiosa de información.

Con el perfil prospectivo y el ocupacional diseñaremos el plan de estudios en consonancia con la línea de excelencia que se ha definido en la Visión.

## 5. MODELO PEDAGOGICO

Hay acuerdos generales que deben concretarse frente a aspectos como los siguientes:

- Menor número de materias, buscando mayor calidad en el tratamiento teórico y práctico de los temas esenciales de la carrera (3), utilizando incluso las modalidades de taller y seminario.
- Menor número de clases magistrales incrementando el trabajo responsable de los estudiantes mediante la lectura, las prácticas, los talleres y proyectos.
- Mejorar la conexión entre la formación científica y sociohumanística con la profesional utilizando el sistema "HALE"
- Aumentar la relación con las empresas mediante la investigación de estudiantes y profesores en torno a la línea de excelencia.



**BIBLIOGRAFIA**

1. GAVIRIA, ALVARO. OROZCO, NELSON. RESTREPO, GUILLERMO y VALENCIA, ASDRUBAL. "El Ingeniero que Colombia necesita". En: Revista Facultad de Ingeniería N° 9, 1995. Medellín.
2. GUEDEZ, VICTOR. Lineamientos académicos para la definición de perfiles profesionales. En: Circular N° 10. Diciembre 1980.
3. VALENCIA, DARIO. Hacia un proyecto de Universidad. Medellín. 1983.



# MARCO PARA EL DESARROLLO CURRICULAR EN LAS INGENIERIAS BASADO EN PROYECTOS ACADÉMICOS

Germán Urrego Giraldo. Universidad de Antioquia

## RESUMEN

Se muestra en este trabajo el proceso de desarrollo de los currículos en las carreras de Ingeniería sobre la base de la misión de la institución y del programa, y de la pertinencia social y académica de los currículos, expresada en términos de **Objetos de Formación**. A partir de los **Objetos de Formación** se delinea el **Perfil Profesional** y se determinan las **Areas del Saber o de la Ciencia** que apoyarán el currículo; y dentro de estas, las **Areas de Formación** que integran el **Plan de Estudios** en términos de **Proyectos Académicos** y de **Objetos de Estudio**; elementos estos que sustituyen el modelo tradicional de asignaturas y programas de cursos.

Las **fases formativas** involucran las **Areas de Formación**, iniciándolas en secuencia y permitiéndoles interactuar en cada fase; así la primera fase denominada **Bases Filosóficas y Científicas** no tiene que terminarse completamente para iniciar la segunda, referida como **Apropiación de las Bases de la Ingeniería**; y la última fase **Integración con el Medio Social** no supone la separación total de las otras dos.

La Formación de profesionales mediante la ejecución de **Proyectos Académicos** que cubran las áreas esenciales de la carrera, vinculan a los estudiantes y profesores, no con una materia sino, con proyectos enmarcados en los campos de la ciencia, y orientados a satisfacer los requerimientos sociales expresados en los **Objetos de Formación** previamente definidos.

Se definen así **Estructuras Curriculares** en las cuales se hace realidad la **Docencia Investigativa** y se integran la investigación, la docencia y la presencia social de la Universidad como partes de un todo académico.

Las **Areas de Formación** respaldan directamente el **Plan de Estudios** y lo conectan con las **Areas de la Ciencia**. Se encargan de nutrir de conceptos científicos las acciones encaminadas a atender las demandas de la sociedad.

Los **Proyectos Académicos** pueden abarcar varias **Areas de Formación** o estar inscritos en una en particular. Sus objetivos se expresan en términos de **Objetos de Estudio**, que plantean los interrogantes que se deben resolver mediante la investigación, la docencia y la interacción con la sociedad. En todos los casos son dinamizadores del trabajo colectivo, desarrollan la capacidad investigativa, estimulan la creatividad, convierten al estudiante en protagonista de su propia



formación, lo habilitan para inscribirse en las corrientes de construcción del conocimiento, reafirman el compromiso de la institución y sus integrantes en el desarrollo de la cultura, y en la atención de las necesidades prioritarias de la sociedad.

Con este enfoque se materializa la misión de la Universidad y se asegura la pertinencia social de sus programas.

### **1 PERTINENCIA SOCIAL Y ACADÉMICA DEL CURRÍCULO**

Las profesiones, las instituciones, las empresas y en general las actividades organizadas podrán perdurar en la medida en que atiendan necesidades de la sociedad. Los programas de formación profesional tendrán vigencia si la intervención de sus profesionales incide en las realidades sociales. Los programas de ingeniería son los llamados a atender necesidades específicas del progreso de las comunidades y los individuos, a utilizar los avances científicos y tecnológico para mejorar sus condiciones de vida, a utilizar racionalmente los recursos, a mejorar la producción de bienes y servicios, y a contribuir al desarrollo de la cultura.

El estudio curricular parte del reconocimiento de los requerimientos sociales en función de la ingeniería y de las posibilidades de las Universidades para atenderlas. Un desconocimiento o un mal diagnóstico de las demandas sociales genera currículos impertinentes, intrascendentes en su función social. Las metodologías y los recursos técnicos que se utilicen en la conformación del currículo no podrán subsanar dichas deficiencias. Las estructuras curriculares no llegarán a ser buenas por más recursos tecnológicos que se le apliquen si no tienen pertinencia social.

De otra parte, no basta con tener un diagnóstico completo de las necesidades de la sociedad. Se requiere realizar los análisis correctos y utilizar los métodos e instrumentos adecuados para hacer corresponder la formación profesional con las realidades que se deben intervenir, para fundamentar la pertinencia académica de los currículos.

### **2 DETERMINACIÓN DE LOS OBJETOS DE FORMACIÓN**

La propuesta curricular orientada por Proyectos académicos y objetos de estudio, busca asegurar la pertinencia social y académica de los currículos y se construye sobre la base de objetos de formación surgidos de la confrontación de la realidad social con la misión de la Universidad.

Las instituciones formadoras de ingenieros cumplirán con las demandas sociales si están capacitadas para reconocerlas y responder con currículos pertinentes y eficaces. La posibilidad de atender con eficacia las demandas que se le plantean se inicia con la expresión de su misión y con la articulación de misión y demandas sociales en la formulación de los objetos de formación.

### **3 EL PERFIL PROFESIONAL**

El perfil o la imagen del ingeniero que se pretende formar constituye la visión del futuro profesional. Puede generarse, en forma subjetiva, de la idealización de sus habilidades y de sus campos de acción, o de la observación de las necesidades reales que requieren su intervención.

En otras metodologías el perfil profesional se obtiene de un ejercicio teórico, es una aspiración intelectual no conectada con las demandas reales, y se toma como punto inicial para conformar la estructura curricular. El currículo y finalmente el plan de estudios es ideal, se basa en consideraciones subjetivas.



En esta propuesta el perfil es ya un paso avanzado en la determinación de la estructura curricular. Se ha definido luego del estudio de la realidad, de su confrontación con la misión institucional y de la formulación de los objetos de formación.

El perfil profesional derivado de los objetos de formación pretende garantizar la pertinencia social del currículo que se estructure para lograrlo. De la misma forma la coherencia que a partir del perfil profesional se mantenga en la determinación de las áreas de formación y en la definición de los proyectos académicos que integran el plan de estudios, aseguran la pertinencia académica del currículo.

El perfil profesional surgido de los objetos de formación, que expresan la simbiosis del diagnóstico de las necesidades sociales y del currículo, se constituye en el eje que articula lo social y lo académico y en expresión de la pertinencia en ambos campos.

#### **4 UBICACIÓN DE LAS AREAS DEL SABER O DE LA CIENCIA**

La formación del ingeniero implica el trabajo autónomo que el debe realizar para apropiarse del conocimiento y el desarrollo de su capacidad para insertarse en las corrientes de la construcción de nuevos conocimientos y de su constante actualización y aprovechamiento social.

Las habilidades que requiere el ingeniero se apoyan en la fundamentación científica que les permita apropiarse de los conceptos básicos de la ingeniería y adquirir los elementos que permitan relacionarse eficazmente con el medio social. Estas tres dimensiones complementarias se alimentan de áreas de las ciencias tanto ideales como de las ciencias naturales y de las ciencias sociales. No solamente en la fundamentación científica, como punto de partida, sino también, en la apropiación de los conceptos de la ingeniería y en la adquisición de los elementos para relacionarse con el medio, el sustento real de la formación lo constituyen las áreas de la ciencia.

La formación profesional y humana del ingeniero como agente social y transformador de la naturaleza se apoya en las siguientes áreas:

La Filosofía contribuye a la formación ética, a la aceptación de las responsabilidades sociales, a la introducción en los fundamentos del conocimiento y de la ciencia y a la comprensión del universo.

La Sociología, aporta elementos para comprender el desarrollo social, las implicaciones de la intervención humana en la transformación de la naturaleza, y las relaciones de los individuos y las comunidades en la producción y en la generación y aplicación de la ciencia y la tecnología.

La economía brinda los conocimientos relacionados con el progreso material de las sociedades y las organizaciones, con los modelos administrativos, con la productividad, la calidad y la estructuración de los procesos de la producción y de la gestión.

Las matemáticas constituyen los instrumentos para formar la capacidad de abstraer, de racionalizar, de modelar y de construir las metodologías y las herramientas para estudiar el comportamiento y el aprovechamiento de los elementos de la naturaleza y de las creaciones humanas.

La geometría ayuda a la formación de la habilidad de abstraer y modelar, para armonizar las visiones cualitativas y cuantitativas del universo y sus componentes y comprender sus estructuras.

La física plantea tanto para el microcosmos como para el macrocosmos, en medios sólidos, líquidos o gaseosos, los fundamentos de la mecánica, de la óptica, de las ondas, de la electricidad y el magnetismo con los cuales se desarrolla la tecnología y se construyen los equipos, dispositivos y elementos aplicables a la medición y a la intervención de las entidades y fenómenos de la naturaleza. Ramas de la física, tales como: la termodinámica, la neumática, la cinemática, la geología, la mecánica de los fluidos, la electrónica, constituyen apoyos más cercanos al estudio del medio en el cual se ejerce la ingeniería.



La teoría de sistemas proporciona los conceptos para el estudio y comprensión integral del universo; de los campos de acción de las ingenierías; de los elementos significativos y las relaciones entre estos, presentes en los diagnósticos y soluciones relacionadas con el medio natural y las comunidades.

La química aporta sus conceptos para la identificación y comprensión de los procesos y de sus condiciones internas y externas, para la identificación de las propiedades y de las transformaciones de los materiales.

La psicología contribuye al conocimiento del mundo interior de los individuos y de sus actitudes y comportamientos en su papel de agentes de las transformaciones de la naturaleza y la sociedad.

La historia ayuda en la comprensión de los eventos sociales que se han sucedido en el tiempo, de las circunstancias socioculturales en las cuales se presentaron, de las acciones realizadas por los individuos y las comunidades, de las transformaciones del medio natural y de los conocimientos, tecnologías, técnicas e instrumentos que se utilizaron.

La biología presenta las leyes que rigen la estructura y funcionamiento de los seres vivos y las relaciones de estos con el medio y con los procesos de transformación de la naturaleza y de desarrollo de la ciencia y la tecnología.

## **5 FASES FORMATIVAS EN LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA Y AREA DE FORMACIÓN QUE LAS INTEGRAN**

Las fases formativas definen las relaciones de espacio y tiempo que por medio de las áreas de formación se plasmarán en el plan de estudios. Apoyadas en las áreas del saber o de la ciencia, las áreas de formación de los ingenieros se ubican en tres fases, que son secuenciales en su iniciación, pero cuyo desarrollo se interrelaciona, y al menos las dos últimas coexisten hasta la terminación del plan de estudios:

### **5.1 Fase 1: Aprestamiento científico y sociohumanístico**

Reúne los aportes para la fundamentación científica y sociohumanística de la formación de los ingenieros, tendiente a desarrollar sus habilidades mentales, a que adquieran las bases para la construcción del conocimiento, a que participen en el desarrollo de la sociedad, y a que puedan intervenir en los campos de la cultura y en la comprensión de sus relaciones con la ciencia sociales y humanas.

Las áreas de formación que pertenecen a esta fase son: La aritmética, la lógica, el álgebra, el cálculo de elementos finitos, la geometría diferencial, la teoría de conjuntos, el análisis numérico, el álgebra lineal, la geometría euclidiana, las geometrías no euclidianas, la trigonometría, el cálculo, el álgebra booleana, las ecuaciones diferenciales, el cálculo de transformadas, la historia, la economía, la introducción a la ciencia, la investigación científica, la teoría del conocimiento, la teoría general de sistemas, la biología, la psicología, la sociología, la ética, la contabilidad, el idioma español, las lenguas extranjeras, la geografía, la mecánica, las ondas, el electromagnetismo, la ciencia de los materiales, la química inorgánica y orgánica, la termodinámica.

### **5.2 Fase 2: Desarrollo de la capacidad de aplicar las teorías a la comprensión de los objetos de la ingeniería.**

Pretende fijar en los ingenieros los conceptos en los cuales se apoyarán para el estudio, diagnóstico, y concepción de soluciones requeridas en sus campos de intervención.

Se ocupa de habilitarlos para: a) identificar, caracterizar, representación de los objetos de intervención de la ingeniería y de la concepción de las soluciones requeridas, proporcionándoles los conceptos, instrumentos, metodologías necesarias.



b) El Conocer el comportamiento de los objetos de la ingeniería y especificar el modelo lógico de la solución, mediante el análisis de los efectos a los que estarán sometidos, la medición de la incidencia de los mismos y la utilización de los recursos adecuados.

c) Diseñar los objetos de intervención de la ingeniería o las soluciones requeridas por estos. Se especifican las dimensiones, elementos, materiales y recursos, métodos y dispositivos que se utilizarán en la ejecución.

Integra las siguientes áreas de formación: teoría de los modelos, modelos lineales, teoría de control, Análisis y Diseño de Sistemas, Teoría de grafos, Análisis estructural, Métodos de diseño, Resistencia de materiales, Mecánica de los suelos, mecánica de las rocas, mecánica de los fluidos, Mecánica de los gases, Geodesia, Astronomía, Procesos técnicos de los materiales, Generación y distribución de energía, Transferencia de masa, calor energía, Modelos de Optimización, Simulación, Estadística, Investigación de operaciones, matemáticas aplicadas.

### **5.3 Fase 3: Fortalecimiento de la capacidad de interactuar con la realidad**

Busca que los ingenieros adquieran las herramientas para profundizar en el comportamiento de los objetos de la ingeniería, en la realización de las soluciones adecuadas, en el perfeccionamiento de las habilidades para el manejo de las metodologías, los materiales, los recursos, y la información, para el desarrollo de proyectos, para seleccionar, gestionar, negociar y aplicar las tecnologías, para crear y utilizar nuevos conocimientos, para dirigir y asesorar la implantación de una solución,

Se incluyen en esta fase las áreas de formación siguientes: El transporte, Procesos de producción, evaluación y gerencia de proyectos, Dispositivos de medición, técnicas de medición, maquinaria y equipos, gestión y negociación de tecnología, modelos físicos, Los lenguajes de programación, la arquitectura de computadores, los sistemas operativos, los sistemas de comunicación, los sistemas manejadores de bases de datos, los circuitos integrados, procesos químicos, procesos electromecánicos, procesos metalúrgicos, procesos biotecnológicos, procesos genéticos, la electrónica básica, ingeniería económica, administración, legislación

## **6 PROYECTOS ACADÉMICOS Y DOCENCIA INVESTIGATIVA**

Además de la concordancia del currículo con la realidad sociocultural y de su pertinencia académica la propuesta que se presenta busca una mayor fundamentación científica en la formación de los ingenieros y una mayor eficacia social en el ejercicio de la ingeniería mediante la integración de la investigación, la docencia y la interacción con la sociedad, como elementos indisolubles del currículo. Esta opción de trabajo académico se estructura en términos de proyectos académicos que son objetivos y actividades de aprendizaje formuladas en torno a las áreas de formación especificadas, las cuales a su vez están respaldadas por las áreas del saber o de la ciencia. Como en todo proyecto se identifican las actividades, sus duraciones, espacios, recursos y metodologías. Se especifican también las formas de organización, dirección, participación, ejecución y evaluación de las actividades. Los objetivos se expresan como objetos de estudio y en su logro se emplea la docencia investigativa, que es una forma de involucrar a los estudiantes en la formulación de las preguntas y en la obtención de las respuestas sobre los objetos de estudio propuestos en los proyectos académicos. Se asume la búsqueda, dentro de las áreas de formación, o dentro de las áreas del saber o de la ciencia, de los conceptos que respondan a las preguntas formuladas dentro de los objetos de estudio. Las soluciones propuestas por los diferentes equipos de trabajo se confrontan y evalúan colectivamente, se sacan conclusiones y se hacen las aclaraciones pertinentes a la luz de las teorías. El trabajo se orienta por parte de uno o varios docentes, quienes previamente han presentado los elementos básicos para su realización.



## **7 OBJETOS DE ESTUDIO**

Los objetos de estudio son los objetivos de los proyectos académicos, representan objetivos específicos de aprendizaje y consisten en conceptos que se construyen en torno a las área de formación con el respaldo de las área del saber o de la ciencia, en eventos académicos colectivos y participativos, investigación y estudio.

El trabajo con objetos de estudio cambia el esquema convencional de los planes de estudio organizados por materia o cursos, y se orienta mas bien a la presentación multidisciplinaria de los temas, y a la realización de seminarios, conferencias, informes de investigación, dicusiones de resultados, evaluación de asorias trabajos prácticos, estudio dirigido e investigación, en el marco de la docencia investigativa.

## **8 PLANES DE ESTUDIO**

La organización de los eventos académicos propios del trabajo pro proyectos se propone cimentar sobre los conceptos de la docencia investigativa el trabajo autónomo de los estudiantes y su capacidad de asumir el papel principal en su proceso de formación y de vincularse a la dinámica social de producción de nuevos conocimientos

El ideal el llegar a estructurar el plan de estudios por proyectos académicos y en términos de objetos de estudio, adoptando la docencia investigativa como medio para su ejecución y para integrar en torno a él la docencia, la extensión, y la interacción con el medio social. No obstante, el plan de estudios estructurado por proyectos puede plasmarse en objetos de estudio, en asignaturas, o combinar ambas formas.

Los conceptos de las áreas de formación determinados como los moldeadores del perfil de los ingenieros tienen que quedar totalmente comprendidos bien sea en los objetos de estudio o en las asignaturas, dependiendo de la metodología que se adopte.

## **9 BIBLIOGRAFIA**

- 1 Cadavid Alzate Gabriela, Estructura Curricular, 1994, Medellín, 8p.
- 2 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, Plan Regional de Capacitación de Antioquia, 1992, 220p.
- 3 GESTION UNIVERSITARIA, Documentos del Programa, 1994, 50p
- 4 MISION PARA LA MODERNIZACION DE LA UNIVERSIDAD PUBLICA, Informe Final, 1995, 210p.



# UNA PROPUESTA CURRICULAR BASADA EN PROYECTOS ACADÉMICOS PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Germán Urrego Giraldo. Universidad de Antioquia.

## RESUMEN:

La propuesta curricular para la Ingeniería de Sistemas recoge y aplica a su caso particular los lineamientos propuestos para la definición de Currículos en la Ingeniería. Parte de la identificación de las **demandas sociales** y del reconocimiento de la **Misión de la Universidad** para definir los **Objetos de Formación**, que a su vez constituyen el punto de partida para construir el **Perfil Profesional** de los Ingenieros de Sistemas. Se identifican las **Áreas del Saber o de la Ciencia** que pueden apoyar la realización de este perfil y las fases formativas en las cuales podrían interactuar con conceptos y propósitos específicos, que se concretan en **Áreas de Formación**, en las cuales se plantean los **Proyectos Académicos con sus correspondientes Objetos de Estudio**.

Las Fases Formativas en las cuales se ubican las Áreas de Formación apuntan a la consolidación los tres conceptos siguientes: Aprestamiento Científico y Sociohumanístico, Desarrollo de la Capacidad de Modelar y Optimizar, y Fortalecimiento de la Capacidad de interactuar con la Realidad

Proyectos de amplio alcance, tales como: Crear una Metodología Integral para el Desarrollo de Sistemas, Construcción de un Sistema de Información Internacional en un Campo de la Ingeniería o en un sector económico, Diseño de una máquina para procesar a alta velocidad grandes Volúmenes de Información Especializada, vinculan todas las **Áreas de Formación**, todos los recursos docentes en sus diferentes especialidades, y los estudiantes de todos los niveles al logro de soluciones a los requerimientos planteados en los **Objetos de Formación**.

Las preguntas planteadas en torno a los enfoques de la programación, la orientación a objetos, las estructuras de datos, el procesamiento distribuido, el desarrollo de aplicaciones en Internet, modelos de bases de datos, los lenguajes de consulta, el manejo de información estructurada, la recuperación de información, el procesamiento paralelo, los medios de comunicación, los tipos de información, las arquitecturas de computadores, los sistemas operativos, el control de procesos en tiempo real, etc. se incorporan en los Objetos de Estudio, que constituyen los objetivos de los Proyectos Académicos y quedan resueltas en el desarrollo del proyecto o lo que es equivalente, en el proceso de formación de los estudiantes.



El trabajo en torno a los Objetos de Estudio además de desarrollar la capacidad investigativa, las habilidades para modelar y optimizar, y los elementos para interactuar con la realidad, conforman los escenarios para integrar la primera fase de formación denominada Aprestamiento Científico y Sociohumanístico, a la cual pertenecen las ciencias sociales y humanas, la administración, las expresiones artísticas, la generación y aprovechamiento de la tecnología, el manejo del ambiente y de los recursos naturales. Este ejemplo de aplicación de un nuevo enfoque curricular a la Ingeniería de sistemas es ilustrativo para todas las ingenierías.

## **1 MISIÓN DEL PROGRAMA**

El programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Antioquía, dentro de los postulados de la democratización de la educación y de la pluralidad de pensamientos, consagrados en la misión de la Universidad se propone la formación de profesionales capaces de actuar con solvencia intelectual, ética y comprometidos con el desarrollo social, dentro la dinámica de creación y aplicación de los conocimientos en los campos relacionados con la aplicación de la teoría general de sistemas y del uso de los recursos tecnológicos correspondientes para contribuir a elevar la productividad, la calidad, la competitividad y la eficacia social de las organizaciones publicas y privadas. Igualmente vincular a profesores, estudiantes y egresados a la realización de proyectos de investigación y de servicios externos que consoliden una opción de desarrollo científico y tecnológico autónomos orientada al progreso de nuestras comunidades.

## **2 LOS OBJETOS DE FORMACIÓN EN LA INGENIERÍA DE SISTEMAS**

La situación actual de nuestra sociedad, los desarrollos de la ciencia y la tecnología, la interdependencia económica de los países y las exigencias competitivas impuestas por la globalización de los mercados demandan modelos de desarrollo con altos índices de productividad y calidad con aplicación constante de nuevos recursos tecnológicos, de nuevas herramientas de gestión y de mejores sistemas de información que permitan en forma oportuna y segura tomar las decisiones empresariales en consonancia con los acelerados cambios del entorno.

La ingeniería y dentro de ella la ingeniería de sistemas constituyen un pilar principal de la producción y de la racionalidad y eficacia que deben alcanzar el modelos de gestión pública y privada en todos los niveles de la organización del estados y del as empresas.

En el plano nacional y regional se le plantean a la ingeniería de sistemas los siguientes requerimientos:

Enfrentar interdisciplinariamente los retos de mayor eficacia que tiene que afrontar las organizaciones y la sociedad en general

Concebir y diseñar e implantar formas adecuadas de representación, manejo, almacenamiento, recuperación, recepción, transmisión, proceso, análisis y utilización de información cuantitativa y cualitativa de todos los campos del actividad empresarial y social en el contexto global que domina la economía, el desarrollo científico y tecnológico y en general las expresiones de la cultura

Fortalecer la integración y la acción interdisciplinaria del personal de las organizaciones en procura de sus objetivos y Consolidar el trabajo por proyectos como medio de acrecentar la eficacia de los procesos, optimizar el uso de los recursos, racionalizar los procedimientos y las



estructuras y potenciar las elaboraciones colectivas y dinamizar el funcionamiento de los equipos de trabajo.

Posibilitar y respaldar la actualización e innovación tecnológica de los procesos de sus productos y servicios, y de sus procesos administrativos.

Mejorar permanentemente los procesos de sus productos y servicios externos y de sus servicios internos.

interactuar con el medio local, regional, nacional e internacional para obtener la información de los mercados, de la ciencia, de la tecnología, de la economía y de la política, que le permitan garantizar la calidad, productividad, competitividad y pertinencia social en desarrollo del objeto de las organizaciones.

Elaborar, ejecutar y gerenciar los planes de desarrollo con objetivos, estrategia y recursos orientados a consolidar las organizaciones, asegurar el cumplimiento de su misión y el logro de sus beneficios

Concebir, adaptar, desarrollar, utilizar los recursos físicos, metodológicos, y de productos de computación(software) que mejoren constantemente el nivel técnico de las soluciones que se adopten y abran los caminos para un desarrollo autónomo.

Conformar un sector dinámico en la generación de productos de programación(software) y en el desarrollo de equipos y dispositivos electrónicos que atienda demandas nacionales y del exterior.

### **3 EL PERFIL PROFESIONAL DEL INGENIERO DE SISTEMAS**

El Ingeniero de sistemas egresado de la Universidad de Antioquia debe ser un profesional autónomo, ético, solidario y comprometido con el desarrollo social y cultural de su ciudad, su región y su país, con visión universal; con capacidad de abstracción y de trabajar interdisciplinariamente en la modelación de las distintas realidades sociales y empresariales y en el estudio, diseño, y aplicación de las correspondientes soluciones óptimas desde el punto de vista social, técnico, económico y ambiental; conocedor de los lenguajes de programación, de los sistemas operativos, de los protocolos, de técnicas de administración, de tecnologías aplicables a los sistemas, de las formas y medio de almacenamiento y manejo de información, de los elementos de la microelectrónica, las comunicaciones, la teoría de la información y de los sistemas, de las arquitecturas, tecnologías y elementos de los computadores y demás equipos y dispositivos utilizables en los sistemas de información, de comunicaciones y de la tecnificación y automatización de procesos; con habilidad lógica y matemática para construir algoritmos y modelos; formado para el trabajo en equipo, para el planteamiento y ejecución de proyectos de investigación y de servicios a las organizaciones, para la autocapacitación y para participar en la construcción de los nuevos conocimientos.

### **4 AREAS DEL SABER O DE LA CIENCIA**

El desarrollo social, humano y profesional del Ingeniero de sistemas requiere aportes de múltiples áreas del saber o de la ciencia, así:

La Filosofía contribuye a la formación ética, aceptación de las responsabilidades sociales y a la formación de un pensamiento universal.

La Sociología, aporta elementos para comprender el desarrollo social y la pertinencia del trabajo de las organizaciones

La economía brinda los conocimientos relacionados con el progreso material de las sociedades y las organizaciones, con los modelos administrativos, con la productividad, la calidad y la estructuración de los procesos de la producción y de la gestión.



Las matemáticas constituyen los instrumentos para formar la capacidad de abstraer, de modelar y de construir los caminos y técnicas de la optimización, del desarrollo de los lenguajes, de las teorías de la información y de los sistemas, de las estructuras, manejo, almacenamiento y transmisión de la información, de las metodologías.

La geometría ayuda a la formación de la habilidad de abstraer y modelar, de valorar las relaciones entre entidades, analizar y sintetizar estructuras complejas y definir las topologías de las redes, las trayectorias de la información, los diagramas de los circuitos.

La física plantea los fundamentos de la mecánica, la óptica, de las ondas, de la electricidad y el magnetismo, con los cuales se desarrolla la tecnología y se construyen los equipos, dispositivos y elementos aplicables al trabajo con los sistemas.

La teoría de la información aporta los conceptos sobre la naturaleza y representación de la información, y sobre la comunicación.

La teoría de sistemas constituye el paradigma fundamental para las aplicaciones de la ingeniería de sistemas desde la identificación de los problemas que pretenden resolverse hasta la implantación de las soluciones y su evaluación posterior, pasando por el análisis, diseño, instrumentación, simulación, y optimización de los sistemas correspondientes.

La química aporta sus conceptos para la identificación y comprensión de los procesos y de sus condiciones internas y externas, para la identificación de las propiedades y de las transformaciones de los materiales.

La historia aporta la sucesión de los eventos sociales, las circunstancias socioculturales que los acompañaron y la evolución de la ciencia, la tecnología, y la técnica técnicas y su relación con la transformación de la naturaleza y la creación de los medios para el manejo de la información,

La biología muestra el concepto de sistemas aplicado a los seres vivos, sus estructuras y su funcionamiento, y las posibilidades de aplicar sus conceptos y sus elementos en el desarrollo de la tecnología basada en la información.

## **5 FASES FORMATIVAS EN LA INGENIERÍA DE SISTEMAS Y ÁREAS DE FORMACIÓN QUE LAS INTEGRAN**

Para lograr el perfil definido para el ingeniero de sistemas derivado de la congruencia de la misión del programa y de la institución con los objetos de formación demandados por el medio social, las áreas del saber o de la ciencia, antes descritas, ofrecen las áreas de formación en las cuales se ubican las actividades académicas que conforman el plan de estudios. Las áreas de formación las constituyen los temas o campos pertenecientes a las áreas del saber o de la ciencia que se requieren dentro del plan de estudios para alcanzar el perfil profesional antes definido.

La estructuración de este plan de estudios se propone por fases interrelacionadas, mediante las cuales se busca ordenar en el tiempo y en forma lógica los eventos formativos que garanticen una adecuada apropiación de los conceptos que se ofrecen. Las fases abarcan periodos de tiempo cuya iniciación exige haber iniciado las fases anteriores.

La primera fase formativa, denominada **Aprestamiento Científico y Sociohumanístico**, se ocupa de desarrollar las habilidades mentales de los estudiantes, de sentar las bases para la construcción del conocimiento, de cimentar en ellos los conceptos básicos sobre el desarrollo de la ciencia, la visión integral de posibilidades y responsabilidades que ofrecen las ciencias sociales y humanas, y en general su compromiso con la cultura.

Los propósitos de esta fase pueden ser apoyados por las siguientes áreas de formación: La lógica, la teoría de conjuntos, el análisis numérico, la geometría euclidiana, la trigonometría, el cálculo, el álgebra booleana, la historia, la economía, la introducción a la ciencia, la investigación



científica, la teoría general de sistemas, la biología, la psicología, la sociología, la ética, la contabilidad, el idioma español, las lenguas extranjeras, la geografía, la mecánica, las ondas, el electromagnetismo, la ciencia de los materiales, la química inorgánica y orgánica, la termodinámica.

El **Desarrollo de la capacidad de Modelar y Optimizar**, constituye la segunda fase formativa y se propone fijar en los estudiantes los conceptos, metodologías y herramientas para aplicar la teoría general de sistemas y la optimización al estudio de las realidades empresariales, de la naturaleza, y de la sociedad y para abordar el manejo y aprovechamiento de la información en todas sus formas. Está respaldada en las áreas de formación siguientes: teoría de los modelos, modelos lineales, teoría de control, Análisis y Diseño de Sistemas, Teoría de grafos, Modelos de Optimización, Simulación, Estadística, Investigación de operaciones, matemáticas aplicadas.

La tercera fase formativa corresponde al **Fortalecimiento de la Capacidad de Interactuar con la Realidad**, y busca que los estudiantes adquieran las herramientas para profundizar en el comportamiento de los sistemas y en el diseño y realización de las soluciones adecuadas. Comprende el perfeccionamiento de las habilidades para el manejo de la información, para el desarrollo de proyectos, para seleccionar, gestionar, negociar y aplicar las tecnologías, para crear y utilizar nuevos conocimientos, Para dirigir y asesorar la implantación de una solución,

Se incluyen en esta fase las áreas de formación siguientes: Los lenguajes de programación, las arquitecturas de computadores, los sistemas operativos, los sistemas de comunicación, los sistemas manejadores de bases de datos, los circuitos integrados, la electrónica básica, ingeniería económica, administración, la formulación, evaluación y gerencia de proyectos, legislación

## **6 PROPUESTA DE PLAN DE ESTUDIOS PARA LA INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Con la idea de inscribir a los estudiantes en las corrientes de construcción del conocimiento, de convertirlos en actores principales de sus procesos de formación, en agentes autónomos para la generación de conocimientos, y buscando generalizar en el plano práctico los conceptos de la docencia investigativa, se propone la construcción de planes de estudio en términos de: a) objetos de estudio, o sea de objetivos específicos de aprendizaje consistentes en conceptos que se construyen en torno a las áreas de formación mediante eventos académicos, estudio e investigación dirigidos y evaluación colectiva y participativa. Los objetos de estudio son los interrogantes que se tratarán de responder en el programa utilizando los elementos de la docencia investigativa b) Proyectos académicos, en los cuales se precisan las actividades, metodologías, instrumentos, espacios duración, formas de participación y dirección para construir colectivamente los conceptos especificados como objetos de estudio, los cuales constituyen los objetivos del proyecto. c) La docencia investigativa, como una forma de indagar permanentemente en torno a los objetos de estudio considerados dentro de los proyectos académicos. Supone la búsqueda dentro de las áreas de formación, o dentro de las áreas del saber o de la ciencia, de los conceptos que respondan a las preguntas formuladas en los objetos de estudio y confrontar y evaluar colectivamente las propuestas de los diferentes equipos de trabajo con la orientación de uno o varios docentes quienes inicialmente presentan los elementos básicos, orientan la búsqueda de las soluciones y aclaran desde la teoría las inquietudes que se presenten en las exposiciones.

El trabajo con los objetos de estudio permite una presentación interdisciplinaria de los temas, romper el tradicional esquema de las materias o cursos e introducir los seminarios, las conferencias, la defensa de propuestas en el marco de la docencia investigativa.



La construcción de los objetos de estudio implica investigación, comunicación con el entorno, construcción colectiva, realizar aplicaciones prácticas, estudio, trabajo autónomo, elaboraciones colectivas, discusiones y exposiciones

El plan de estudios estructurado por proyectos puede plasmarse en objetos de estudio, en asignaturas, o combinar ambas formas. La pretensión es llegar a formular los planes de estudio en términos de objetos de estudio como una forma de integrar la docencia, la investigación y la interacción con la sociedad, en un mismo espacio dominado por el ejercicio de la docencia investigativa.

Tanto los objetos de estudio como las asignaturas deben abarcar los conceptos de la área de formación responsables de moldear el perfil del ingeniero de sistemas

### **6.1 Objetos de Estudio**

Dentro de la área de formación requeridas por el perfil profesional se han determinado los objetos de estudio siguientes:

- 1 Determinar dentro de las matemáticas clásicas la fundamentación de los sistemas, de las teorías y estructuras de la información, de las máquinas, de las comunicaciones, de la modelación, de la optimización y de la evaluación de los sistemas.
- 2 Definir la contribución de las matemáticas modernas al desarrollo y funcionamiento de los sistemas de información, de control, y en general de la ingeniería.
- 3 Establecer el contexto de la Física en el cual se han desarrollado los sistemas y se prevé su evolución
- 4 Determinar los elementos para el análisis de la interacción de los sistemas y de los ingenieros en el contexto social, político, económico, científico, tecnológico.
- 5 Develar el significado social, económico y tecnológico de la automatización y la incidencia de los sistemas en su aplicación.
- 6 Desarrollar el concepto de sistemas en la ingeniería
- 7 Precisar el significado y el alcance de la modelación en la ingeniería
- 8 Establecer los elementos y técnicas requeridas en la construcción de algoritmos.
- 9 Identificar las distintas representaciones de la información (estructuras de datos)
- 10 Conocer la estructura y el funcionamiento de las máquinas, equipos e instrumentos tecnológicos utilizables en la solución de problemas
- 11 Posibilitar el funcionamiento autónomo de las máquinas ( Sistemas operativos, programas residentes)
- 12 Conocer las formas de comunicación con las máquinas y de especificación de los problemas (lenguajes de programación)
- 13 Clarificar las formas de almacenamiento y recuperación de información(Bases de datos)
- 14 Evaluar comparativamente los modelos de red, los modelos jerárquicos, y los modelos relacionales de bases de datos
- 15 Conocer las múltiples formas de transferencia interna y externa de información
- 16 Evaluar los métodos y dispositivos y en general la tecnología utilizada en las comunicaciones.
- 17 Establecer el significado y posibilidades del procesamiento paralelo, del procesamiento distribuido y de las bases de datos distribuidas.
- 18 Estudiar y evaluar los instrumentos para la construcción de modelos( análisis y diseño de sistemas, simulación, teoría de redes, procesos estocásticos, teoría de la probabilidad, estadística)
- 19 Evaluar y aplicar las técnicas de optimización de sistemas (programación lineal, programación entera, programación dinámica).



20 Estudiar los diferentes contextos en los cuales se realiza la valoración técnica y económica de los sistemas y las técnicas aplicadas en cada campo (Contabilidad financiera, ingeniería económica, evaluación de proyectos, PERT/CPM, auditoría, administración).

21 Precisar los aspectos normativos de la actividad del ingeniero (ética profesional, legislación laboral).

22 Comprender y explicar las implicaciones de los sistemas en la interacción hombre-máquina, en el aprendizaje de las máquinas, y en la aprehensión de la realidad (sistemas expertos, robótica, comunicación en lenguaje natural, redes neuronales, teorías del aprendizaje, reconocimiento de patrones).

23 Desarrollar propuestas de interacción de las múltiples formas de información mediante la aplicación de los sistemas y de la tecnología buscando su óptimo aprovechamiento. (multimedia, procesamiento de información gráfica).

24 Analizar las posibilidades de nuevos modelos de bases de datos (de objetos, lógicas).

25 Conocer los fundamentos de la geometría que contribuyan a la modelación de estructuras complejas utilizadas en representación de la información, en las redes, en los circuitos y en los sistemas de la ingeniería.

## **6.2 Enunciado de los Proyectos Académicos**

La temática completa del programa debe quedar expresada en objetos de estudio que a su vez se agrupan en proyectos.

Cada proyecto debe expresar un objetivo amplio que integre la respuesta a los requerimientos de la sociedad, planteados en los objetos de formación, con las fases formativas y las áreas de formación que forjarán el perfil profesional.

### **6.2.1 Proyecto Académico 1**

Construir una metodología de desarrollo de sistemas de información aplicables a los diferentes campos de la actividad social, fundamentada en el concepto de objetos, que incluya todas las fases, desde la definición del problema hasta la implantación, seguimiento y evaluación de las soluciones, utilizando los recursos tecnológicos más avanzados.

Algunos subproyectos pueden ser: a) La elaboración de herramientas CASE para fases específicas del desarrollo de los sistemas o para todas las fases. b) Creación de herramientas de generación de programas.

Comprende todos los objetos de estudio antes planteados con excepción de los números 10, 15, 16 al cual se dedica en lo fundamental el proyecto 3.

### **6.2.2 Proyecto Académico 2**

Desarrollar un sistema de información científico-tecnológica de alcance mundial que permita ingresar, almacenar, transferir, utilizar información especializada en campos determinados de la ingeniería, de la economía, o de las ciencias sociales, aplicando los últimos conceptos científicos y tecnológicos relacionadas con el manejo de la información y en particular con las acciones antes mencionadas.

Comprende algunos subproyectos, tales como: a) Desarrollo de sistemas generadores de bases de datos. b) Creación de sistemas operativos de propósitos específicos. c) desarrollo de nuevos sistemas de programación o lenguajes orientados a problemas determinados. d) Creación de metodologías de gestión de sistemas. e) Desarrollo de sistemas compatibles con INTERNET y de interacción de las organizaciones con las redes mundiales. f) Definir los objetos, las clases y las relaciones entre clase y entre objetos para campos específicos de la ingeniería, de la economía, de las ciencias sociales, de las organizaciones.



Este proyecto podría ser alternativo al proyecto 1 si se prefiere un enfoque práctico. En este caso se incluirían igualmente todos los objetos de estudio con excepción de los números 10, 15, 16.

Es más aconsejable considerar este proyecto como complementario al proyecto 1, ofreciendo de esta manera un campo teórico práctico más amplio. En este enfoque los objetos de estudio 1, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 25 se tienen que abordar desde el proyecto 1, los objetos de estudio 4, 7, 9, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 se trabajarán dentro del proyecto 2 y los restantes dentro del proyecto 3

### **6.2.3 Proyecto Académico 3**

Diseñar una máquina para el procesamiento de altos volúmenes de información, de alto rendimiento, con base en los nuevos adelantos de la ciencia y la tecnología, adaptada a las exigencias de la comunicación, del procesamiento distribuido, del procesamiento paralelo, de modelos óptimos de almacenamiento y transferencia de información, de formas de aprendizaje, de sistemas de control, de manejo de múltiples formas y representaciones de la información.

Incluye subproyectos tales como: a) Diseño de máquinas neuronales o de otra concepción no convencional b) Optimización de máquinas con arquitectura RISC. c) Creación de dispositivos de entrada y salida. e) Creación y optimización de microprocesadores. f) Creación de máquinas para procesamiento paralelo y para el procesamiento distribuido. g) Desarrollo de otras teorías de los lenguajes, de otros sistemas operativos.

En este proyecto se tratan los objetos de estudio números 10, 15, 16

### **6.3 Organización de los Proyectos Académicos**

Los objetivos que persiguen los proyectos académicos están contenidos en los objetos de estudio y su finalidad es resolver con suficiencia los interrogantes y demandas planteados en estos. Terminar los proyectos académico significa cumplir con la formación profesional y haber completado las fases formativas propuestas.

Como en todo proyecto el logro de los objetivos implica la desagregación en actividades a las cuales se le asignan la duración y los recursos, clarificar las restricciones, y programar y evaluar su realización. Las actividades son los eventos y acciones que se proponen para satisfacer en forma adecuada y oportuna los requerimientos formativos planteados en los objetos de estudio. Es en este punto donde se deben precisar las tareas investigativas, las labores presenciales, los trabajos con la comunidad y las organizaciones, los seminarios, conferencias, trabajos en equipos, análisis y discusiones, las evaluaciones e informes, todo esto encuadrado en periodos académicos, y con asignación de medios, espacios y ambientes apropiados.

Los docentes y administradores tendrán asignadas las responsabilidades en el cumplimiento de las actividades programadas en los proyectos y en el logro de los objetivos propuestos, El trabajo por proyectos es esencialmente multidisciplinario y en los eventos formativos interactúan especialistas en cada uno de los temas.

## **7 BIBLIOGRAFIA**

1 Cadavid Alzate Gabriela, Estructura Curricular, 1994, Medellín, 8p.

2 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, Plan Regional de Capacitación de Antioquia, 1992, 220p.

3 GESTION UNIVERSITARIA, Documentos del Programa, 1994, 50p

4 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS, Plan de Desarrollo, 1995, 20p

5 MISION PARA LA MODERNIZACION DE LA UNIVERSIDAD PUBLICA, Informe Final.



# MODELOS PEDAGÓGICOS PARA LA INGENIERÍA DEL SIGLO XXI

Gabriel Arizmendy F.  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad de Antioquia.

Hoy en día, la Ingeniería Colombiana debe aceptar que en muchas de sus actividades prevalece la mediocridad, originada en gran parte por la obsolescencia de sus equipos y programas, pero también porque sus **modelos de enseñanza** son anticuados, sus profesores y estudiantes siguen siendo los tradicionales de la época medieval y el sentido de pertenencia está muy deteriorado.

Para cambiar estas condiciones desfavorables y lograr que nuestra Ingeniería se equipare con las mejores del mundo se tiene que trabajar en forma ardua, para lograr con imaginación e inteligencia, la transformación de las citadas condiciones.

La reestructuración curricular requiere :

- **CAMBIO DEL MODELO EDUCATIVO POR NUEVOS MODELOS PEDAGÓGICOS**

La **CLASE MAGISTRAL** sigue teniendo validez para sacar adelante el proceso Enseñanza-Aprendizaje en ciertos cursos. Sin embargo, existen otras oportunidades más productivas para cursos teórico-prácticos como son el **TALLER** y el **SEMINARIO INVESTIGATIVO** donde se logra el desarrollo integral del futuro profesional con una mayor participación en actividades como: discusión acerca de problemas, desarrollo de trabajos prácticos, consultas en las bibliotecas y redes telemáticas de información mediante el uso del computador y otras ayudas audiovisuales.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las universidades colombianas están desconectadas de la realidad nacional, a pesar de que sí se ha avanzado. Para iniciar un verdadero cambio es necesario fomentar el amor al estudio. Son pocos los que en Colombia estudian por placer. Además, este país no lee o lee muy poco porque en él reina la cultura de la pereza. Así lo afirmó Juan Diego García Mejía, Miembro de



la Misión para la Modernización de la universidad pública, en su charla «Retos y Desafíos de la Universidad del Futuro».

Igualmente es cierto que, hoy en día, la Universidad Colombiana debe aceptar que en muchas de sus actividades prevalece la mediocridad, originada en gran parte por la obsolescencia de sus equipos y programas curriculares, pero también porque sus **modelos de enseñanza** son anticuados, sus profesores y estudiantes siguen siendo los tradicionales del siglo XVII y el sentido de pertenencia está muy deteriorado.

Ahora, si las recomendaciones para la Universidad del Futuro hacen énfasis en:

- Que los nuevos **Modelos Pedagógicos** deben preparar a los universitarios para **aprender a aprender**.
- Que la enseñanza esté dirigida a generar **personas con capacidad crítica y de divergencia**, porque esa es la base de la creatividad, y
- Que se necesita **gente que sea capaz de buscar por sí misma lo que desea**,

Necesariamente tenemos que trabajar arduamente en Ingeniería para lograr, con imaginación e inteligencia, transformar las debilidades en las fortalezas requeridas y lograr que nuestra Facultad se pueda equiparar con las mejores del mundo.

## 2. CAMBIO DE MODELO EDUCATIVO POR NUEVOS MODELOS PEDAGÓGICOS<sup>1</sup>

La relación cercana entre **ciencia y desarrollo** depende de la interacción entre educación e investigación. **Si se quiere que la educación forme ciudadanos con capacidad de comprender**, la única vía posible es la de asegurar una estrecha relación entre la **educación** como proceso de aprendizaje y la **investigación** como proceso de generación y adaptación del conocimiento. **Sin la investigación, la educación se convierte rápidamente** en la transmisión mecánica y estática de información, negando así la posibilidad de desarrollar una capacidad de análisis y de comprensión, y una actitud innovadora que busque entender las relaciones existentes entre los fenómenos biológicos, físicos y sociales.

Las anteriores consideraciones llevan a resaltar la función primordial que la investigación debe cumplir en nuestra Facultad, específicamente en el **proceso enseñanza-aprendizaje**.

La **enseñanza** entendida como una instrucción rígida, metódica y orientada a los **aprendizajes** observables es la que todavía predomina entre nosotros, **a pesar de que** a nivel mundial se está consolidando una concepción de las **pedagogías orientadas** a la construcción del conocimiento, en las cuales se busca propiciar un conjunto amplio y variado de experiencias inscritas en contextos complejos que promueven efectivamente el aprender. En éstas reaparece de manera intermitente el **enseñar como** una iniciación al aprender, un acompañamiento de señales y signos

---

<sup>1</sup> Hacia una Pedagogía del Conocimiento. Por : Rafael Flórez O.



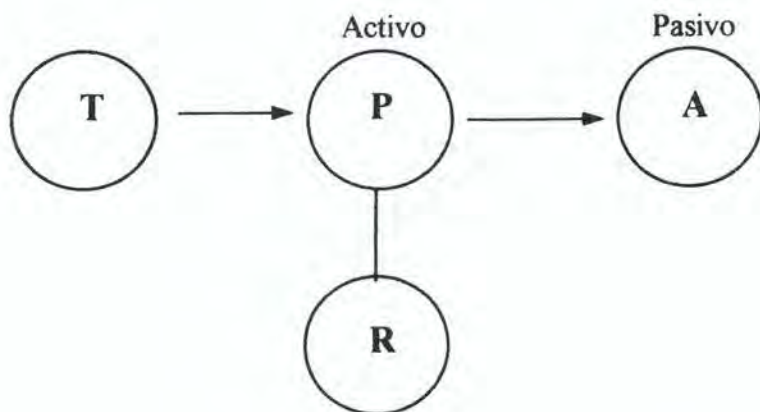
reaparece de manera intermitente el **enseñar como** una iniciación al aprender, un acompañamiento de señales y signos que facilitan el camino de la construcción o que colocan obstáculos que generan disonancias y desequilibrios cognitivos en el camino de las reestructuraciones conceptuales.

Indiscutiblemente el modelo pedagógico ejerce una influencia en el proceso enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, estos modelos formales y abstractos si no se los piensa en estrecha articulación con la cultura específica de una sociedad particular, en cuyo seno adquieren sentido histórico y conceptual, pierden su importancia y carece de sentido el uso de los mismos.

Entre los múltiples modelos pedagógicos existentes, se resaltarán las características fundamentales de tres:

### 2.1 Modelo Pedagógico Tradicional o Transmisionista

En este modelo el método y el contenido en cierta forma se confunden en la imitación y emulación del buen ejemplo, del ideal propuesto como patrón y cuya encarnación más próxima se manifiesta en el profesor. El método básico del aprendizaje es el academicista, verbalista, que dicta sus clases bajo un régimen de disciplina a unos estudiantes que son básicamente receptores (ver tabla N° 1) y donde se hace énfasis en la información.



#### Convenciones

A	=	Alumno
T	=	Tema
P	=	Profesor
R	=	Recursos disponibles
O	=	Entidad
⇒	=	Flujo
—	=	Coordinación



## 2.2 Desarrollo Pedagógico

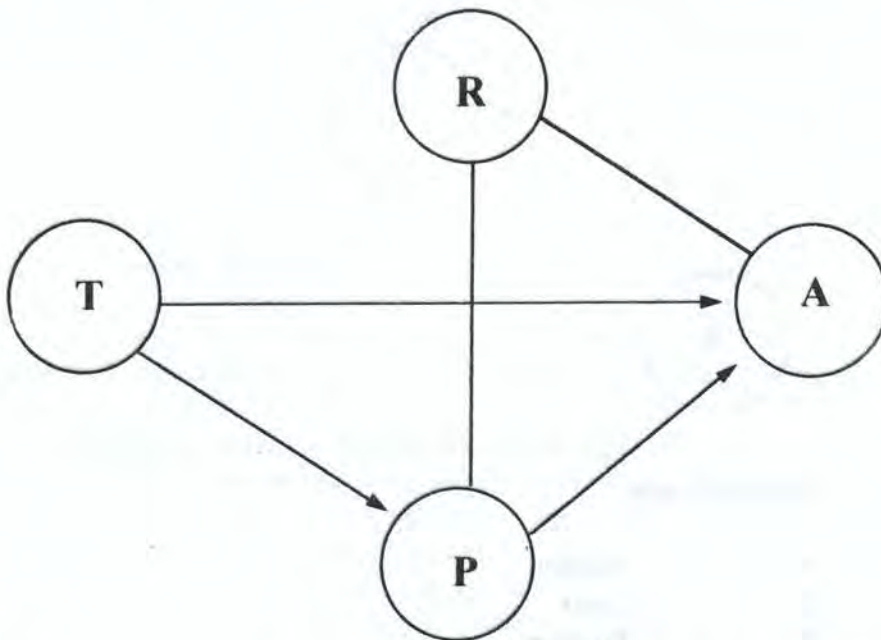
La meta educativa es que cada individuo acceda progresiva y sucesivamente a la etapa superior de desarrollo intelectual de acuerdo con las necesidades y condiciones de cada uno. El profesor debe crear un ambiente estimulante de experiencias que faciliten en el alumno su acceso a las estructuras cognitivas de la etapa inmediatamente superior, **independientemente** del aprendizaje de la ciencia.

## 2.3 Pedagogía Socialista

El desarrollo está determinado por la sociedad en la cual el trabajo productivo y la educación están íntimamente unidos para garantizar no sólo el **desarrollo** del espíritu colectivo sino el **conocimiento** pedagógico polifacético y politécnico y el **fundamento de la práctica** para la formación científica de las nuevas generaciones.

Dependiendo de la forma como el profesor y el alumno interactúen en la apropiación del conocimiento, se puede hacer la siguiente precisión:

**2.3.1 Pedagogía Socialista - Modelo Exploratorio:** donde tanto el profesor como el alumno están activos, es decir, no solo interactúan entre sí sino que ambos tienen acceso directo al tema. Por lo tanto, es un modelo donde hay un equilibrio en información y formación.



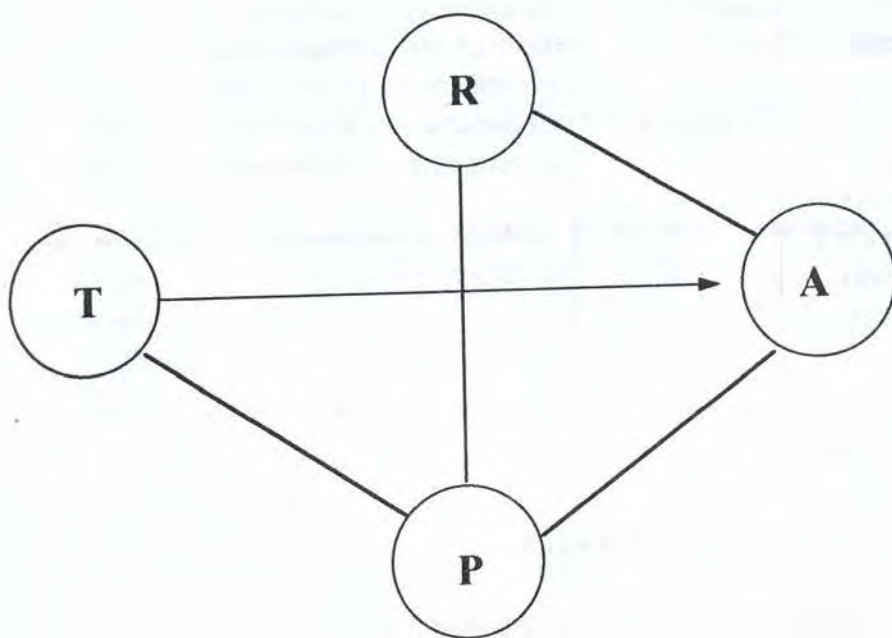
Es el modelo adecuado para implementar a nivel de pregrado, mediante metodologías como "El Taller", donde el profesor es un facilitador.



### 2.3.2 Pedagogía Socialista - Modelo Investigativo

Se diferencia del anterior en que si bien el profesor tiene el conocimiento necesario sobre el tema, es el estudiante quien tiene la responsabilidad de ir tras la búsqueda del mismo para apropiárselo y discutirlo con su profesor, mientras éste se dedica a investigaciones que servirán de complemento al tema y a orientar el trabajo de formación principalmente del alumno.

Vale la pena anotar que en este modelo el alumno está totalmente activo y hace énfasis en su formación investigativa, mediante el uso de metodologías como "El Seminario Investigativo". Se recomienda a nivel de posgrado.





## 2.4 Análisis Comparativo de los Tres Modelos

Tabla N° 1: Modelos Pedagógicos

Modelo	Metas	Relación prof/alumno	Método	Contenidos	Desarrollo
Tradicional	Formación del carácter.	Vertical	Transmisionista.	Resultados de la ciencia.	Cualidades innatas.
Desarrollista	Acceso al nivel superior de desarrollo intelectual.	Facilitador y estimulador de experiencias.	Creación de ambiente y experiencias de afianzamiento.	El <b>alumno construye sus propios contenidos</b> de aprendizaje.	Progreso secuencial a estructuras mentales superiores.
Socialista	Desarrollo pleno del alumno con pertenencia y pertinencia académica.	Orientador	Explorador o investigador.	Científico y tecnológico.	Progresivo y secuencial pero <b>orientado por el aprendizaje de las ciencias</b>

## 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 3.1 Las directivas de la Facultad deben promover, impulsar y apoyar una política, real y sincera, clara y transparente, de conversión del docente tradicional al docente investigador en todas las áreas del conocimiento a crearse en la Facultad, para que éste promueva y ejecute el cambio metodológico conexas al modelo pedagógico y al plan de estudio respectivo.
- 3.2 Dotación prioritaria en la Facultad de hemeroteca, centros de documentación, servicios de informática (redes), salas de micro para aquellos departamentos que requieren de esta herramienta para hacer los laboratorios de ciertos cursos del Núcleo Profesional, y micros para cada uno de los profesores de la Facultad para lograr fuentes actualizadas de información.
- 3.3 Reconvertir los laboratorios, talleres y campos de práctica, centros de demostración y comprobación a laboratorios de investigación y centros de desarrollo experimental, donde el alumno adquiera una verdadera experiencia en investigación y desarrollo.
- 3.4 Si se pretende fomentar y propiciar la creación de comunidades académicas, investigativas y científicas (Áreas del conocimiento o disciplinas), necesariamente **se tiene que intervenir la actual estructura de poder y control**, que en la Universidad y la Facultad, es agenciada a



través de las estructuras curriculares academizadas. Todavía es difícil tratar de hacer investigación.

- 3.5 El modelo pedagógico propuesto, bien sea **el exploratorio** o **el investigativo**, lleva al alumno a aprender por sí mismo y exige un cambio en el sistema de evaluación del alumno.

## BIBLIOGRAFÍA

1. McGiin, N. y Porter Galetar, L. "Modelos de planificación educativa para las comunidades marginales". La Educación - Revista Interamericana de Desarrollo Educativo.
2. Aristizábal, Arnoldo. Tesis sobre currículo y sus relaciones pedagógicas. Revista Educación y Cultura CEI-FECODE, N° 17, marzo/89.
3. Batista, Enrique. Universidad y Modelo Pedagógico. Revista pedagogía y docencia universitaria. Asociación de profesores, U. de A., 1984.
4. Fundación para la Educación Superior. Pedagogía de los valores ciudadanos, Ministerio de Educación Nacional, 1989.
5. Vasco, Carlos E. "Currículo, Pedagogía y Calidad de la Educación". Educación y Cultura CEID-FECODE, julio/93.
6. Restrepo C., Jaime. Cartas del Rector - U. de A. N° 6, abril/96.
7. Flórez Ochoa, Rafael. "Algunos comentarios para elaborar una propuesta pedagógico docente para el nuevo plan de desarrollo de la Universidad., 1996-1997". IV Congreso Nacional de Profesores Universitarios, Medellín, 1996.
8. Correa Uribe, Santiago. "Modelos pedagógicos y currículo en la Universidad". IV Congreso Nacional de Profesores Universitarios, Medellín, 1996.
9. Hurtado, Myriam. "El taller una forma de trabajo que posibilita la construcción de conocimiento matemático". Ciencia y Educación. Número 5, 1994.
10. Comité de Currículo, Facultad de Ingeniería, U. de A. - Actas, 1996.
11. Flórez O., Rafael. Hacia una pedagogía del conocimiento. McGraw-Hill, 1995.



# EXPERIENCIAS DE LA CREACIÓN DE UN PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**Zósimo Arévalo Velosa, Director del Programa de Ingeniería Electrónica, Corporación Universitaria de Ibagué - Coruniversitaria**

**Resumen:** El presente trabajo es un resumen de las consideraciones que dieron origen al Programa de Ingeniería Electrónica de la Corporación Universitaria de Ibagué, de los planteamientos hechos para su implementación, de las experiencias vividas y de las perspectivas cercanas sobre el mismo.

Se hace en él una rápida referencia a las condiciones históricas y locales que sirvieron de sustentación social para el programa, dentro del marco de referencia de la misma existencia de la Corporación. Dentro del contexto social, al cual ha de atender este servicio público, y basados en el conocimiento del estado actual y las tendencias de la ciencia y de la técnica, no solo electrónica sino de sus afines y de aquellas con las cuales interactúa, se realizó el diseño del plan de estudios a desarrollar. Utilizando una aproximación sistémica, se diseñaron grandes áreas del conocimiento, científico y tecnológico, tanto electrónico como de temas de soporte y afines, que preparan al futuro profesional para atender las necesidades anteriormente identificadas.

Como paso final se realizó la distribución interna de los conocimientos requeridos, en las áreas anteriores, en lo que comúnmente conocemos como asignaturas. Se plantearon las características que debe tener el proceso de aprendizaje y se incorporaron dentro de cada una de las asignaturas.

Se dio especial énfasis a la formación integral del individuo bajo el lema: "Queremos formar ciudadanos, no informar individuos". Se brindó especial atención a la formación humanística de la persona, al desarrollo de sus actitudes sociales y a la formación de sus habilidades como líder de la comunidad, por medio del área de desarrollo del espíritu empresarial.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Corporación Universitaria de Ibagué, Coruniversitaria, fue creada como entidad privada, sin ánimo de lucro, por la Corporación para el Desarrollo Humano del Tolima, la Asociación para el Desarrollo del Tolima y un grupo de empresarios del sector privado, e inició su funcionamiento en agosto de 1981 [1]. Fue creada con el propósito de brindar oportunidades de educación de alto nivel a los hijos de esta región, para servir los intereses de la misma, propiciar su progreso, apuntalar su desarrollo y traer a ella los avances, ventajas y comodidades del mundo actual.



Cumplidos escasos 4 años de la iniciación de sus labores, el 13 de noviembre de 1985, se presentó el desastre de Armero a raíz del cual el gobierno nacional aprobó diversas medidas [4] de apoyo para la región. El Decreto 3830 de diciembre de 1985 estableció exenciones tributarias y derechos de importación para estimular la inversión en el área afectada. La Ley 44 de 1987 amplió esos plazos hasta el 31 de Diciembre de 1988. Desde el punto de vista de nuestro interés estas normas ofrecían ventajas tributarias a empresas que utilizaran tecnología avanzada y se establecieran en la zona.

Fueron creadas 780 empresas de las cuales finalmente solo 50 lograron su cometido y subsistieron. Las actividades escogidas por estas empresas fueron: cemento, textiles, confecciones, procesadoras de café, licores, artes gráficas, grasas y plásticos [2]. Una importante cantidad de ellas se establecieron en las áreas de Ibagué y El Espinal [3].

Las características de estas empresas han sido excelentemente resumidas por Cruz, C. I. y otros [2]: "Las nuevas empresas se han caracterizado por ser modernas, tecnificadas, orientadas a la exportación y por lo mismo, con oferta de empleo limitada y, típicamente, con exigencia de calificación media y alta a la fuerza laboral que requieren" (pg. 143).

Lo anterior dió como resultado la decisión de ofrecer soluciones educativas, en áreas profesionales relacionadas con la Ingeniería, que atendieran las necesidades de las industrias de reciente fundación.

En enero de 1993 inician su funcionamiento los Programas de Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Sistemas y el Convenio con las Universidades de Gante y Lovaina de Bélgica para el establecimiento del Programa de Especialización en Automatización Industrial. En enero de 1995, dentro de la misma política, inicia su funcionamiento el Programa de Ingeniería Electrónica destinado a suministrar el soporte requerido por la tecnología avanzada con la cual se dotaron las empresas creadas. El Programa de Electrónica fue comunicado y radicado ante el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior - ICFES - el 4 de noviembre de 1994 con el número 035371.

Los nuevas formas de comercialización, causa de la internacionalización, la apertura y la necesidad de ser altamente competitivos, exigen a la Ingeniería el reto de identificar y proporcionar respuestas adecuadas a las necesidades de innovación y renovación tecnológica de las empresas para asegurar su nivel de competitividad en los mercados nacionales e internacionales en los cuales ofrecen sus productos.

El crecimiento de la región exige mayor cubrimiento y eficiencia de las comunicaciones de tipo industrial, comercial y recreativo con mejor calidad y a costos inferiores, ateniéndose a los patrones que gobiernan la competitividad del mundo presente.

La Corporación tiene como misión formar profesionales integrales que atiendan estas necesidades sin distinción de sexo, origen o credo y recibe con mucho agrado la presencia de gentes de otras regiones del país que aporten puntos de vista, soluciones y culturas diferentes que cimenten el concepto de nacionalidad.

En este artículo se tratan los siguientes temas: Soporte que la electrónica puede brindar a las necesidades estimadas de la región, propuesta del cubrimiento de estas necesidades a través de un plan de estudios, implementación del plan, proyección futura y conclusiones.



## **2. NECESIDADES DE LA REGIÓN**

Los tipos de industrias que se crearon en la región están concentradas principalmente en los textiles, las confecciones, la fabricación de productos y sustancias químicas [4]. Las industrias ya existentes están representadas por los textiles, el cemento, los licores y la agro-industria. Adicionalmente, se detectan necesidades en las áreas de aplicaciones a la salud y en las comunicaciones.

Dentro de las industrias con mayor y más reciente tecnología se destacan la industria del cemento, los textiles, las de procesamiento de alimentos y las de aplicaciones a la salud. Sus necesidades se enfocan en las áreas de control de potencia eléctrica y automatización de los procesos de transformación, en instrumentación electrónica con o sin posibilidad de comunicación con otros dispositivos y aparatos electrónicos y en el mantenimiento especializado.

Las industrias existentes requirieron de una importante actualización tecnológica con énfasis en el control electrónico de potencia eléctrica, en la automatización de procesos, en instrumentación y en el manejo gerencial de las nuevas tecnologías. El área de la salud ha venido siendo influenciada por los avances de la electrónica y requiere de actualización tecnológica en iguales o similares temas. Las comunicaciones han sido muy influenciadas por los avances recientes, la creciente necesidad de mayor cobertura y por las necesidades industriales, comerciales y recreativas.

*Pueden resumirse las necesidades en electrónica, de la industria y de la sociedad de la zona, en:* Control electrónico de potencia eléctrica, automatización, instrumentación electrónica, aplicaciones a la salud, aplicaciones a la agro-industria y comunicaciones.

## **3. ESTADO ACTUAL Y PROYECCIÓN DE LA ELECTRÓNICA.**

Como es ampliamente conocido la electrónica ha incursionado prácticamente en todas las áreas de la actividad humana. De ellas requerimos para atender la necesidad planteada, las comunicaciones, las aplicaciones industriales y las aplicaciones en la medicina. En comunicaciones: comunicaciones alámbricas e inalámbricas convencionales y las más recientes comunicaciones de tipo digital. En aplicaciones industriales: el control de potencia eléctrica, la automatización de procesos industriales en las áreas de cementos, textiles, producción agrícola de alimentos y producción industrial de alimentos y bebidas. En el área de la salud: la instalación y el mantenimiento de equipos electrónicos para el diagnóstico de pacientes y equipos para la elaboración de pruebas diversas de laboratorio clínico.

Como estrategia de actualización tecnológica y científica planteamos una primera fase de actualización tecnológica en donde nos proponemos llevar el recurso humano a un nivel comparable y competitivo con el mundo actual y una segunda fase de actualización en el campo científico, para dejar de ser solamente consumidores de tecnología.

## **4. PROPUESTA DE CUBRIMIENTO A LAS NECESIDADES**

Basados en los anteriores planteamientos, nos proponemos facilitar el acceso al conocimiento y la formación en tres aspectos que consideramos fundamentales. El conocimiento técnico profesional aplicado con criterio humanístico y social al logro del mejor desempeño empresarial.

En el aspecto humanístico queremos formar a la persona íntegra e integralmente. En el aspecto de proyección al beneficio social queremos brindarle herramientas que la conviertan en generadora de



empresas, o en motor de renovación de las ya existentes. Y, en el aspecto técnico queremos brindarle los conocimientos específicos fundamentales para atender las necesidades identificadas.

Definido el objetivo final examinemos los requisitos y necesidades que nos llevarán a su cabal cumplimiento. En el campo humanístico debemos dar la formación necesaria sobre las normas, ya establecidas por la sociedad, que regulan el manejo de los aspectos relacionados con la ingeniería en general y con la electrónica en particular. Para ello, requerimos crear conciencia sobre las normas y valores sociales y los marcos de referencia que regulan el comportamiento del ser humano. Dentro del campo empresarial debemos suministrar el conocimiento sobre las empresas, especialmente las de carácter electrónico. Debemos conocer los entornos en los cuales se desempeñan estas empresas y las condiciones económicas propias y las de su sector de influencia. Como base fundamental requerimos conocer sus estructuras internas y su manejo, especialmente de las de mayor éxito, sin descuidar el análisis de las que afrontan dificultades.

Por último, el objetivo técnico profesional deseado lo fundamentamos con los conocimientos básicos de la ingeniería electrónica como los circuitales, la electrónica básica, y sus aplicaciones a las comunicaciones, la industria y la salud. La comprensión profunda a nivel profesional de estos conceptos y realizaciones exige, el conocimiento y habilidad operativa de las bases científicas y solo con un amplio dominio de ellas, podremos hacer realidad el objetivo de largo plazo de lograr nuestra actualización científica como conglomerado social.

Los anteriores planteamientos nos llevan a una conceptualización de áreas del conocimiento y no a fracciones desintegradas agrupadas en asignaturas. Establecidas estas áreas del conocimiento las distribuimos, dentro del recurso tiempo, en asignaturas integradas, no solamente dentro del campo técnico sino de este con los campos humanístico y de realización social.

## **5. IMPLEMENTACIÓN**

### **5.1 Plan Profesional General en Electrónica. Áreas de Formación**

El diagrama anexo al final muestra la distribución en el tiempo de las diferentes áreas del conocimiento que intervienen en la formación. Se tomó como tiempo de duración de la carrera el normalmente utilizado en la actualidad. Como se verá en la Proyección Futura, este tiempo no necesariamente debe ser cinco años como ha sido la costumbre en el país. Se distinguen tres grandes agrupaciones. El Área de Formación Profesional, el Área de Formación Humanística y Complementaria y el Área de Formación Científica.

Es importante notar que la formación profesional se inicia con el inicio de la carrera, en contraposición con la costumbre de esperar el primer contacto hasta el cuarto, o en ocasiones hasta el quinto semestre, lo cual representa una espera del 40 - 50% del tiempo total de los estudios. Se observa que la formación humanística y científica tiene su mayor énfasis al inicio cuando se requiere la cimentación profunda para la correcta comprensión de las actuales realizaciones de la ingeniería y la sustentación de los avances futuros. Esta etapa se extiende hasta cubrir conocimientos avanzados en las ciencias, que serán el futuro soporte de las nuevas realizaciones.

El Área de Formación Profesional está dividida en sub-áreas de conocimientos específicos de la Ingeniería Electrónica como las áreas circuitales, de electrónica básica, de electrónica digital, de campos electromagnéticos y de fundamentos de electrónica industrial. Estas sub-áreas, o parte de



ellas, se agrupan en niveles intermedios: 1) Área de Formación Profesional Básica que responde específicamente a esta necesidad. 2) Área de Formación Profesional Avanzada que comprende la parte más avanzada de los conocimientos anteriores, junto con otros de carácter también más avanzado que no significa, ni busca, ser Especializada. Aunque ubicadas en los tres últimos periodos académicos pertenecen a esta área las Comunicaciones Digitales y el Área de Formación Empresarial, con énfasis en empresas de carácter electrónico, ambas consideradas fundamentales para los ingenieros que buscamos formar. 3) Área de Elección que agrupa conocimientos más específicos, de carácter Electivo, sobre los temas de comunicaciones, aplicaciones industriales y aplicaciones a la salud junto con el trabajo para optar el título de Ingeniero denominado Proyecto de Grado, que tiene como característica fundamental el estar enmarcado dentro del tiempo destinado a la realización de la carrera.

### **5.2 Plan de Estudios.**

En el anterior orden de ideas y planteamiento, el Plan de Estudios específico corresponde a la distribución y agrupación de los temas que se consideren deben constituir las diferentes áreas. A esta distribución en el tiempo es a lo que conocemos como asignaturas, con la diferencia que en esta organización la coordinación e integralidad entre las mismas es prácticamente inmediata pues lo que se diseña es un área y no un agrupación de materias. De otra parte la coordinación e integralidad entre las áreas es mucho más fácilmente obtenible por tratarse de un menor número de elementos a coordinar, que se manejan a un nivel más general y de menor detalle específico.

### **5.3 Características Internas de las Áreas.**

Siempre que es posible toda asignatura del Área Profesional tiene su respectivo laboratorio. Se trata de complementar y cimentar con el trabajo práctico los conocimientos adquiridos durante las sesiones teóricas.

Varias de las áreas tienen como, complemento adicional, la práctica a través de la simulación o lo que pudieramos llamar la práctica por medio del computador.

Todas las asignaturas tienen una componente que forma el espíritu investigativo por medio del estudio de textos especialmente seleccionados cuyo nivel, en ocasiones, es de mayor complejidad que el manejado en la sección teórica.

Dentro de este esquema cada asignatura puede estar compuesta de hasta cuatro componentes: teórica, práctica, de simulación e investigativa.

Las asignaturas del Área Profesional cuentan por lo menos con tres de estos componentes y en un área específica por lo menos una de sus asignaturas cuenta con las cuatro componentes.

## **6. PROYECCION FUTURA**

### **6.1 Estabilidad y Dinamismo.**

Este tipo de organización por áreas, en lugar de por asignaturas, nos permite renovar, cuando sea necesario, los contenidos sin pensar en reformas curriculares frecuentes o sin optar por la opción de adicionar los nuevos temas a la asignatura que más se le parezca, congestionando los currículos de una manera, a la postre, inmanejable. Las áreas, como tales, han demostrado su capacidad de permanencia a lo largo del tiempo y se espera que así continúen. Esto nos permite contar con un plan de estudios a la vez estable en el tiempo y con la capacidad dinámica de renovarse de acuerdo con las necesidades. Pudieramos decir que en esta forma obtenemos un plan estable en su



estructura y dinámico en su detalle. Aún más, si observamos muchos otros currículos, diseñados o no en esta forma, vemos que presentan estas mismas características lo que nos lleva a pensar que se pudiera también hablar de una estabilidad no solo en función del tiempo sino en función de la ubicación geográfica.

## **6.2 Niveles de Escolaridad.**

*Especialización y estudios avanzados.* Dentro de un diseño curricular es de esperarse que se disponga de la posibilidad de realizar estudios más avanzados que los suministrados en el plan básico. La posibilidad de elegir diferentes áreas de énfasis prepara el camino hacia la conformación de los recursos y la experiencia necesarios para el establecimiento de estudios avanzados a diferentes niveles de profundización. Esa elección temprana permitirá revisar el parámetro del tiempo clásicamente utilizado para los diferentes niveles de educación superior. No podemos olvidar que, en nuestro mundo actual, la riqueza de las naciones está en razón directa con la velocidad con que su gente aprende.

*Estudios de nivel intermedio.* La estructuración por áreas nos permite organizar el avance, en los conocimientos respectivos, desde los niveles más fundamentales hasta los más avanzados y de la más reciente actualidad. Dentro de este esquema podremos, con ajustes relativamente pequeños, construir diferentes niveles de profundidad en el conocimiento, utilizando lapsos de tiempo diferentes, optimizando la utilización de los recursos disponibles y ofreciendo un servicio que satisface una amplia gama de necesidades intermedias no atendidas suficientemente.

*Convenios.* La necesidad actual optimización de recursos educativos demanda la existencia de Convenios de apoyo mutuo a nivel inter-institucional, en la cual se utilizan las fortalezas de alguien para reforzar las debilidades de otro. Además de los convenios ya existentes, que benefician directamente al programa, se cuenta con convenios con instituciones de mucha trayectoria en la enseñanza de la electrónica y se buscan otros para reforzar las diferentes áreas ofrecidas.

## **7. CONCLUSIONES**

Se ha creado un programa para atender necesidades específicas de una región, y que sirva como motor de desarrollo en su área de influencia, diseñado con criterios que buscan tener en cuenta las deficiencias de los modelos tradicionales, las virtudes que demostraron durante mucho tiempo y los avances recientes en el campo tecnológico y en el campo educativo.

Se ha probado el modelo propuesto desde su creación durante cuatro semestres, mostrando su realizabilidad y demostrando las bondades de acercar al estudiante a su profesión desde el inicio de su carrera sin demérito de la fundamentación científica que debe recibir para soportar su futuro desarrollo tecnológico y científico.

Simultáneamente se han identificado y trabajado con cuatro componentes del proceso de aprendizaje: el conocimiento teórico, la comprobación práctica, la simulación, ayudada por computador y el desarrollo de la capacidad investigativa.

Esta metodología que, no reclama nada de nuevo, solo trata de recoger lo mejor de las experiencias, propias y ajenas, vividas en la academia y en la práctica profesional, y basada en la simple observación del comportamiento de la naturaleza que no destruye, para crear de nuevo, sino que transforma permanentemente por medio de un proceso de cambio continuo y nunca abrupto.



## **8. AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia a la Corporación Universitaria de Ibagué, Coruniversitaria, y especialmente a su Rector, Dr. Leonidas López Herrán, quien confió en nosotros y nos brindó la oportunidad de llevar a la práctica nuestra forma de plantear la formación en Ingeniería Electrónica. En segunda instancia a todos aquellos que han creído en nuestro modelo y se han hecho partícipes del mismo, implementándolo y mejorándolo: nuestros profesores, estudiantes y administrativos que nos brindan su permanente apoyo.

## **REFERENCIAS**

- [1] Plan de Desarrollo, 1993 - 1998, Corporación Universitaria de Ibagué.
- [2] Cruz C. I, Parra F, Roa N, Armero: 10 Años de Ausencia, Fondo Resurgir - FES, Coruniversitaria.
- [3] Cámara de Comercio de Ibagué, 1991, Revista Tolima Ibagué. Cámara de Comercio de Ibagué 1990, Boletín. Indicadores Económicos.
- [4] Tolima Industria y Desarrollo, Secretaría de Agricultura y Desarrollo del Departamento, Asociación Nacional de Industriales - ANDI, Asociación para el Desarrollo del Tolima -ADT, Editorial El Poirá, Ibagué.



PLAN PROFESIONAL CURRICULAR GENERAL, EN ELECTRONICA

X

IX

VIII

VII

VI

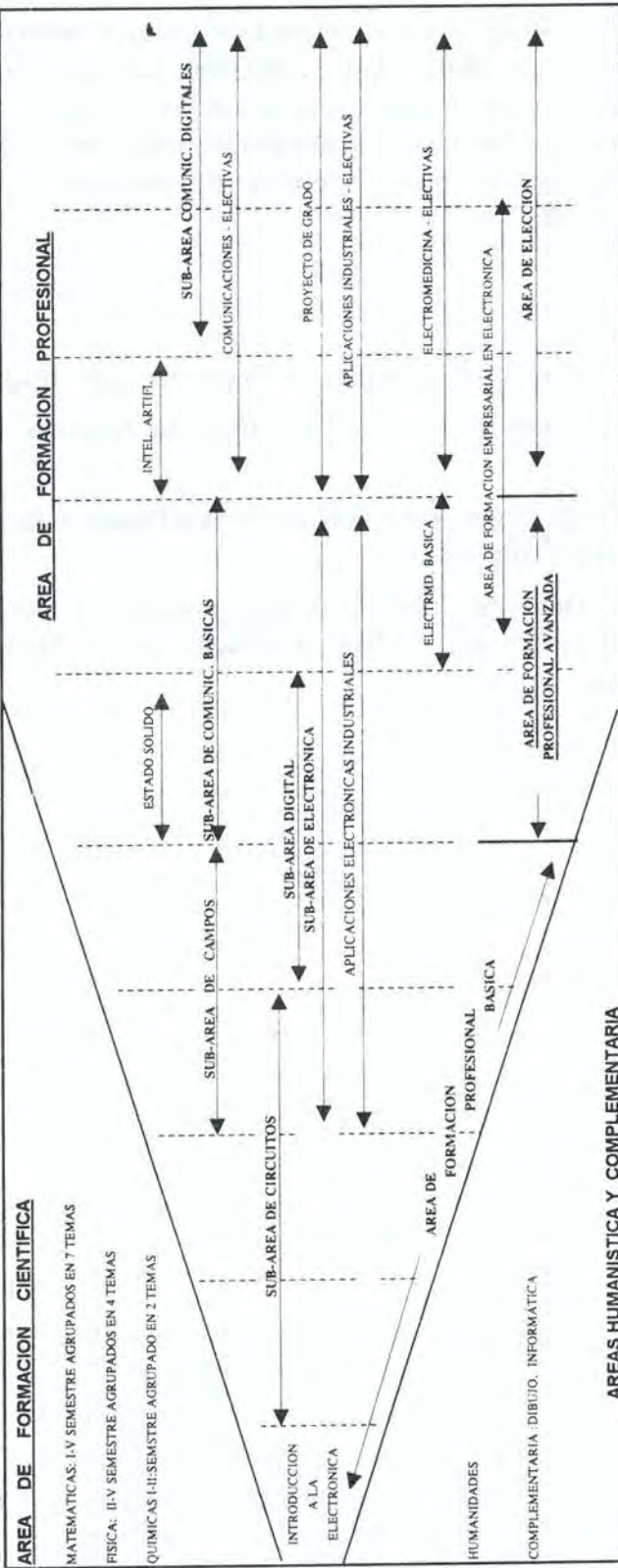
V

IV

III

II

I



**Características Fundamentales:**

- 1) Profundo contenido en Formación Científica
- 2) Profundo contenido en Formación Humanística
- 3) Énfasis en Formación Empresarial
- 4) Formación Profesional suficiente para las diversas necesidades y oportunidades
- 5) Posibilidad de Elección de énfasis en una de tres áreas de alta necesidad y oportunidad
- 6) Vinculación a la Electrónica durante todo el ciclo
- 7) Crecimiento gradual en vinculación a la electrónica

Zósimo Arévalo, Agosto 1995



## **DESARROLLO HUMANO, ENDOGENACION Y SINERGIA: FUNDAMENTOS PARA LA FORMACION DEL INGENIERO COLOMBIANO**

**Javier Moncayo Salazar**  
**Universidad Mariana**

Cambios significativos nos acercan al nuevo milenio. Ellos se manifiestan en las nuevas funciones asumidas por el conocimiento y su aplicación práctica a la vida diaria, como fruto de las vertiginosas transformaciones tecnológicas de la física del estado sólido, la electrónica, la cibernética y la microbiología que ejercen importante influencia en los sectores de producción de bienes y servicios, las organizaciones, la actividad agraria, las formas y medios de comunicación.

La velocidad de los cambios que afecta también a la educación, exige en los actuales momentos profundas transformaciones en la gestión de la Universidad para avanzar hacia un proceso de formación que entienda al hombre en su totalidad multidimensional y le permita adaptarse, convivir y proyectarse en una nueva sociedad donde se requiere una alta calidad de los valores éticos, morales y de relación consigo mismo, con sus semejantes y su entorno; para ello, es indispensable la creación de ambientes educativos adecuados que posibiliten el crecimiento individual y grupal haciendo de la investigación una práctica permanente con el fin de asegurar la vinculación de la Universidad con los procesos productivos en todos sus órdenes.

Pero no se trata de modernizar la universidad manteniendo las prácticas convencionales; sino comprender y optimizar los procesos de formación para evitar la tecnificación del error. Es necesario entonces, concebir a la universidad como una organización que aprende, que se nutre de sus propios valores, asimila críticamente las experiencias de sus pares y hace posible la participación responsable y creativa de todos sus integrantes en la construcción y mejoramiento de espacios para la formación continuada. En ese sentido son cada vez más frecuentes los procesos de desescolarización, las estrategias que permiten relativizar el tiempo, el esfuerzo y el ritmo de aprendizaje, el perfeccionamiento de los mecanismos de acceso a la información y las acciones que proporcionan una respuesta favorable a las presiones internas y externas.



## **INTRODUCCION.**

El hombre ha dedicado valiosos esfuerzos en la elaboración de dispositivos y estructuras para hacer más útiles los recursos que la naturaleza nos ofrece. A estos hombres, predecesores de la Ingeniería moderna se debe la creación de múltiples artefactos que han facilitado el paso del hombre por el mundo. La diferencia más importante entre estos ingenieros clásicos y sus colegas modernos radica fundamentalmente en los conocimientos en que basan sus creaciones. Mientras los ingenieros clásicos se vieron limitados por la escasa comprensión de los principios de los materiales, la energía, el movimiento y situaciones relacionadas, el ingeniero actual se ve afectado por un mundo donde existe una inmensa acumulación de información. Se ha multiplicado varias veces la comprensión del hombre acerca de la estructura de la materia, los elementos y sus relaciones, las leyes del movimiento, los procesos de transformación de la energía y aún más, el predominio de la información sobre la energía. En consecuencia, la ingeniería contemporánea procede de dos fuentes que hasta hace poco no tenían relación alguna. Una de ellas es la evolución de una persona que a través de la experiencia ha venido perfeccionando su habilidad para la construcción de máquinas, estructuras y otros artefactos complejos. La otra es más reciente y tiene que ver con el acelerado crecimiento del conocimiento científico. En contraste con la ingeniería del pasado, la ingeniería moderna recurre mucho a la ciencia, aunque el arte aún contribuye en buena parte. En ese sentido, los ingenieros siempre fueron y aún son personas dedicadas a generar transformaciones que afectan su entorno natural y social circundante. En la actualidad para cumplir ese cometido, se hace uso de la ciencia cada vez con mayor frecuencia.

La formación del nuevo ingeniero en Colombia requiere entonces de una fuerte dosis de conocimientos en ciencia aplicada y el espacio natural para lograrlo es la Universidad que se constituye en la empresa humana por excelencia a quien la sociedad le ha encargado la responsabilidad de producir y reproducir el conocimiento para las nuevas generaciones. Pero la velocidad de los cambios también afecta la manera como se interactúa con el conocimiento. Cada vez más asistimos a una competencia educativa que no solo requiere de investigación y perfeccionamiento de las estrategias de aprendizaje, sino que aceleradamente exige información actualizada como componente básico de ese conocimiento.

## **DESARROLLO HUMANO.**

El desarrollo humano entendido como la construcción de sujetos individuales y colectivos, dentro de unas condiciones históricas, sociales y culturales específicas concibe al hombre como una totalidad multidimensional que se sabe un ser histórico-social, simbólico, lúdico-sensible, productivo, afectivo y trascendente. Esta serie de potencialidades lo diferencian de los otros seres vivos sobre la tierra y son susceptibles de potenciar y desarrollar mediante el acto educativo intencional.



El sujeto, en cuanto en cuanto tiene conciencia de si mismo, de sus acciones y características es un ser productivo y generador de sus propias condiciones de existencia. La construcción del sujeto colectivo exige además ser conciente de la transformación del mundo de la vida que según la escuela de Frankfurt se halla integrado por tres submundos: el mundo físico-natural al cual está integrado el hombre por razón de su existencia y su relación con las cosas allí presentes; pero además el hombre se encuentra ligado al mundo simbólico que constituye el espacio de la cultura y los lenguajes tanto naturales como artificiales; de igual manera, se relaciona con otras personas, forma grupos, se relaciona con ellos para dar lugar al mundo social.

## **DESARROLLO ENDOGENO**

Ordinariamente se considera a la cultura como la expresión de los diferentes saberes, creencias, tradiciones y actividades de un pueblo. Un análisis somero de las actividades cotidianas de nuestro país nos permiten afirmar que las actividades científicas en nuestro país han sido pocas, individualmente realizadas y sin apoyo institucional o social claramente identificable. Pero a pesar de los esfuerzos individuales, en muchos casos significativos, no se puede afirmar que en Colombia exista una comunidad científica que haya creado pensamiento propio y menos aún se ha manifestado la actividad ingenieril con alternativas de competitividad seria frente a los cánones establecidos por los países desarrollados. En consecuencia, se puede afirmar que el mayor patrimonio productivo de la humanidad, la ciencia es prácticamente ajena a nuestra cultura. Frente a esta realidad, es conveniente no solo apoyar sino desarrollar efectivamente la investigación desde diferentes frentes para conocer el entorno natural y social que nos rodea, comprender su funcionamiento, valorar sus recursos potenciales y desarrollar formas particulares de explotación para convertirlos en fuentes de bienestar de la sociedad sin dejar una deuda ecológica o social que pueda afectar a las generaciones futuras; es decir, fundamentar distintas estrategias de desarrollo local, regional y nacional reconociendo los valores propios sin perder de vista la producción universal.

## **DESARROLLO SINERGICO.**

El proceso de potenciación sinérgica, es el proceso educativo eminentemente profundo en el marco de una alternativa pedagógica renovadora y significa poder crecer individual y socialmente en la medida en que se aprende, es decir, en la medida en que se comprende.

Desde un punto de vista más amplio, se trata de que la educación tenga dentro de sí, dentro de sus propios procesos, la capacidad real para generar autonomía, es decir, la educación debe constituir un proceso eminentemente autopoyético en donde las potencialidades del hombre crezcan y se desarrollen.



Lo anterior tiene sentido en una nueva educación donde se concibe holísticamente tanto al hombre como al universo su accionar se orienta no solamente en el hacer, sino fundamentalmente en el ser. Sólo es posible llegar a ser en la medida en que se obra con criterio de complementariedad para crecer individual y colectivamente a partir de la interacción armónica con sus semejantes y con la naturaleza.

## **ALGUNAS IMPLICACIONES CURRICULARES.**

Teniendo en cuenta los supuestos teóricos que además de las capacidades cognitivas conjugan la exigencia de otras capacidades y rearticulan el conocimiento tanto como proceso científico y tecnológico como en su condición de comportamiento social, se fijan a continuación una serie de competencias o habilidades cognitivas que debe poseer el nuevo profesional de la ingeniería:

Amplias capacidades para el pensamiento conceptual y el razonamiento abstracto: en cuanto van a permitir al ingeniero fecundidad en el análisis de instrucciones complejas necesarias no solo para trabajar sino para utilizar dispositivos tecnológicos de uso frecuente.

Capacidad para generar y manipular modelos mentalmente: El poder modelar la realidad es una de las características cognitivas más importantes ya que en la actualidad muchas representaciones han sido elaboradas con base en el lenguaje digital y funcionan con representaciones diferentes a la escrita.

Habilidad para codificar y decodificar escrita, verbal y de imagen: Es conveniente cifrar y descifrar diferentes tipos de información que fluyen por vía oral, escrita y/o digital mediante órdenes, textos e imágenes.

Iniciativa para el liderazgo de procesos y el trabajo cooperativo: Es conveniente que cada profesional de la ingeniería, se convierta en dinamizador de procesos que permitan la transformación de la realidad a partir de la participación y la cooperación.

Capacidad para la producción creativa a partir de la investigación: El desarrollo a partir de valorar las condiciones propias sólo puede lograrse mediante el estudio pormenorizado del medio circundante; de manera que los diferentes procedimientos de investigación deben convertirse en los principales auxiliares de nuevo ingeniero.

Desde el punto de vista de las ciencias aplicadas por ejemplo, es necesario rediseñar en varios apartes, el enfoque curricular convencional; en efecto, ya no son las técnicas del álgebra lineal y el cálculo diferencial e integral del enfoque tradicional lo que caracteriza el conocimiento matemático aplicable en la época contemporánea. En los procesos donde interviene la investigación de operaciones, los sistemas dinámicos y los modelos no lineales se emplean técnicas estocásticas para encontrar las soluciones óptimas. En los estudios de control donde



intervienen partículas elementales, la experimentación física no se fundamenta en las prácticas directas sino que se hace uso de los métodos numéricos y la experimentación computacional.

Desde el punto de vista de la gestión, además del uso apropiado de diferentes componentes tecnológicos que apoyan la gestión educativa, es conveniente tener en cuenta ciertas ideas vitales contemporáneas que hacen posible la permanencia de las organizaciones:

**Desescolarización.** El proceso de desescolarización consiste en desprenderse de la mayor parte de hábitos educativos convencionales para dar paso a formas alternativas como el claustro electrónico, los grupos de interés, los centros de teleconferencia, las pruebas con libro abierto, el horario flexible, ambientes relajados, entre otros.

**Protagonismo de procesos.** Es conveniente llevar a la práctica la función social de la educación dinamizando la autogestión del estudiante en su propia formación y otorgar mayor relevancia a los procesos de aprendizaje.

**Flexibilizar el tiempo de ciclo.** Se requiere de la aplicación de estrategias que permitan mayor adaptabilidad a la velocidad de los cambios y mucho más centradas en habilidades genéricas y transferibles, como encontrar y aplicar la información relevante.

**Identificar y desarrollar competencias críticas.** La universidad necesita valorar puntualmente no solo la relación costo beneficio sino también los estados críticos que es necesario superar para actuar en concordancia con la velocidad de los cambios.

**Comportamiento organizacional moderno.** Actuando como una organización que aprende, la universidad debe aplicar frecuentemente las funciones preactiva y proactiva para lograr la construcción de un futuro fundamentado en anhelos y deseos colectivos.

## REFERENCIAS

- CARRILLO G. Francisco Javier. "La Universidad Virtual, Contexto y Perspectivas.
- MOJICA S. José Francisco. "Aplicación de un Modelo Prospectivo en las instituciones Educativas. U de la Sabana 1994.
- MEJIA J. Marco Raúl. "Un nuevo Escenario para la Innovación". CINEP.
- HENAO Myriam. "La Conquista de Espacios para la Ciencia". COLCIENCIAS.
- DELGADO SALGAR Ricardo. "Desarrollo Humano, un punto de vista Alternativo.
- KRICK Edward. "Fundamentos de Ingeniería".



# REINGENIERIA HUMANISTA DEL INGENIERO

(RESUMEN)

Vicente Delgado Ordoñez

Universidad Mariana

*"La humanidad puede vivir sin ciencia pero no sin hombres honestos que transformen el Universo para el Bien Común"*

*Para no perderme en sutilezas, con Lipovetsky, describo a la situación actual como un panorama desconcertante en donde estamos llenos de vacíos y por lo tanto llegó la hora para redefinir los sistemas, la ciencia, las tecnologías, el confort, las extravagancias de la ilustración, la racionalidad y el fin de toda barbarie.*

*La racionalidad engalanada con el positivismo lógico a través de ciencias, tecnologías y filosofías utilizando vuestro ingenio ha conducido a la humanidad a 300 años de fría industrialización en donde en el siglo XVIII presenciamos la revolución francesa, en el siglo XIX presenciamos los efectos de la revolución industrial y los avances científicos en medio de la soledad y la ausencia de sentido, en el siglo XX vemos que las promesas del progreso y de la razón dejan ver el hueso debajo de su carne. Y a las puertas del siglo XXI debemos impedir que no caigamos en las trampas de la razón, debemos oponernos a que una falsa concepción de la razón, ésta beba sangre como cualquier bestia en una fiesta con la música de los clásicos al fondo, la mitad del mundo empobrecido delante de la opulencia, el agua envenenada, el ozono destruido, la fauna y la flora reducidas a imaginaciones fantásticas de los abuelos.*

*No se crea, que me he declarado enemigo de la razón, la ciencia y el progreso. Amo el progreso y me cautivan los adelantos con que cada día la sociedad tecnológica me sorprende; me gratifica que la máquina libere al hombre de tareas automáticas para que nos sumerjamos en la más grande aventura de SER HOMBRES. Pero, no soporto el autoritarismo técnico. Aplauzo la creatividad, la innovación y los adelantos pero exhorto a que no se hagan en detrimento de la persona.*

*Colombia cree en las capacidades de los Ingenieros para encauzar su modus vivendi, por lo tanto insto a la comunidad de ingenieros a que reflexionéis el anterior planteamiento porque de lo contrario como tercermundistas estaremos al borde de la desaparición histórica ya que se levantará una sociedad individualista, nomadista, narcisista, cibernetizada y utilizará sus facultades creadoras y nos invadirán. Para convencerlos, de ello, John Hinton (quien participó*



en la fabricación de la primera bomba atómica) dice: "...a causa del error que consiste en separar la ciencia del hombre, me vi obligado a trabajar en la guerra... pensaba que debía dedicarme a la ciencia pura... me avergüenzo por el horror de los bombardeos... la ciencia pura no existe... la ciencia tiene sentido en la medida en que sirva al hombre... me dirijo a los sabios... y les digo: !PENSAD EN LO QUE HACÉIS!".

Colombia requiere una Ingeniería que cambie hacia la vida la inmensa energía creadora para tejer redes con sentido de horizonte, perspectiva y proyectividad; mediante la estrategia de interpretación: Socialización de conocimiento compartido, adjunto a una enseñanza amparada en una nueva carta de navegación en donde para hacer al mundo primero tenemos que hacer al Hombre.

### REINGENIERIA HUMANISTA DEL INGENIERO - REHIN -

"Por una Ingeniería con Rostro Humano"

Los estudiantes y maestros de Facultades de Ingeniería pueden ser presa fácil del problema de la rutina Universitaria y profesional, que inmersos en su quehacer después de muchos años ignoran lo fundamental: Qué sentido tiene todo y quién soy yo realmente?. Y domados como datos de un engranaje salen como hipnotizados y caen en las redes de una ilusa razón y progreso, pilares de la actual civilización, que si bien es cierto ha llegado al máximo dominio de muchos aspectos que puedo considerar como tapas voluminosas del abandono y olvido del ser humano y natural.

La falsa concepción de progreso, historia, razón, ciencia, tecnología, industria ... nos condujo a una superioridad a favor de la rentabilidad, a pensar que somos mejor que otras especies ... ésta mentalidad amparada por la educación nos acreditó para convertirnos en la especie más peligrosa del planeta y de seguir así no sabríamos decir qué rumbo seguirá la civilización, porque es que hay un extraño placer en dominar fraudulentamente a lo otro.

En algunos aspectos, verdad que valoro el ingenio, la laboriosidad y evidente capacidad de dominio, sin embargo hay un no se qué margen de crueldad e irrespeto por el orden misterioso; en el fondo de nuestra inteligencia una espesa niebla de estupidez hace que utilicemos nuestro talento para atroces designios que construyen nuestro patíbulo y de ahí que el vértigo de la moda nos encadene, las ciudades crezcan sin control, pesticidas envenenen la naturaleza para salvar el capital, las industrias militares produzcan instrumentos bélicos, se multipliquen escombros no biodegradables, propagandas alienen la mente, ... maestros sin pedagogía destruyan la relación viva con el mundo por un rancio discurso que idolatra opiniones de manera autoritaria obstruyendo el conocimiento, los ociosos inventos de la tecnología nos hagan más pasivos y nos conviertan en inválidos sociales. Y ahora desterrado lo divino, lo natural, sólo queda que se acabe de desterrar a lo humano.



Las anteriores conductas son hijas de una sociedad industrial que con su código oculto de seis principios interconexos programaron la vida de 6 mil millones de humanos afectando a todos los aspectos de la vida, ellos son: uniformización, especialización, sincronización, concentración, maximización y centralización y, gran parte de los conflictos se centran en este código oculto. Pues a estas acciones, no se dejan esperar reacciones, ya sea por conservación darwiniana o por sentido de trascendencia y es así que a partir de 1950 surgen tres movimientos culturales: la generación existencialista, los alienados y los postmodernos como vehículos de cambio a través de una revolución social que no estalla sino que está ocurriendo.

Situaciones todas ellas patrocinadas por ideologías como el mercantilismo, el feudalismo, el fascismo, el comunismo y el capitalismo que levantó templos a los antihumanismos de la hiperignorancia en lo educativo, la hiperpobreza en lo social, la hiperinflación en lo económico, la hipercorrupción en lo político y la hiperindiferencia en lo ecológico en medio de nihilismo, anarquía y alienación.

Antes de incurrir en una falacia de distracción, sostengo que la sabiduría de filosofías, ciencias, tecnologías, ingenios y profesiones en si no son buenas ni malas, sino que ello depende de la intención de consciencia que se tenga en su uso o abuso y el problema radica en que aún no somos plenamente humanos, es decir, no hemos adquirido la suficiente capacidad y equilibrio espiritual para hacer uso recto y correcto de tales dones y de ahí que los evangelistas censuren el dar las perlas a los cerdos. Y para no viajar como barco a la deriva en alta mar, como solución teórica sugiero la siguiente propuesta: COMO HACER OPERATIVA UNA FORMACION DE REINGENIERIA HUMANISTA DEL INGENIERO, por cuanto los ingenieros son por excelencia los principales responsables sociales y artífices del destino del hombre y de la naturaleza al utilizar los conocimientos de la ciencia para diseñar obras que de acuerdo a su aplicabilidad o regeneran al ser o lo degradan. Es así que para ello sugiero:

1.- Que a quienes se nos ha encomendado tan magna misión no seamos simples instructores trasmisores de conocimientos de miradas de hielo sino que primero seamos ante todo humanos, personas, ciudadanos y luego seamos idóneos profesionales, científicos, tecnólogos e investigadores guiados de una pedagogía del acompañamiento con enfoque humanista.

2.- Y así bien fundamentados, irradiemos en nuestros campos de acción, en la Universidad, convirtiendo a las aulas y trabajos de campo en espacios propicios de firmeza del conocimiento y en lugares aptos para el foro, el debate, el encuentro, la construcción y la aplicación participativa y compartida de conocimientos pluralistas y totalizantes.

3.- Una Facultad de Ingeniería si quiere educar poseerá un plan de estudios que atienda primero que todo a la formación del hombre, a sus valores para realizarse como persona en la convivencia pacífica y después de poseer estas aptitudes ya se le pueden suministrar actitudes de carácter científico, investigativo y proyectivo. Obsérvese que primero es la edificación del hombre con lo mejor de los aportes acerca del humanismo y luego se le proporcionan los conocimientos con los cuales va a trabajar e incidir socialmente.

4.- El humanismo no sólo es una área académica sino un saber que tendrá influencia sobre todos quienes integran la facultad y es un saber eminentemente sensibilizador y conscientizador



ya que es una posición vital, existencial y concreta del hombre consigo mismo, los demás, la naturaleza y la trascendencia.

5.- La Facultad de Ingeniería estará inmersa en un humanismo que tenga como principios tejedores de sentido: la dignidad, el sentido y la responsabilidad social, la justicia social, la equidad, la democracia, el respeto, la tolerancia, la estimativa y autoestimativa, la convivencia pacífica y la paz que apunten a elaborar un nuevo Código Ético que no solamente se quede en el plano jurídico sino que sea holista.

6.- Para abordar el divorcio que siempre se ha mantenido entre la cultura intelectual académica y la cultura experiencial social la REHIN propenderá por establecer nexos de sensibilidad, solidaridad, compromiso, ayuda, responsabilidad social mediante un clima de mentalidad integradora y compartidora en donde el profesional en su obrar no sólo mida costos económicos sino mida consecuencias y costos sociales.

7.- La REHIN tendrá un enfoque de corte: filosófico, cosmovisivo, cosmoactivo, antropológico, tecnoético, bioético, político, axiológico y ecológico. En lo ecológico antes de profundizar una ecología del ambiente se debe empezar por cultivar una ecología humana, en donde de manera fenomenológica, hermenéutica, investigante comprendamos el entorno o cosas a la vista, el medio o cosas a la mano, el mundo o la totalidad real, la situación o manera de estar en el mundo, y la habitud o la responsabilidad en el ejercicio profesional de haberme con las cosas.

8.- La REHIN cambiará la manera de pensar y actuar comparativa y competitiva por el paradigma del compartir que es el que más se adecua a Latinoamérica.

9.- La REHIN fomentará principios universales de equidad, eficiencia y solidaridad.

10.- La REHIN replanteará una nueva significación de valores, esquemas y concepciones adecuados a nuestros tiempos como la ciencia, tecnología, razón, progreso, hombre, mundo y Dios ...

11.- La REHIN para evitar la contaminación, el efecto invernadero, energía por fisión nuclear, lluvias ácidas ... agujeros ... cambiará la concepción de tierra entendida como materia inerte por la tierra como gaia viviente, autocambiante y para ello contactará con los aportes de las cosmovisiones indígenas y movimientos verdes.

12.- La REHIN socializará y sensibilizará en los siguientes principios, entre otros:

- . Ser conscientes de que el problema del mundo es el problema del individuo y viceversa, por ende, también sus soluciones.
- . La humanidad es una, en donde yo soy parte y realización de ella y los demás también son parte y prolongación de mi humanidad.



*Si cada individuo nos transformamos para el bien, pues la sociedad cambiará automáticamente.*

*Para acabar con el crimen es necesario comprenderlo en todos sus niveles de la consciencia y para regenerarnos como humanos es necesario también comprendernos en todos los niveles y estados de consciencia mental y espiritual.*

*Es necesario acabar con los esquemas de la ciencia, tecnología e ingenierías al servicio de la producción por el de la ciencia, tecnología e ingenierías también al servicio de la realización y desarrollo humano instando a liberar al hombre de actividades mecánicas hacia una meta de cuatro horas de jornada laboral para ya dedicarnos a nosotros mismos.*

*13.- La REHIN nos conducirá a una praxis dialéctica histórica latinoamericana para forjar la séptima revolución cultural de Integración Sistemática Latinoamericana (ISLA), sinónimo de apertura, crecimiento, desarrollo humano y globalización como desafío a cinco grandes retos de: Educación, Sociedad, Economía, Política y Ecología (ESEPE) con proyección a la construcción de la cuenca del Pacífico.*

*14.- La REHIN: frente a la posible invasión eurojaponesa individualista, nomadista, narcisista, cibernética y conservadora educará a nuestra juventud en un proyecto propio: humanista, humanitarista, identificados como equipos y comunidades de ayuda, autoayuda con alto espíritu de sensibilidad y solidaridad de corte epistémico, ecológico y sistémico cibernético ...*

*15.- Blindados con el humanismo sí que podemos aventurarnos por una sociedad del espectáculo cibernético, por una sociedad del conocimiento (plan genoma, mecaanimales, terraformación ...) y la sociedad de utopías espirituales.*

*16.- La REHIN para no cometer los errores de la racionalidad ahora discernirá la razonabilidad de las facultades de la razón en las obras de racionalidad.*

*17.- La REHIN insta y sobre todo a que emerja un nuevo ser humano, ya que siendo auténticos humanos a partir del saber es que podemos participar debida y éticamente con incidencia social de los dones del conocer, pensar, hacer, tener, poder y placer; en un ambiente de buenas y sanas costumbres y relaciones mutuales.*

*Ingenieros todos Unidos,*

*«Nos preparamos para construir  
una misma Patria: Colombia  
hablar un mismo Idioma: el Amor  
Diseñar una misma Meta: La Paz».*

*Si el Presente es de esfuerzo el futuro ya es nuestro !!!*



## **BIBLIOGRAFIA**

1. Ospina, Willian, *Es tarde para el Hombre*, 1994, Bogotá.
2. Vattimo, G., *En torno a la Postmodernidad*, 1994, Barcelona.
3. Delgado Ordoñez, Vicente, *Si el camino es largo Yo lo voy a recorrer*, 1996, Pasto.
4. Christen, Yves, *Desde la Molécula hasta el homo Sapiens*, 1989.
5. Mandino. Og., *El milagro más grande del mundo*, 1982.
6. Moltmann, J., *La dignidad humana*, 1985, Salamanca.
7. Marquinez, A. Germán, *El hombre latinoamericano y su mundo*, 1985, Bogotá.
8. Restrepo, Luis Carlos, *La trampa de la Razón*, 1995.
9. Lovelock, James, *Las edades de GAIA*, 1995, Barcelona.
10. Motta, Cristina, *Ética y Conflicto*, 1995, Bogotá.
11. Cordeiro, José Luis, *El desafío latinoamericano*, 1995, Venezuela.
12. *Revista Muy Interesante*, *Los próximos cien años*, 1993, N° 89.



# INGENIAR : UN PROCESO PEDAGÓGICO INNOVADOR

**Mg. Eduardo Velásquez Velásquez**  
**Profesor Titular U.P.B.**  
**Escuela De Ingenierías**  
**Universidad Pontificia Bolivariana**

## 1. RESUMEN.

A raíz de la alta deserción en los programas de ingeniería no solo en nuestra universidad sino en otros centros docentes del país, un grupo de profesores y directivos académicos, nos dimos a la tarea de investigar las causas de la alta deserción, desde las diferentes variables y actores que intervienen en el proceso formativo de la enseñanza de la ingeniería.

Paralelamente al trabajo académico que se implementó alrededor del tema, se inició una búsqueda de información en otras instituciones para cotejar no solamente los resultados estadísticos y confirmar la situación planteada, sino, que además se pretendió darle una mayor fuerza a este análisis de tan importante temática.

En forma meramente accidental, por esta época, año 1.990, la practicante de Comunicación Social que realizaba su pasantía en la Escuela de Ingeniería sugirió realizar una "MUESTRA DE TRABAJOS" de estudiantes de la Escuela en forma similar a las que se llevaban a cabo en la facultad de Comunicación Social de nuestra universidad.

La primera "MUESTRA DE TRABAJOS DE ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA" se realizó en el mes de Agosto de 1.990, de una manera bastante modesta y con una participación de tan solo veintisiete (27) trabajos de estudiantes, seleccionados de casi cincuenta (50) presentados a un comité de profesores nombrado con el fin de cuantificar el grado de dificultad, la pertenencia con el evento y algunos otros parámetros, acordes con el certamen.

Finalmente, ya se han realizado seis (6) muestras denominadas "INGENIAR" con aportes al sector industrial y la comunidad educativa, con resultados pedagógicos innovadores y altamente satisfactorios.



## 2. INTRODUCCIÓN.

Desde tiempos inmemorables el estudio de la ingeniería en cualquiera de sus disciplinas ha tenido como uno de sus componentes negativos la alta deserción de los estudiantes por diversas razones; una de ellas su desconocimiento de la fundamentación básica de estas disciplinas y su escasa o deficiente preparación en la secundaria en las áreas matemáticas y físicas.

Al interior de la Escuela de Ingenierías, se han realizado diversos foros y reflexiones alrededor de esta compleja temática de la enseñanza de la ingeniería, su metodología y los resultados obtenidos basados en diferentes parámetros.

## 3. ANTECEDENTES.

En este análisis se han evaluado y cuantificado a lo largo de más de ocho (8) años parámetros tales como récord académico de los estudiantes de secundaria en los últimos 3 años, resultados de pruebas ICFES, evaluaciones de carácter psicológico tales como test de CI; pruebas de orientación profesional y entrevistas personales con cada estudiante para luego correlacionar todos estos factores y evaluar las causas de la mortalidad académica en una forma más objetiva y real.

De la correlación y evaluación de los factores antes mencionados, se obtuvieron las siguientes conclusiones que se han venido cumpliendo a lo largo del período de evaluación (8 años) de manera regular y sistemática.

3.1. Estudiantes con promedios de calificaciones en el área de matemáticas, físicas y químicas en los últimos tres años de secundaria superiores a cuatro (8 para ellos), normalmente obtienen pruebas ICFES superiores a 300 puntos.

3.2. Quienes están en el rango entre 300 y 400 puntos ICFES normalmente son estudiantes que no presentan problemas académicos en el inicio de la carrera salvo un 15 - 20 %.

3.3. Estudiantes con promedios por debajo de 300 puntos ICFES, lo normal es que solo el 20 - 30 % no tenga deserción académica en los primeros años.

Al correlacionar este puntaje con su rendimiento académico en la secundaria, se comprueba que estas personas fueron de rendimientos buenos y excelentes en las áreas mencionadas. Su deficiencia en ICFES obedece a bloqueos mentales momentáneos productos del nerviosismo por las pruebas.

Finalmente hay que destacar en todos los grupos de estudiantes evaluados (excelentes, buenos, regulares y deficientes) que se encontraron dos factores que explican plenamente su deserción de las aulas a saber:



3.3.1. Problemas de índole familiar, donde se encontraron en orden de incidencia los siguientes problemas:

3.3.1.1. Separaciones de matrimonio.

3.3.1.2. Secuestros.

3.3.1.3. Situación económica difícil ( desempleo).

3.3.1.4. Alcoholismo de alguno de los padres.

3.3.1.5. Drogadicción de algún miembro de la familia.

3.3.1.6. Fallecimiento de uno de los padres.

3.3.2. Desadaptación a la universidad y su sistema educativo tradicional.

En el primer caso, se orientó la acción de recuperación parcial de estudiantes a favor de la dirección de Bienestar Universitario con resultados entre modestos y regulares.

En el segundo caso, el programa de INGENIAR fue un éxito completo ya que marcó un nuevo derrotero a profesores y estudiantes en la enseñanza y aplicación de los conocimientos de manera amigable y práctica acercando las ciencias matemáticas a la solución de problemas reales haciéndolas más comprensibles a los estudiantes.

#### **4. CÓMO NACIÓ INGENIAR ?**

Ingeniar nació como la alternativa para hacer entender y motivar ese grupo de estudiantes que en su momento desertaban de la Escuela de Ingenierías por un atiborramiento de conocimientos matemáticos sin aparente aplicación práctica durante dos largos años de ciencia básica, adormeciendo de paso la creatividad del ingenio y la innovación de estudiantes nuevos y potencialmente excelentes profesionales.

Es un proceso académico mediante el cual interactúan profesores y estudiantes para dar forma real e ideas locas de solución de problemas con aplicación a veces muy rudimentaria de los conocimientos adquiridos hasta ese momento pero con el compromiso de producir un PROTOTIPO o solución teórica.

Esta metodología fuerza a unos y otros a salirse de los esquemas tradicionales de enseñanza - aprendizaje e involucrarse más los profesores con los estudiantes y lo mejor con los industriales que presentan en algunos casos necesidades concretas.



## 5. CÓMO FUNCIONA INGENIAR ?

A lo largo de las seis (6) versiones transcurridas ha ido sufriendo ajustes y mejoras en sus aspectos académicos, logísticos y operativos, pero básicamente funciona bajo los siguientes parámetros.

5.1. Es una actividad académica de investigación y profundización en conocimientos que tiene un reconocimiento académico en notas previamente establecido por el profesor de la respectiva materia.

5.2. Dependiendo del grado de complejidad, se estimula y anima el trabajo interdisciplinario en equipo y de una duración a veces superior al semestre académico con reconocimiento en las materias que aporten significativamente al trabajo, a criterio de los profesores.

5.3. Se realiza una muestra de los mejores trabajos escogidos a juicio del profesor de la materia y en esta muestra concursan por los tres primeros puestos por categorías ( ciencia básica, preprofesional, profesional).

5.4. La industria normalmente participa de tres formas bien sea patrocinando el desarrollo de algún trabajo que le satisfaga una necesidad, o vinculándose económicamente al evento o adquiriendo el prototipo y comercializarlo en alguna forma con el autor o particularmente.

## 6. CONCLUSIONES.

A lo largo de los seis (6) años en que se ha presentado la muestra de trabajos de estudiantes de ingeniería "INGENIAR" de ha logrado:

6.1. Hacer más pedagógica la enseñanza en los primeros semestres generando una mayor interacción entre profesores y estudiantes.

6.2. Promover el hábito de la investigación y búsqueda bibliográfica de los estudiantes.

6.3. Disminuir ostensiblemente la deserción de estudiantes en los primeros semestres.

6.4. Hacer un real acercamiento de los industriales a la universidad creando la verdadera interacción Universidad - Sector productivo.

6.5. Que los profesores participan más en los procesos industriales mediante visitas, pasantías y asesoría en trabajos concretos.

6.6. Que los trabajos de tesis tengan un mayor componente práctico en la solución de problemas reales de la industria.



# TÉRMINOS PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE

Luciano Gallón Londoño  
Profesor Asistente  
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica  
Universidad Pontificia Bolivariana  
Medellín  
Colombia

## Resumen

Debemos aceptar, sin dejar de destacar los esfuerzos que se hacen para que no sea así, que la literatura básica original en la cual se basan los contenidos académicos de las materias dictadas en las Facultades de Ingeniería de las Universidades Colombianas proceden del exterior. Idiomas como el Inglés, el Francés o el Alemán deben ser aprendidos, entendidos y traducidos para formar ideas en frases y párrafos que tengan el sentido de lo que se desea enseñar. El estudiante recibe una traducción de una idea pensada y entendida fácilmente en otra cultura, mas no en la suya. Ha sido gratificante observar la facilidad en el proceso de aprendizaje, cuando en lugar de traducir literalmente las ideas, se interpretan y acomodan a términos del español que involucren, con el significado de la palabra, la explicación funcional de las máquinas que se estudian. El estudiante logra reconstruir el conocimiento desde la palabra sin tener que hacer interpretaciones difíciles. Se propone entonces una reflexión sobre la terminología y el uso del lenguaje para educar en Ingeniería sin olvidar las relaciones que deben existir con otros idiomas. La exposición se centra en el estudio del FET y los resultados desde la experiencia personal y grupal.

## 1. INTRODUCCIÓN

¿Qué quiere decir *depletion*?. Es una palabra del Inglés que según Javier L. Collazo [4] se puede traducir como depleción(!), agotamiento, empobrecimiento o rebaja de concentración y se emplea para describir un comportamiento específico de un componente electrónico como se verá adelante. El problema aparece cuando es necesario explicar el significado que encierra la palabra. Está claro que la mayoría de las disciplinas que estudiamos y enseñamos en Ingeniería en Colombia se fundamentan en conocimientos generados en países que no entienden el mundo en Español por el contrario lo asimilan y explican en Inglés, Alemán, Ruso, Francés, etc. Por lo general los países con "poder económico" son los que asignan denominaciones a los nuevos conceptos, claro, es en ellos donde se concentran los realizadores de investigación y también en



ellos donde se dispone del dinero para hacerlo. Por ejemplo, el MIT en Massachusetts, USA, tiene 9.000 estudiantes y un presupuesto anual de US\$1.100 millones (!).

Varios autores se han preocupado por esto y han dedicado buen tiempo a escribir diccionarios especializados como [1] y [4] más completos que los normales. Su proceso de construcción depende de la recopilación de fichas con equivalencias más realistas que las encontradas en diccionarios normales o no encontradas en ninguna fuente, para luego seleccionar las adecuadas de acuerdo con el empleo de más aceptación, parámetro discutible porque lo más aceptado puede no ser lo mejor. Los autores han encontrado que los localismos no tienen relación alguna con el vocablo en Inglés de manera que es necesario excluir términos raros que no suenan ni sugieren significado alguno en Español, pero llegan momentos en los que definitivamente no se encuentra un equivalente aceptable que pueda comunicar lo deseado. Aunque el uso de extranjerismos es mal visto en el Español, en países como Alemania, Suecia, Francia, Finlandia, incorporan fácilmente a su idioma los términos extranjeros sin tratar de encontrarles equivalencia o de formar nuevas palabras, ésta es una de las posibilidades a explorar, pero como veremos en el ejemplo del FET más adelante, la intención de comunicación con claridad va más allá, y no basta con el término que mejor traduzca la idea.

## 2. TRADUCCIÓN VS. INTERPRETACIÓN

¿Qué tan sensato es lo que leemos en un libro traducido?. Vale la pena traer la nota de Sigmund Freud en el prólogo de sus obras completas traducidas al Español cuando se declara satisfecho con el trabajo de su traductor luego de leerlas en Español, y justifica su satisfacción, recordando el estudio del Español para leer, en su lengua original, al Quijote. ¿Cuántos de los libros guía o consulta de las materias que se enseñan en Facultades de Ingeniería en Colombia se tienen a disposición en sus idiomas originales? y ¿Cuántos profesores los hemos leído en ese idioma?. Si bien se cuenta con traductores muy calificados y por lo general Ingenieros, ¿ha sido efectivo el texto para explicar y enseñar el tema?, a veces para nosotros mismos los términos que transmitimos no dicen nada, son simplemente nombres propios puestos en nuestros libros y que nosotros ponemos en el tablero. Interpretar es asumir la responsabilidad de la escritura. Cuando se cree comprendido un concepto, el mejor ejercicio para probar ese entendimiento es ponerlo a prueba en el examen de la escritura. Es como cuando nos preguntan cosas como: ¿qué es una escalera en caracol?, o ¿qué es pollo desmechado?, es casi infalible, tenemos que recurrir a los gestos para poder explicar su significado, pero ¿seríamos capaces de ESCRIBIR qué es una escalera en caracol o pollo desmechado, o el método para amarrarse los cordones de los zapatos?. De todas maneras tenemos que ser prácticos, un profesor que no hace gestos no existe, así que no podemos descartar de una esa herramienta, lo que si está como reto es la vía escrita. Es difícil ver a dos Ingenieros simplemente hablando, si dos Ingenieros hablan de Ingeniería, la probabilidad de que tengan hojas y lápices y se comuniquen con dibujos es muy cercana a la unidad, pero ¿qué es lo que ocurre en el cerebro del Ingeniero que pinta lo interesante?, ¿qué hace que un estudiante que se enfrenta "solo" a una hoja en blanco durante una evaluación pueda reconstruir el concepto y logre reproducir el sistema y las señales que tienen sentido?, estas son preguntas que nos conducen a campos intrincados y fascinantes muy alejados de la intención de este escrito, lo que si parece estar ahí es que el Ingeniero o el estudiante relaciona y recuerda rápidamente los gestos y los dibujos cuando logra desencadenar los recuerdos que reconstruyen el sistema, y más en Ingeniería donde los sistemas son complejos.



Si un escritor técnico da su texto al público, el extranjero que lo lea tendrá que buscar apoyo en el contexto para resolver posibles ambigüedades o, en todo caso, hacer preguntas metalingüísticas [2]. Entonces es cuando la interpretación hace su útil aparición. Las palabras, los términos, no viven solos, el contexto permite descubrir las relaciones entre símbolos y son esas relaciones las que finalmente permiten la recuperación del recuerdo, las que permiten que nos acordemos del concepto y podamos reconstruir su estructura y función.

### 3. EL EJEMPLO DEL FET

Existe un dispositivo electrónico conocido como FET, un acrónimo en Inglés de Field Effect Transistor, en libros en Español se encuentra como TEC, acrónimo de Transistor de Efecto de Campo. El dispositivo tiene su historia desde principios de siglo con las bases teóricas de su funcionamiento pero su implementación ocurrió después del invento del BJT, un acrónimo en Inglés de Bipolar Junction Transistor, o en Español el TUB, Transistor de Unión Bipolar, allá por el 23 de diciembre de 1947 [3]. El FET ha logrado gran reputación en aplicaciones de potencia, pero su éxito rotundo se centra en el mundo de la electrónica integrada donde por sus características es el amo. Pero vayamos a nuestro objetivo. En todos los libros de electrónica sean en Inglés o Español se encuentra esta clasificación principal para las familias de FET:

#### JFET

Canal N

Canal P

#### MOSFET (IGFET) (Metal Oxide Semiconductor FET. Insulated Gate FET)

**Depletion** (Empobrecimiento o Decremental. También es de Enriquecimiento o Incremental)

Canal N

Canal P

**Enhancement** (Enriquecimiento o Incremental)

Canal N

Canal P

Es decir, existen dos familias principales, el JFET de Joint Field Effect Transistor y el MOSFET, Metal Oxide Semiconductor FET que también se conoce como IGFET, Insulated Gate FET. El JFET se encuentra en dos tipos de dispositivo según la polaridad de los portadores (los FET son dispositivos monopolares), los de Canal N, cuyos portadores son electrones y los de Canal P, cuyos portadores son huecos. Los MOSFET, se dividen en dos familias principales: los de modo Depletion, conocidos en Español [4] como de modo Empobrecimiento o Decremental, y los de modo Enhancement, conocidos en español [4] como de modo Enriquecimiento o Incremental. Tanto los de modo Depletion como Enhancement pueden ser de Canal N o Canal P en función de sus portadores principales. La confusión empieza cuando se descubre que los del modo Depletion también se comportan en el modo Enhancement en una etapa de su característica [Figura]. El resultado final es que el estudiante no puede asimilar con estos términos las ideas para aprender y reproducir sin dolor la clasificación. Existe más confusión aún cuando se tienen los FET dibujados con su símbolo en un circuito.



Antes	JFET N	JFET P	MOSFET Decremental N	MOSFET Decremental P	MOSFET Incremental N	MOSFET Incremental P
Nuevo	JFET N	JFET P	MOSFET Control N	MOSFET Control P	MOSFET Creación N	MOSFET Creación P
Símbolo <sup>1</sup>						
Función de transferencia <sup>2</sup>						

1: G: Gate (Compuerta). D: Drain (Drenador). S: Source (Fuente).  
2:  $V_p$ : voltaje de pinch-off.  $V_T$ : voltaje de threshold (umbral).

**FIGURA.** Símbolos y funciones de transferencia de dispositivos FET

Hasta aquí están bien pensados los términos JFET y MOSFET, pues inmediatamente se puede reconstruir su origen y pintar el dispositivo físico. Los términos que se deben cambiar son Depletion (Empobrecimiento o Decremental) y Enhancement (Enriquecimiento o Incremental) que se prestan a confusión y no logran su objetivo de explicación [Figura]. La propuesta para una clasificación con términos nuevos que facilita su asimilación y reconstrucción es esta:

## JFET

Canal N

Canal P

## MOSFET (IGFET)

### Control

Canal N

Canal P

### Creación

Canal N

Canal P

donde se reemplaza el término Depletion por Control y Enhancement por Creación, palabras más realistas que logran comunicar de manera eficaz el concepto. En un MOSFET de Control lo que se hace con el voltaje de compuerta es Controlar la densidad de portadores del canal, bien sea N ó P. El control puede aumentar o disminuir la densidad, pero lo hace en un canal ya existente Creado en el proceso de fabricación del dispositivo. En un MOSFET de Creación lo que se hace



con el voltaje de compuerta es aumentar la densidad de portadores P ó N, creando un canal artificial que no fue construido en el proceso de fabricación del dispositivo.

Con esta nueva denominación para los tipos de MOSFET se logra una clasificación más compacta, simple y por lo tanto práctica, facilitando de manera notable su aprendizaje. Por lo general se encuentran planos en los que están dibujados los dispositivos, si se observan cuidadosamente esos dibujos, es posible encontrar las relaciones con las características de los FET como: de unión, MOS, canal P ó N y creación o control, de esta manera se logra identificar fácil y rápidamente cual dispositivo es y relacionarlo con su gráfica de funcionamiento para así entender el funcionamiento del circuito.

#### 4. TÉRMINOS A ESTUDIAR

Esta es parte de la cosecha de términos que enfrentamos a diario y que debe entrar a discusión: pull-up, pull-down, feedback, feedforward, enrichment, depletion, pinch-off, backbone, backplane, hub, interface, video, audio, FET, BJT, HBT, Internet, Intranet. Son muchos más...

#### 5. CONCLUSIÓN

Una de las funciones de la lengua es comunicar. Nos comunicamos eficazmente cuando logramos el efecto deseado con la menor fricción y dificultad, cuando utilizamos las expresiones más efectivas en relación con las circunstancias, cuando somos simples. Siendo la lengua un organismo autorregulado, no necesita que agentes externos a ella, o a una de sus modalidades, vengan a decir a los usuarios como deben hablar [2], aunque eso no quiere decir que podemos dejar a la deriva lo que oímos, lo que decimos, lo que leemos y sobre todo lo que escribimos.

Por eso,[1] si la Real Academia Española y las Academias de la Lengua no cumplen con la que suponemos su labor, la de crear términos y expresiones racionales que, apegándose a las reglas del idioma, sirvan de equivalentes a los que surgen conforme las ciencias avanzan, los Ingenieros que tenemos que emplear tales términos y expresiones, no podemos esperar pacientemente a que suceda lo que en décadas no ha sucedido, y nadie más indicado que los profesores para tomar en sus manos la tremenda responsabilidad de mantener bajo constante y severa exploración y crítica las palabras, frases y párrafos que entran y salen de las aulas. El Español es uno de los idiomas más ricos en la expresión literaria, no hay razón para que no lo sea en las áreas científica y técnica.

Finalmente parece que podemos ir más allá, la utilización de términos correctos para el aprendizaje no sólo se debe centrar en su efectiva forma en el Español, esta reflexión debe llegar también a otros idiomas.

#### 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] GARCÍA, Rafael. DICCIONARIO TÉCNICO INGLÉS-ESPAÑOL. México: LIMUSA. 1986.
- [2] ÁVILA, Raúl. La lengua y los hablantes. México: TRILLAS. 1979. p.135.
- [3] BOYLESTAD, Robert y NASHESKY, Louis. ELECTRÓNICA TEORÍA DE CIRCUITOS. Prentice Hall. 5 edición. 1992. p.916.
- [4] COLLAZO, Javier L. DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO DE TÉRMINOS TÉCNICOS Inglés-Español Español-Inglés. McGraw-Hill, 1981. 3vol.



## EL SISTEMA DE ACREDITACION Y ASESORIA PARA PROGRAMAS DE INGENIERIA -SAAPI- Y SU IMPACTO EN EL MEDIO COLOMBIANO

Victoria Beatriz Durán, Universidad Nacional.  
Yolima Beltrán Villamizar, Universidad Industrial de Santander.  
Alvaro Recio Buriticá, Uniagraria, Universidad Militar.  
Guillermo Rodríguez, Universidad del Valle.

### RESUMEN

Durante los dos últimos años, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI- ha venido desarrollando con el apoyo de Colciencias, el diseño y validación del Sistema de Acreditación y Asesoría para los programas de Ingeniería, cuyo objetivo central es ser un mecanismo eficaz en la evaluación de la calidad de los mismos.

En la actualidad el sistema está elaborado en su totalidad y ha incluido en su estructuración: a) las tendencias internacionales consignadas en la bibliografía al respecto, b) las opiniones y aportes provenientes de los sectores académico, estatal, gremial profesional y egresados, y c) el concepto de expertos nacionales en evaluación.

El artículo muestra la estructura del sistema y hace una reflexión sobre el impacto que el mismo tendrá en la educación en ingeniería a nivel de pregrado y posgrado, el ejercicio profesional y las relaciones del área con el sector productivo y con otros sectores de la sociedad.

Para la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI, la problemática de la calidad académica de los programas de Ingeniería ha sido una preocupación permanente y constituye uno de sus retos y de sus razones fundamentales de ser, ya que sus objetivos están orientados a propender por el impulso y el mejoramiento de la calidad de la Educación en Ingeniería que se imparte en las Facultades del país(1).

En la actualidad la Asociación agrupa 44 universidades públicas y privadas con un total de 136 programas de las diversas áreas de la Ingeniería en el país y ha contribuido significativamente en el mejoramiento de su campo disciplinar a través de un trabajo realizado con ética, espíritu crítico y abierto y compromiso con su área de conocimiento y con la sociedad(2).

Desde 1991, ACOFI, dentro del marco del proyecto de Mejoramiento de la Calidad de la Enseñanza de la Ingeniería, desarrolló diversos eventos, uno de cuyos resultados fué la elaboración del PROYECTO PARA LA CONCEPCION, DISEÑO Y VALIDACION DEL SISTEMA DE ACREDITACION Y ASESORIA PARA PROGRAMAS DE INGENIERIA EN COLOMBIA -SAAPI-, el cual ha contado con el apoyo de Colciencias. Dicho proyecto ha tenido como objetivo general diseñar y validar un sistema de



evaluación para la acreditación de los programas de ingeniería del país, de base técnica (3).

Como objetivos específicos se ha propuesto:

- Elaborar el marco teórico de la investigación mediante consulta bibliográfica y a especialistas en el tema. Dicha consulta ha incluido los tópicos relacionados con la educación superior, el concepto de calidad en la educación superior y la acreditación
- Diseñar el sistema de acreditación y asesoría de los programas de ingeniería mediante reflexión y análisis del marco teórico, consulta a especialistas y expertos en el tema, y a los sectores relacionados con la ingeniería, a saber: el Estado, la academia, los gremios profesionales y los egresados.
- Definir parámetros de calidad mediante trabajo de campo con los especialistas y los sectores ya mencionados.
- Establecer las estrategias, métodos, técnicas y procedimientos para validar teórica y prácticamente el SAAPI, mediante la realización de talleres con especialistas y sectores involucrados en el proyecto y la aplicación práctica del sistema en cinco programas de ingeniería(4).

Para la concepción y ejecución del proyecto se han seguido los lineamientos y estrategias planteadas por la investigación evaluativa, definida como:

un tipo de investigación que busca por un lado, generar conocimientos de base que permitan la conceptualización e implementación de la evaluación a partir de los lineamientos de la investigación clásica, integrándolas con estrategias metodológicas que proceden de esquemas no convencionales de investigación. Por otra parte, su interés gira en torno a buscar y organizar información que sirva para solucionar situaciones y contribuir en la comprensión de la sustancia, función y valor del evaluado (5).

Ha empleado un enfoque metodológico mixto, tomando elementos tanto de las tendencias racionalistas como de las naturalistas. Del enfoque racionalista ha incorporado: a) la claridad absoluta de los objetivos para poder preestablecerlos y mantenerlos hasta el final; b) la cuidadosa elaboración de instrumentos para obtener resultados válidos y confiables y c) la utilización de diferentes técnicas estadísticas en el análisis de los datos. Del enfoque naturalista ha incorporado: a) la flexibilidad en la implementación del diseño; b) el carácter participativo de las audiencias y c) el valor que se da a la información cualitativa. Las razones para integrar los dos enfoques son la imposibilidad de cada uno de ellos para responder por sí solo de manera suficiente e integral al proceso total de evaluación y la pertinencia de crear un modelo flexible, que se adapte a las necesidades y características particulares de los programas de ingeniería en el país(6).

Como resultado preliminar de este proyecto, se publicó en el segundo semestre de 1995, la primera versión del "Sistema de Acreditación para Programas de Ingeniería en Colombia", el cual fue sometido a discusión y validación de contenido con miembros de los



sectores académico, productivo y estatal y enviado a expertos en evaluación. De tales discusiones y aportes, surgió una segunda versión enriquecida por el trabajo arduo y profesional desarrollado por las distintas instancias consultadas. Dicha versión incluye:

a) conceptualizaciones de calidad, calidad de la educación y de un programa, tomando los conceptos de Facundo, Rojas y Orozco y afirmando que la "calidad de un programa académico es el grado mínimo de eficacia, eficiencia y efectividad con que se da respuesta a las necesidades y expectativas de los usuarios del programa, de modo que lo haga comparable y competitivo de acuerdo con estándares nacionales e internacionales debidamente reconocidos" (7).

b) el concepto de evaluación y acreditación, aduciendo a la autoevaluación, la evaluación externa y la evaluación síntesis.

c) los principios del sistema, dentro de los cuales están: el respeto a la autonomía universitaria, el respeto por la identidad y diversidad de los programas y la claridad, sencillez y flexibilidad de su diseño, estructura y organización

d) los propósitos, dentro de los cuales están: propiciar el mejoramiento de la calidad de los programas, proporcionar orientación teórica y metodológica para las autoevaluaciones de los mismos y dar asesoría, entre otros

e) los objetivos, en donde se destaca como objetivo general ser un medio efectivo para establecer la calidad de un programa de Ingeniería y verificar en el tiempo, el mejoramiento del mismo

f) el enfoque, que se propone sea mixto

g) el procedimiento para la acreditación que incluye: el análisis preliminar por parte de los responsables del programa para determinar su elegibilidad para el proceso, el análisis del informe de autoevaluación realizado por la comisión evaluadora designada por el SAAPI, la visita de dicha comisión, la presentación del informe preliminar elaborado por ella con los responsables del programa y el análisis del mismo, y la evaluación síntesis

h) el alcance: en el que se señala que el sistema centra su atención en los programas de pregrado a nivel universitario y

i) los elementos constitutivos del modelo de evaluación, los cuales se visualizan en la Tabla 1 (8). Como unidades de análisis se utilizaron: componente, variable, indicador y criterio.



**Tabla 1. COMPONENTES Y VARIABLES DEL SAAPI**

COMPONENTE	VARIABLE	
1. Plan curricular	1.1 OBJETIVOS DEL PROGRAMA	
	1.2 PLAN DE ESTUDIOS	
	1.3 PARTICIPACION DE DIFERENTES ACTORES EN LA PROPUESTA Y ADMINISTRACION DEL PLAN CURRICULAR	
	1.4 PPREVISION DE ACTIVIDADES PROPEDEUTICAS O DE RECUPERACION ACADEMICA	
	1.5 REVISION Y ACTUALIZACION DEL PLAN CURRICULAR	
2. Actores	2.1 ESTUDIANTES 2.1.1 Conocimientos previos de los estudiantes. 2.1.2 Conocimientos en áreas básicas del bachillerato relacionadas con la ingeniería. 2.1.3 Aptitudes de los estudiantes. 2.1.4 Motivación de los estudiantes dentro del programa.	
	2.2 PERSONAL DOCENTE 2.2.1 Nivel de formación académica en su especialidad. 2.2.3 Desempeño académico. 2.2.4 Relación con pares	
	2.3 PERSONAL ADMINISTRATIVO 2.3.1 Nivel de formación administrativa. 2.3.2 Desempeño laboral	
	2.4 EGRESADOS 2.4.1 Desempeño profesional. 2.4.2 Nivel de formación de posgrado. 2.4.3 Compromiso con la institución. 2.4.4 Interacción con pares.	
	3.1 DOCENCIA	
	3.2 INVESTIGACION	
	3.4 BIENESTAR UNIVERSITARIO	
	3.5 ADMINISTRACION UNIVERSITARIA	
	4. Recursos	4.1 BIBLIOTECA Y HEMEROTECA
		4.2 REDES DE INFORMACION
4.3 LABORATORIOS Y TALLERES		
4.4 PLANTA FISICA Y DOTACION		
4.5 PRESUPUESTO DEL PROGRAMA		
5. Entorno	5.1 INTERACCION DEL PROGRAMA CON EL MEDIO SOCIAL, ECONOMICO, CIENTIFICO Y TECNOLOGICO	
	5.2 INTERACCION CON LA COMUNIDAD ACADEMICA NACIONAL	
	5.3 INTERACCION CON LA COMUNIDAD ACADEMICA INTERNACIONAL	
	5.4 INTERACCION CON EL SECTOR PRODUCTIVO	

El sistema propuesto queda sujeto a modificaciones y ajustes acordados con las políticas y criterios trazados por el Consejo Nacional de Acreditación.

Se espera que el SAAPI sea tenido en cuenta como parte del Sistema Nacional de Acreditación ya que los autores coinciden con los lineamientos del Consejo Nacional de Acreditación, en los que se señala que:

16. La acreditación no es solo una oportunidad para el reconocimiento por parte del Estado de la calidad de un programa o de una institución; es una ocasión para comparar la formación que se imparte con la que reconocen como válida y deseable los pares académicos, es decir, los que tienen las cualidades esenciales de la comunidad



que es reconocida como poseedora de ese saber y que ha adquirido, por ello mismo una responsabilidad social. También es una ocasión para reconocer la dinámica del mejoramiento de la calidad y para precisar metas de desarrollo deseable.

17. El proceso de acreditación canaliza los esfuerzos que las instituciones han venido haciendo para realizar la evaluación sistemática de sus programas y, en general, del servicio que prestan a la sociedad(9).

Urge que el Consejo Nacional de Acreditación implemente rápidamente los mecanismos de control de calidad de los programas a nivel universitario que tenga previstos, ya que ha transcurrido un lapso considerable de tiempo entre la promulgación de la Ley 30 de 1992, los decretos reglamentarios relacionados con la Acreditación y la conformación del Consejo Nacional de Acreditación, lo cual ha facilitado la proliferación de instituciones universitarias, corporaciones y universidades que sin llenar los estándares mínimos de calidad, funcionan ofreciendo programas con denominación confusa, tiempo de duración no convencional, etc, que salen a competir en un mercado laboral carente de información objetiva acerca de los egresados.

Los anteriores hechos permiten preveer que el SAAPI impactará diversas áreas del quehacer educativo a diferentes niveles:

1. En el Sistema Educativo Colombiano en su conjunto, ya que en este nuevo contexto, las relaciones de éste con las comunidades académicas y los gremios profesionales deberán ser más estrechas para que, en el caso particular de la Ingeniería, se pueda afrontar con éxito, el reto de su competitividad internacional(10).

2. En el pregrado, en términos del fortalecimiento de una formación básica sólida del ingeniero que facilite la homologación de títulos de pregrado cuando sea requerida, la especialización posterior y la actualización permanente. Para ello, en la estructuración de los programas de Ingeniería, deben tenerse en cuenta los siguientes criterios pedagógicos: a) relación con el contexto nacional actual, el contexto nacional proyectado y con la dinámica de la cultura universal, b) coherencia conceptual interna, c) flexibilidad, interdisciplinariedad y complementariedad y d) transición hacia modalidades pedagógicas en las cuales tanto el trabajo del alumno como el del docente sean reconocidos como centrales en su formación (11).

Para lograrlo, los programas de ingeniería deberán desarrollar estrategias a distintos niveles:

- cambios estructurales en el currículo de los programas, de tal forma que aporten al estudiante una adecuada formación general, pero que a la vez incorporen exitosamente una formación científica y profesional, centrada en los núcleos básicos de la disciplina y de la profesión (12)

- cambios en las estrategias pedagógicas

-cambios en los modelos pedagógicos enfatizando en aquellos que promuevan el desarrollo de habilidades para pensar y de estrategias para enfrentar los problemas

- cambios en el rol del docente universitario que debe tener además de las habilidades técnicas que le exige su área, competencias



referidas a: la planificación integral de la docencia, la planeación específica de la misma, su implementación y la orientación y participación en la formación integral de los estudiantes (13)

- diseño y ejecución de planes de desarrollo de las universidades, los cuales deben contemplar: disponibilidad de recursos humanos calificados y bien remunerados con dedicación de tiempo completo; disponibilidad de recursos físicos modernos; fomento de la investigación mediante el apoyo a proyectos relevantes para el desarrollo económico, social y ambiental del país; vinculación con otros sectores de la sociedad, y la creación de un mecanismo de autoevaluación y seguimiento institucional.

3. En las leyes que establecen los requisitos para el otorgamiento de la tarjeta profesional, logrando la inclusión de criterios de calidad de los programas, la cual puede establecerse a través de la acreditación de los mismos: la actual legislación colombiana que reglamenta el ejercicio de la Ingeniería y profesiones auxiliares, ha permitido que la tarjeta profesional se otorgue independientemente de la calidad que tenga un determinado programa. Es necesario garantizar a la sociedad el cumplimiento de estándares de calidad que permitan un idóneo desempeño profesional, ligando el otorgamiento de la tarjeta profesional a la acreditación del programa del que egresa el solicitante.

4. En la generación y fortalecimiento verdaderas relaciones de interdependencia entre los sectores público, privado y académico, relacionados con el área de la Ingeniería, para lograr aportar significativamente al desarrollo del país. Para que éstas se den, es necesario fomentar en las universidades, una nueva cultura organizacional orientada al usuario, organizada en función de procesos y clientes, descentralizada y dotada de moderna tecnología. Con estas características muy posiblemente se logren superar los obstáculos que siempre se han dado en la interacción con estos sectores y que giran en torno a dificultades comunicativas por el uso de lenguajes distintos y diferencias en la vivencia y asignación del tiempo para la realización de proyectos, entre otras. Las entidades de los sectores público y privado, deberán a su vez: fomentar el desarrollo de proyectos conjuntos con proyección social en asocio con la universidad; realizar y asistir a encuentros de intercambio de experiencias con las instituciones educativas; hacer convenios de cooperación interinstitucional en áreas académicas, científicas, tecnológicas y de consultoría con la universidad, y ayudar en la creación y consolidación de los centros de investigación y de desarrollo tecnológico (14).

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS

(1) ACOFI. Estatutos. Documento de circulación interna, 1995.

(2) BELTRAN, Yolima; DURAN, Victoria; RECIO, Alvaro; RODRIGUEZ, Guillermo. La participación de los gremios profesionales en los sistemas de acreditación de la Educación Superior para los programas de Ingeniería. Memorias del Seminario-Taller "La acreditación universitaria en el contexto internacional: tendencias, problemas y alternativas de solución". Universidad



- Jorge Tadeo Lozano, Santafé de Bogotá, Junio de 1995, pp.13-14.
- (3) DURAN, Victoria; BELTRAN, Yolima; RECIO, Alvaro; RODRIGUEZ, Guillermo: Reestructuración de la propuesta del proyecto para la concepción, diseño y validación del sistema de acreditación y asesoría para los programas de ingeniería en Colombia-SAAPI-, ACOFI-COLCIENCIAS. Programa Nacional de Estudios Científicos de la Educación, Santafé de Bogotá, D.C. 1995. p. 22.
- (4) *Ibid*, p. 22
- (5) BELTRAN, Yolima, CASTRO, Aura Luz : Diseño de un modelo de evaluación formativa del desempeño docente para la Facultad de Ciencias Humanas de la UIS. Revista Humanidades UIS, Vol. 22, No. 22, Bucaramanga, 1993. pp. 115-117.
- (6) DURAN, Victoria; BELTRAN, Yolima; RECIO, Alvaro; RODRIGUEZ, Guillermo: El Sistema de Acreditación y Asesoría para los programas de Ingeniería en Colombia -SAAPI-, ACOFI- COLCIENCIAS. Primera versión, Santafé de Bogotá, D.C. 1995. p. 10.
- (7) *Ibid*, p. 8
- (8) *Ibid*, pp. 24-25.
- (9) CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACION. Lineamientos para la Acreditación. SNA-CNA Serie Documentos No. 1. Santafé de Bogotá, Enero de 1996. pp. 11-12.
- (10) BELTRAN, Yolima; DURAN, Beatriz; SALAZAR, Jaime. The impact of accrediting the engineering academic programs in Colombia to the engineering professional practice: a prospective approximation. Proceeding International Conference on Engineering Education and Practice, Washington, June 22-24 1996.
- (11) ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERIA. Actualización y Modernización del Currículo en Ingeniería Química: Informe ejecutivo. ACOFI - ICFES, Santafé de Bogotá, 1996.p.4. En: BELTRAN, Yolima; DURAN, Beatriz; SALAZAR, Jaime. The impact of accrediting the engineering academic programs in Colombia to the engineering professional practice: a prospective approximation. Proceeding International Conference on Engineering Education and Practice, Washington, June 22-24 1996.
- (12) BELTRAN, Yolima. La Acreditación dentro del Contexto Curricular. Ley 30 de 1992. Memorias de la XV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. ACOFI - Pontificia Universidad Javeriana, Santafé de Bogotá, 1995. p. 73
- (13) COTRELL, Calvin; CHASE, Shirley; MOINAR, Marilyn. Model Curricula for Vocational and Technical Education. Report 5. General Objectives. Set II Research and Development Series No. 78. The Ohio State University, 1992. p. 25-68. En: BELTRAN, Yolima; DURAN, Victoria; SALAZAR, Jaime: The Role of the University Teacher in Engineering's Teaching within an International Context: The Colombian Case. World Congress of Engineering Educators and Industry Leaders, UNESCO, París, 1996.
- (14) BELTRAN, Yolima; DURAN, Victoria; SALAZAR, Jaime: The Role of the University Teacher in Engineering's Teaching within an International Context: The Colombian Case. World Congress of Engineering Educators and Industry Leaders, UNESCO, París, 1996. Op. Cit. p.6



## BIBLIOGRAFIA

- ACOFI. Estatutos. Documento de circulación interna, 1995
- BELTRAN, Yolima, CASTRO, Aura Luz : Diseño de un modelo de evaluación formativa del desempeño docente para la Facultad de Ciencias Humanas de la UIS. Revista Humanidades UIS, Vol. 22, No. 22, Bucaramanga, 1993.
- BELTRAN, Yolima; DURAN, Victoria; RECIO, Alvaro; RODRIGUEZ, Guillermo. La participación de los gremios profesionales en los sistemas de acreditación de la Educación Superior para los programas de Ingeniería. Memorias del Seminario-Taller "La acreditación universitaria en el contexto internacional: tendencias, problemas y alternativas de solución". Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santafé de Bogotá, Junio de 1995.
- BELTRAN, Yolima. La Acreditación dentro del Contexto Curricular. Ley 30 de 1992. Memorias de la XV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. ACOFI - Pontificia Universidad Javeriana, Santafé de Bogotá, 1995.
- BELTRAN, Yolima; DURAN, Beatriz; SALAZAR, Jaime. The impact of accrediting the engineering academic programs in Colombia to the engineering professional practice: a prospective approximation. Proceeding International Conference on Engineering Education and Practice, Washington, June 22-24 1996.
- BELTRAN, Yolima; DURAN, Victoria; SALAZAR, Jaime: The Role of the University Teacher in Engineering's Teaching within an International Context: The Colombian Case. World Congress of Engineering Educators and Industry Leaders, UNESCO, Paris, 1996.
- CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACION. Lineamientos para la Acreditación. SNA-CNA Serie Documentos No. 1. Santafé de Bogotá, Enero de 1996.
- DURAN, Victoria; BELTRAN, Yolima; RECIO, Alvaro; RODRIGUEZ, Guillermo: Reestructuración de la propuesta del proyecto para la concepción, diseño y validación del sistema de acreditación y asesoría para los programas de ingeniería en Colombia-SAAPI-, ACOFI-COLCIENCIAS. Programa Nacional de Estudios Científicos de la Educación, Santafé de Bogotá, D.C. 1995.
- DURAN, Victoria; BELTRAN, Yolima; RECIO, Alvaro; RODRIGUEZ, Guillermo: El Sistema de Acreditación y Asesoría para los programas de Ingeniería en Colombia -SAAPI-, ACOFI- COLCIENCIAS. Primera versión, Santafé de Bogotá, D.C. 1995.



# PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE

Ing. Rafael Capacho, Universidad del Norte.

Las bases formales para la construcción del Proyecto Educativo del Programa (P.E.P.) de Sistemas, tienen su fundamento inicial en el análisis institucional Universidad del Norte, para luego problematizar y contextualizar la realidad educativa de la Educación Superior Colombiana. Posteriormente, la intervención de la realidad del Programa se hace desde un enfoque crítico a través de la Investigación Acción Participante ( I.A.P. ), y empleando el taller pedagógico se logra operar la carta de navegación que soporta el Proceso de Gestión, logrando así la construcción del Proyecto Educativo del Programa.

## 1. UNA PRIMERA MIRADA A LA VIDA INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE .

La filosofía de la educación siempre está ligada a las estructuras sociales y especialmente a las estructuras económicas y políticas de una sociedad, por consiguiente, todo modelo educativo responde a los planes de desarrollo del país. Es así como el nacimiento y evolución de la Universidad del Norte ha estado encaminado por la planificación y ejecución de los planes de desarrollo del estado, en el período comprendido desde 1971 hasta 1995.

El nacimiento de la Fundación Universidad del Norte data del 14 de Enero de 1966, la cual se define por sus fundadores como una institución promotora de la educación superior sin ánimo de lucro y con proyección regional y nacional.

El análisis de la identidad institucional de la Universidad del Norte, nos lleva a identificar un perfil de profesional caracterizado por: su conocimiento económico, político y social del contexto local y nacional; su compromiso de liderazgo para el desarrollo de la costa Atlántica Colombiana y por su participación como ejecutor de proyectos concretos que redunden en beneficio de su bienestar y de la región.

En conclusión la Universidad del Norte tiene un área de influencia que es la Costa Atlántica y tiene la gran responsabilidad de formar el profesional que la región necesita para su desarrollo integral;



dentro de un sistema que perteneciendo a un contexto local no pierde las relaciones de interrelación a nivel nacional e internacional.

## **2. PROBLEMATIZACIÓN Y<sup>A</sup> CONTEXTUALIZACIÓN DE LA REALIDAD EDUCATIVA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN COLOMBIA .**

Un análisis cualitativo nos lleva a identificar que el sistema de educación superior Colombiano a más de ser inequitativo , carece de una alta calidad , lo cual se explica en : la obsolescencia de los currículums que soportan los programas de formación ; la desactualización de los laboratorios ; la deficiente preparación del personal docente y su escasa dedicación ; la ausencia de infraestructura adecuada para cumplir con el proceso enseñanza aprendizaje ; la ausencia de proyectos de investigación que sean consecuencia de las estructuras curriculares; la deficiente interrelación universidad \_ empresa y la gran dispersión de recursos .

En conclusión, la educación superior en Colombia presenta una caracterización que no le permite al país alcanzar una posición estratégica para lograr participar en procesos de apertura económica y consecuentemente en mercados internacionales; por lo tanto, conscientes de la problemática enunciada anteriormente corresponde al Ministerio de Educación Nacional y a las Universidades estructurar estratégicamente un conjunto de programas que acordes con los lineamientos de política internacionales (Organización de las Naciones Unidas) permitan a la nación elevar considerablemente el nivel de la educación superior mediante su cambio y desarrollo con horizontes pertinentes y acertados para lograr formar un profesional universitario competitivo nacional e internacionalmente.

## **3. INTERVENCIÓN DE LA REALIDAD DEL PROGRAMA CON PROPÓSITOS DE COMPRENSIÓN Y TRANSFORMACIÓN.**

Al concebir el Programa de Ing. de Sistemas como un proyecto educativo, construido colectivamente por sus actores, se impone la necesidad de construirlo tomándolo como objeto de conocimiento .

Para tal efecto , la intervención de la realidad del programa se hace desde un enfoque crítico para interrogar , comprender , deliberar y valorar sus múltiples acciones. Por ello, el programa es objetivamente diferente según el contexto en el cual está inscrito y son sus actores los responsables de su transformación .

Lo anterior exige , por lo tanto , desde una perspectiva metodológica un enfoque cualitativo de investigación que se caracteriza por : la toma de decisiones valóricas, lenguaje científico de acuerdo con el contexto, en donde se realice un proceso de investigación que afecte la realidad que se investiga. Este enfoque es la I.A.P. La investigación-acción es un estudio sistemático orientado a mejorar la práctica educativa por grupos de sujetos implicados a través de sus propias acciones prácticas, y de reflexión sobre los efectos de tales acciones.

Los momentos de la IA, que conforman la espiral autorreflexiva tiene como finalidad en primer lugar, identificar la realidad o situación problemática para diseñar un plan de acción, o proyecto que se constituye en la organización para la acción o la planificación; en segundo lugar, desarrolla



la planificación o lo que es equivalente pasar a la acción; en tercer lugar, monitorear la puesta en escenas de las acciones previamente planificadas y puesta en ejecución lo que se constituye en un momento de observación; y finalmente reflexionar sobre la observación de la acción, lo cual da el sentido de valorativo de lo planificado y se convierte en semilla o punto de partida para desechar, reconstruir o adicionar acciones al plan anterior que en este momento se convierte en el nuevo plan de acción.

Identificadas previamente las bases conceptuales de la Investigación Acción (I.A.), se hace necesario la exploración, análisis y conceptualización de un instrumento metodológico que permita la puesta en escena de la Investigación Acción. El Taller Pedagógico como instrumento metodológico, es un ámbito de reflexión y de acción donde mediante reuniones de trabajo los participantes se unen en pequeños grupos para desarrollar los objetivos que se proponen.

#### **4. EL PROCESO PEDAGÓGICO VIVIDO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL P.E.P.**

##### **4.1. PROCESO DE GESTIÓN INSTITUCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA**

Este proceso de construcción requiere a su vez de un proceso de gestión institucional (Figura 1) el cual es una CARTA DE NAVEGACIÓN que le permite caracterizar los componentes de la cultura Informática (lineamientos ACM/IEEE-CS), para seleccionar aquellos que ha de traducir en procesos de formación; es decir lograr el proceso de curricularización de la cultura (Informática) con propósitos de formación.

Esta gestión institucional tiene su base en que el individuo puede crear situaciones problemáticas al cuestionar la realidad a partir de supuestos teóricos y de allí derivar sus ideales y construir el futuro posible en donde existen un cúmulo de alternativas entre las cuales se puede elegir; de esta forma la gestión se convierte en un proceso creativo tanto a nivel individual y colectivo donde se pone a prueba la voluntad del sujeto para lograr lo que quiere y su capacidad de autodirección.

A su vez, se realiza sobre la base del diálogo caracterizado por la sinceridad, la rectitud y la comprensibilidad para encontrar entre todos los actores de la comunidad educativa las soluciones a los problemas planteados y a través del consenso tomar decisiones para dar respuesta a las necesidades de la institución guiada siempre por su "querer ser".

##### **4.1.1. Momentos de Proceso de Gestión para la Construcción del Proyecto Educativo del Programa (P.E.P.)**

El proceso de gestión como proceso que permite la construcción del P.E.P. se realiza en cuatro (4) momentos que se interrelacionan y se confunden, se enriquecen y se transforman:

- **Proceso de sensibilización y concientización** cuyos propósitos son, cuestionar las concepciones de los actores y su papel en la Universidad y el Programa sobre la base de la nueva



responsabilidad de liderar la Informática; recrear su visión teórica sobre la Informática, los Sistemas y la Computación e ir explicitando sus compromisos y las comprensiones de la acción pedagógica cotidiana e identificar su vigencia .

- **Proceso de análisis cultural e institucional** el cual tiene como propósito , caracterizar los componentes de la cultura Informática , para seleccionar aquellos que se han de traducir en procesos de formación y problematizar la vida y el sentido del Programa en su contexto cultural para identificar sus condiciones , posibilidades y proyecciones , de tal manera que se pueda perfilar el futuro deseado construir las metas a alcanzar y las situaciones requeridas para lograrlas.

CARTA DE NAVEGACIÓN

COMPONENTES DEL P.E.P.		INSTANCIA IDEAL	INSTANCIA INTEGRADORA	INSTANCIA REAL	INSTANCIA EXPERIENCIAL
PROCESO DE GESTIÓN INSTITUCIONAL					
I	SENSIBILIZACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN				
A	ANÁLISIS CULTURAL E INSTITUCIONAL				
P	ORGANIZACIÓN PARA LA TRANSFORMACIÓN				
	INSTITUCIONALIZACIÓN				

Figura 1. Proceso de gestión institucional para la construcción del P.E.P.

- **Proceso de organización para la transformación** , con el propósito de generar en la Institución y específicamente en el programa una manera de recrear y aprovechar el espacio y el tiempo universitario , para hacer posible que los integrantes de la comunidad se conviertan en actores del proceso, definan propósitos comunes, identifiquen y asuman responsabilidades, valoren sus logros , y la vida del Programa sea así un espacio de formación intencional .

- **Proceso de Institucionalización** , es el momento de la vida del Programa , en el cual se instituyen los resultados del proceso de gestión en términos de elaboración teórica sobre los acuerdos para la acción que le dan sentido y le marcan el rumbo a la acción y se van haciendo norma en la vida institucional .

Todo esto se realiza mediante el proceso de acción-reflexión- planeación-acción (IAP) , sobre la práctica docente y de su propia institucionalización . De esta forma el proceso de gestión



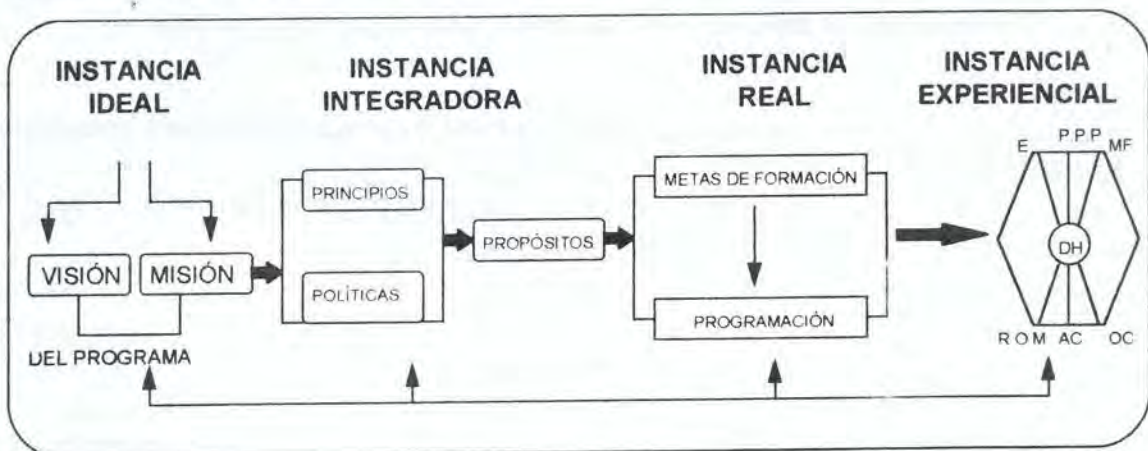
necesario para la construcción del PEP se convierte en un proceso de formación para todos los actores de la colectividad educativa.

Este proceso de gestión en la Institución, encuentra en el taller pedagógico un camino, una forma, una guía flexible y enriquecedora un método de trabajo y con un espacio de reflexión que incluye a toda la comunidad educativa en dicho proceso creador. Es así como en éste marco fuerte de compromiso personal y grupal, mostramos a continuación cómo los miembros del Programa, representados por: directivos de la Universidad, por docentes, por alumnos, por egresados y orientados por el grupo de investigación, conformado por el comité de curriculum del Programa de Ingeniería de Sistemas, construyeron los componentes del Proyecto Educativo del Programa (4.1.2.).

#### 4.1.2. Componentes del Proyecto Educativo del Programa

Teniendo como base los momentos constitutivos del proceso de gestión institucional los componentes del Proyecto Educativo del Programa (Figura 2), derivados del proceso de intervención realizado por el comité de curriculum son:

- **Instancia ideal**, en la cual se construyeron la visión del futuro y la misión del Programa de Sistemas.
- **Instancia integradora**, en la cual guiados por la visión del futuro del Programa, teniendo en cuenta la misión por cumplir y fundamentados en los lineamientos de política del Ministerio de Educación Nacional Colombiano y en los de la Universidad del Norte, para la formación de profesionales en el área de Sistemas, se estructuraron las políticas, principios y propósitos propios del Programa bases para la formación de los futuros Ingenieros de Sistemas.



#### CONVENCIONES:

P.P.P. : PRINCIPIOS POLÍTICAS Y PROPÓSITOS  
 MF : METAS DE FORMACIÓN  
 DH : DESARROLLO HUMANO

O.C. : OBJETOS DE LA CULTURA  
 AC : ACTORES (DIRECTIVOS-MAESTROS-ALUMNOS)  
 R o M : RECURSOS O MEDIACIONES  
 E : EVALUACIÓN

Figura 2. Componentes del Proyecto Educativo del Programa.

- **Instancia real**, en la cual se construyeron las metas de formación que interrelacionando con una estructura curricular modular, opera dentro de una programación para cumplir con las metas previamente establecidas.



- **Instancia experiencial**, en la cual para lograr el desarrollo humano interrelacionan de una forma integrada los principios, políticas y propósitos con las metas de formación y éstas apoyadas por unos recursos o mediaciones tienen en cuenta unos objetos de la cultura (Informática y de Sistemas), la cual al ser guiada la interrelación antes mencionada por unos actores requiere necesariamente de una evaluación (Sistema de Indicadores de Gestión) el cual avala el cumplimiento de la misión tendiente a una visión del futuro por alcanzar.

## 5. ¿PORQUÉ UNA ALTERNATIVA PEDAGÓGICA?

La vida del Programa de Sistemas de la Universidad del Norte se ha venido transformando en un Proyecto Educativo del Programa, realizado de una forma cooperativa, interdisciplinaria, democrática y participativa para cada uno de los integrantes de la comunidad educativa del Programa.

Los resultados parciales alcanzados en la construcción del Proyecto Educativo del Programa son:

- Proyectos de responsabilidad directa del Programa y el Departamento de Sistemas tales como: Autoevaluación, vía a lograr una acreditación. Plan de formación docente. Sistema de Seguimiento de Egresados e Internacionalización de las asignaturas.
- Sistema de indicadores de gestión de la Universidad del Norte, el cual de una forma estructurada contiene los indicadores académicos y administrativos que permiten avalar el cumplimiento de la misión de la universidad y consecuentemente de la misión del Programa.
- La capacidad autogestora de los estudiantes y profesores del Programa, lo cual se demuestra en actividades como el V Congreso Nacional de Estudiantes de Sistemas.
- Proyección del curriculum del Programa, demostrada a través de acciones conducentes a lograr el establecimiento de programas de especialización y maestría en el área de Sistemas.

En conclusión:

- Es conveniente que todo programa o facultad construya su proyecto educativo colectivamente basado en teorías pedagógicas formales.
- El proyecto educativo del Programa debe tener como propósito la formación integral de la comunidad educativa, dentro de una visión humanista, y
- El proceso de gestión es un proceso de curricularización.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ MÉNDEZ, Juan Manuel. Dos perspectivas contrapuestas sobre el currículo y su desarrollo. En: Revista de educación No. 282, (1987) p. 131 - 150.
- BETACOURT, MAYA Arnubio. El taller educativo. Bogotá: Secretaría Ejecutiva del convenio Andrés Bello, 1.991.
- ELLIOT, J. La investigación acción en la educación. Madrid: Morata, 1990.
- GUEDEZ, Victor. Educación y proyecto histórico pedagógico. Caracas: Universidad Nacional Abierta: Fondo editorial de vicerectorado académico, 1987.
- LOBROT, Michael. La pedagogía institucional: La escuela hacia la autogestión. Buenos Aires, 1977.



# **INNOVACIÓN CURRICULAR EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS CIVILES**

## **EL CURRÍCULO DE LA UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, UPC**

**Héctor Gallegos**

### **BASES DE LA FORMACIÓN DEL INGENIERO CIVIL**

El ser humano es único entre los seres vivos: solamente él crea mundos artificiales. Los mundos de la política, la cultura, el arte, la ciencia y los objetos son algunos de ellos.

Los ingenieros son los responsables de crear, transformando el mundo natural, el mundo artificial de los objetos, así como el de los procesos y el de los sistemas.

La ingeniería civil -la primera y la básica de las ramas de la ingeniería- tiene por finalidad el diseño, fabricación y mantenimiento del ambiente construido que es parte del mundo artificial de los objetos. Edificios, caminos, puentes, puertos, canales y túneles, entre otras estructuras e infraestructuras, integran dicho ambiente construido.

Para llevar a cabo su tarea profesional -enriquecer y transformar la naturaleza para ponerla al servicio de la humanidad-, el ingeniero civil se apoya en dos grandes fundamentos: la ciencia y la técnica. Una y otra sustentan y facilitan su quehacer. La primera le permite conocer e interpretar la naturaleza, mientras que la segunda es su herramienta para manipularla y transformarla.

Las grandes doctrinas, escuelas y prácticas -nacidas hace casi tres siglos- que dieron origen a la ingeniería civil como la conocemos hoy día se apoyaron para su quehacer, preferentemente, en una sola de esas bases e incluso desdeñaron el fundamento que sustentaba a la otra. En este último aspecto recordemos, por ejemplo, las actitudes despreciativas del gran Telford frente a la competencia matemática de los graduados en Francia.

La ingeniería civil británica representó a la profesión apoyada en la artesanía, la técnica y la intuición -en conjunto, la tecnología- ejercida con una visión ética atada al servicio social que la han marcado indeleblemente. Es necesario recordar el origen



británico de la definición -aún vigente- de la ingeniería civil como el arte de aprovechar los recursos de la naturaleza en beneficio del hombre. La ingeniería civil francesa, de otro lado, nace de la racionalidad científica y se apoya, por ello, en la matemática y en la física. La británica fue ingeniería de campo (de hacer); la francesa, de gabinete (de pensar).

Para dar origen al ingeniero civil formado universitariamente -que apareció con claridad a mediados del siglo pasado, primero en Alemania y luego en los Estados Unidos, cuando las revoluciones democrática, industrial y científica se habían consolidado, ambas escuelas convergieron, se unieron y se potenciaron. Sin embargo, la mayor incidencia o el predominio de una u otra en el proceso formativo -un vaivén que ha ocurrido con notorio vigor en el último medio siglo- siempre será motivo de tensión en la educación del ingeniero civil. Tensión constructiva, pues asegura la vitalidad y, por ello, la adaptabilidad de la profesión a los procesos de cambio que marcan nuestra época. Tensión permanente además, pues obedece a que la ciencia y la tecnología, aunque complementarias e interactuantes, tienen cada una, para atender sus respectivos quehaceres, su mundo propio, propósitos distintos y metodologías opuestas.

## TIPOS DE INGENIEROS CIVILES

Hoy en todo el mundo, y aunque los títulos no los diferencian, el sistema universitario gradúa dos tipos de ingeniero civil: uno que tiene su potencial ubicado sobre todo en su habilidad para crear, perfeccionar y operar los procesos tecnológicos, y otro que lo tiene en habilidades específicas cuajadas alrededor del conocimiento científico.

Este hecho -poco reconocido y, por ello, escasamente racionalizado- está vinculado a la asociación del proceso de desarrollo, primero con la ciencia y luego, desde hace unas pocas décadas, con la tecnología. La primera de estas asociaciones se sustentó en la tesis baconiana de que todo el progreso humano se apoyaba en el conocimiento e interpretación de la naturaleza; la segunda, en el reconocimiento de la tecnología como la herramienta del desarrollo material y en el develamiento de su asociación directa con los poderíos militar y económico y con la creación de riqueza.

Cross trató el tema en una conferencia acerca del diseño en ingeniería, celebrada en 1990 en la Universidad de Illinois. En esa ocasión sostuvo que los programas de ingeniería forman -exclusivamente como resultado de su opción curricular y su metodología educativa y, por ello, en general, implícitamente- unos, lo que él llamó «ingenieros diseñadores» y, otros, «ingenieros». Para alcanzar una clara identificación ante los postulantes y lograr eficiencia formativa, a partir de esta presentación, surgió, es cierto que incipientemente, el reclamo por opciones explícitas del perfil del graduado, los objetivos educativos y el contenido curricular de los programas de ingeniería.

Ciertas carreras de ingeniería civil -por ejemplo, las de *MIT* en Estados Unidos, el *Imperial College* en Gran Bretaña, o las de las universidades cubanas- sí están claramente orientadas. Es notorio que cuando esta orientación existe y está, aunque sea primitivamente, explicitada, los programas apuntan usualmente a fortalecer la habilidad del profesional para enfrentar problemas no estructurados, adoptar estrategias solucionadoras, emplear pensamiento abierto, lateral y no posicionado, y comunicar sus ideas con eficacia, características, todas ellas, pertenecientes a la competencia para aplicar el método de la



ingeniería y llevar a cabo exitosamente procesos de diseño. En la mayor parte de estos casos se puede notar también que buscan formar -ya que entienden que la especialización solo puede proceder de una base amplia- un generalista y no un especialista. Más aun: es evidente que esta opción está destinada, en última instancia -porque está complementada con cuidadosos procesos de selección y monitoreo de su alumnado-, a identificar y auspiciar líderes potenciales.

Otras carreras de ingeniería civil están poniendo ambas opciones formativas al descubierto para, si llegan a establecerlo como necesario, modificar el perfil de su graduado. Un caso: la *Escola Politécnica da Universidade de Sao Paulo* -tradicionalmente identificada con una fuerte base científica y con la especialización temprana en el pregrado- descubrió, mediante una encuesta entre autoridades estatales, empresarios, ingenieros civiles, profesores, autoridades universitarias y alumnos, no solo que en el Brasil escaseaban los ingenieros de base amplia competentes en la solución de problemas no estructurados, sino que 80% de los alumnos preferían ese tipo de formación. Las razones dadas por los alumnos para preferirla incluían la ampliación de sus perspectivas de trabajo y una mayor adaptabilidad al cambio tecnológico.

En un estudio elaborado por el *Engineering Professors' Conference*, se propone adoptar dos modelos formativos claramente diferenciados y, como consecuencia, dos tipos distintos de grado. Uno reconocería la competencia del graduado para enfrentar exitosamente y asumir la responsabilidad de identificar y resolver problemas nuevos no especificados, en la medida en que se le presenten; por ello su formación enfatizaría el entendimiento y las habilidades transferibles. El otro grado reconocería la competencia del graduado para enfrentar exitosamente y asumir la responsabilidad de resolver problemas bien especificados; por ello su educación enfatizaría el «saber-cómo» (know-how) y habilidades especializadas.

Es indudable que los dos tipos de ingeniero civil tienen una ubicación claramente delimitada en el ejercicio actual de la ingeniería civil -en el llamado mercado de trabajo-, y que ambos son, por ello, socialmente necesarios. Las sociedades, cualesquiera fueran su riqueza, grado de control de la naturaleza y nivel de desarrollo de su ambiente construido, requieren de ambos tipos de ingeniero civil para materializar o mantener su ambiente construido y acelerar así su proceso de enriquecimiento. Cada sociedad demandará, ya sea a través de la planificación o del mercado o, mejor aun, a través de una combinación inteligente de ambos, la proporción debida y eficiente en que uno y otro son requeridos.

## FORMACIÓN DEL INGENIERO CIVIL EN EL PERÚ

El análisis de la educación del ingeniero civil en el Perú muestra con claridad -por lo menos hasta fines de la década de los cincuenta, cuando la diferencia comienza a desvanecerse- que sus dos notables formadoras de ingenieros civiles, la Universidad Nacional de Ingeniería y la Pontificia Universidad Católica del Perú, graduaban, la primera, ingenieros de base amplia con competencia diseñadora substancial, y, la segunda, ingenieros especializados, con una base matemática sólida y muy diestros en el proceso del cálculo estructural. Hoy, debido sobre todo a la influencia del llamado «Informe Grinter» -que llevó a reformular currículos muy profesionales con un fuerte énfasis en las ciencias- el



En el meollo del proceso formativo se situó la necesidad -frente a un mundo permanentemente cambiante- no solo de inculcar una formación sólida en lo «inmutable» del ser, pensar y actuar profesional del ingeniero civil -como lo son la base ética, el enraizamiento en la realidad, los conocimientos científicos y el dominio del método de la ingeniería-, sino de iniciar al estudiante en una vida profesional signada por el aprendizaje continuo cuyo éxito depende de la competencia adquirida para «aprender a aprender».

Este documento muestra y explica -a partir del perfil del graduado- el esquema curricular elaborado para lograr lo que nos hemos propuesto en la UPC.

## **ANÁLISIS DEL PERFIL DEL GRUADO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UPC**

Es preciso analizar las características sustantivas del perfil del graduado, pues de ellas deriva el contenido curricular:

### **1. Profesional.**

Se entiende como profesión una actividad considerada esencial por la sociedad y sujeta, por ello, a demandas éticas propias.

La ingeniería civil tiene dos fuentes de las que emanan esas demandas éticas propias: su relación con la sociedad y su relación con el trabajo humano y con la naturaleza.

La primera exige que los ingenieros estén al servicio de la sociedad, obliga a que contribuyan a su bienestar y que sean responsables de su seguridad.

La segunda, la relación con el trabajo humano y los recursos naturales, impone condiciones vinculadas a la adecuada utilización, protección y enriquecimiento de los mismos. Obliga, por ello, a que el ingeniero entienda y considere el impacto de sus soluciones -las obras civiles- en la sociedad y el ambiente.

### **2. Diseñador.**

Se llama diseño al método usado por la ingeniería para identificar necesidades, atenderlas y alcanzar soluciones funcionales y económicas a los problemas. El diseño es un proceso racional, no estructurado, integrador, contingente -sujeto a complicaciones imprevistas- y con soluciones múltiples, que responde al propósito de crear un objeto a partir de información generalmente imprecisa e incompleta.

El diseño no solo es parte integral de la ingeniería: es la ingeniería misma.

La calidad de la ingeniería civil está íntimamente ligada a su competencia para construir obras exitosas. Para ello se requiere diseñar con eficacia y competencia. Diseñar con eficacia implica reconocer que los condicionantes políticos, psicológicos, económicos y sociales y el impacto de la ingeniería en el ambiente son parte del problema de la ingeniería tanto como lo pueden ser la ciencia y la técnica. Diseñar competentemente para satisfacer necesidades humanas implica tener en cuenta todas las peculiaridades personales e institucionales, y hasta la forma de vivir. Las obras que no satisfacen equilibradamente el total de condicionantes, en particular los funcionales, ecológicos y económicos, no serán exitosas: constituirán fallas de la ingeniería.

Esta competencia para diseñar eficaz y competentemente tiene su origen y sustento en la formación y capacitación para diseñar que proveen los programas de



ingeniería civil. Por ello, en la formación del ingeniero civil el contenido curricular y la metodología educativa deben estar orientados a la capacitación para diseñar, y los ambientes -tanto el de la carrera y el de la facultad como el de la universidad- deben auspiciarlo y enriquecerlo. Capacitar para diseñar debe ser la columna vertebral de la formación. En este sentido debe tenerse en cuenta, que si bien nuestras más modernas herramientas matemáticas, científicas y computacionales son extraordinariamente poderosas y no tiene precedente en la historia de la ingeniería, existen elementos esenciales en el proceso de diseño que son más fundamentales que esas herramientas modernas -sobre todo en la «etapa» de creación conceptual- y que, por ello, deben ser potenciadas de manera particular en el proceso educativo.

El método de la ingeniería se esquematiza -muy simplificado, como si fuera solo un sistema secuencial- en la figura 1.

Las habilidades -todas transferibles- para manejar diestramente el proceso de diseño son las siguientes:

- a. Enraizamiento en la realidad.
- b. Conocimiento de la realidad cultural, social, política y económica y de los temas contemporáneos.
- c. Creatividad, competencia para el pensamiento lateral y conocimiento de las precedencias.

La ingeniería civil progresa gradual y cuantitativamente, perfeccionando. Por ello el ingeniero debe conocer la larga tradición de la ingeniería civil, legible en las obras existentes y en las fallas de las mismas. En este sentido, el estudiante debe sentir que tiene el ancestro y pertenece a la gran comunidad de los ingenieros civiles, y que necesita, puede y debe acceder, por eso mismo, a la creación comunitaria.

Además, la ingeniería civil requiere innovación para su progreso cualitativo. La innovación solo es posible si existen líderes. Caracterizan al líder la creatividad, la competencia para integrarse en equipos de trabajo, el talento para comunicarse con eficacia y la capacidad para enfrentar riesgos. Identificar a los líderes potenciales y auspiciarlos es objetivo del modelo educativo de la UPC.

d. Conocimientos científicos sólidos y destreza para aplicarlos. Los conocimientos científicos incluyen la matemática, que provee la base instrumental y lógica; las ciencias básicas, principalmente la física, que proveen el entendimiento de los fenómenos naturales; y las ciencias de la ingeniería que, con sus raíces en las matemáticas y en las ciencias básicas, constituyen el puente con la actividad profesional.

- e. Eficacia en la comunicación hablada, escrita y gráfica.
- f. Conocimiento operativo del idioma inglés.
- g. Destreza para integrarse en equipos de trabajo multidisciplinario.
- h. Competencia en las técnicas de gestión.

### **3. Generalista de base amplia.**

Es probable que tarde o temprano, en la mayor parte de los casos, el ingeniero civil adopte -o deba adoptar- una especialización para ejercer su profesión. El éxito de esta decisión -la de ser especialista- se sustenta en el dominio del método de la ingeniería, en



una definitiva predisposición por «aprender a aprender», en poseer una base generalista e, idealmente, en haber recorrido una diversa -aunque sea breve (un par de años, por ejemplo)- experiencia profesional tutelada preferentemente en el sector construcción.

La especialización temprana en el pregrado conduce a una visión técnica -no tecnológica- de la profesión, impide alcanzar la verdadera vocación, limita los campos -áreas, sectores y funciones- de acción, incapacita para adaptarse a los rápidos avances tecnológicos e impide acceder con eficacia al cambiante mercado de trabajo.

Por ello la enseñanza técnica de la ingeniería civil en la UPC no privilegia ninguna de las áreas -geotecnia, agua, transportes o estructuras-, sectores -proyecto, supervisión, construcción, operación o mantenimiento-, o funciones -ingeniero, promotor, empresario, profesor o investigador- que definen el espectro de la actividad profesional en la ingeniería civil. Más bien crea las bases que posibilitan el desarrollo del futuro ingeniero en cualesquiera de ellas.

## **EL CURRÍCULO DE INGENIERÍA CIVIL EN LA UPC**

El esquema curricular de la carrera de ingeniería civil en la UPC se muestra en la figura 2.

En dicho esquema se representa el reconocimiento esencial de que, para que su éxito sea posible, el sistema curricular debe reposar sobre dos grandes plataformas: el ambiente universitario y el ambiente de la carrera. Dichos ambientes -a través de procesos pedagógicos sofisticados- tienen el propósito de implantar en el estudiante los valores del modelo educativo de la institución, con su función genérica, y de la facultad, con su función específica.

Por ejemplo, el ambiente universitario auspicia el compromiso humano integral («humanismo»), la racionalidad y la creatividad, enraíza al estudiante en la realidad y en su responsabilidad pública, lo involucra en los temas contemporáneos, lo incorpora a la cuasi religiosa doctrina de «aprender a aprender» (Emilio Castañeda sostiene con propiedad que «... el único hombre educado hoy en día es el que ha aprendido que ningún conocimiento es seguro ...»), lo capacita para acceder, discriminar y manejar la información y para comunicarse eficazmente.

De otro lado, el ambiente de la carrera busca implantar los valores éticos propios de la ingeniería civil y las destrezas específicas de «aprender a aprender» que demanda el ejercicio de la profesión.

El esquema curricular o programa educativo, sustentado en esas plataformas, está dosificado de modo de lograr el objetivo formativo -el perfil- en un plazo de diez semestres lectivos con un total del orden de 200 créditos y alrededor de 50 cursos. La dosificación es la mostrada en el cuadro 1 y la estructuración de los cursos -cuyo ordenamiento aun no es definitivo -pues se está perfeccionando su hilación- en los ciclos superiores- se muestra en el cuadro 2.

Cabe destacar algunas características del currículo:

a. El corazón del programa educativo está en la facultad: la plana docente. No solo debe existir en número adecuado, sino que debe ser pedagógicamente apta, encarnar el modelo educativo y dominar con amplitud su materia.



b. Casi nadie discute la necesidad esencial de contar con el papel formativo e instrumental de las matemáticas en la carrera de ingeniería civil. Al mismo tiempo, no todos los programas reconocen que las matemáticas son una de las barreras más difíciles que debe franquear el estudiante para completar con éxito su carrera. Es obvio, además, que en muchos programas de ingeniería, debido a la forma en que se la enseña, la barrera matemática se ha vuelto poco menos que infranqueable: ella interrumpe el proceso formativo de estudiantes con verdadera vocación ingenieril y, tan grave como lo anterior, desincentiva el estudio de la ingeniería civil.

Reconociendo la ruindad -objetivos errados, nivel insuficiente y baja calidad- de la enseñanza de matemáticas en los colegios, es necesario, sin perder la profundidad y el dominio de la abstracción necesarios, cambiar radicalmente el enfoque en la enseñanza de las matemáticas en la universidad. El objetivo debe ser romper definitivamente la barrera y lograr que el alumno se «enamore» de las matemáticas y las reconozca como compañeras inseparables de su viaje profesional.

Este objetivo se alcanza mediante tres acciones simultáneas: capacitando a matemáticos para enseñar a estudiantes que no serán matemáticos; adoptando métodos de aprendizaje activo; y, sobre todo, integrando los cursos de matemáticas con los cursos de ciencias de modo que, simultáneamente con la abstracción matemática, el estudiante viva su aplicación en la interpretación y modelaje de los fenómenos naturales.

c. El objetivo final de toda carrera universitaria es formar, antes que nada, un ser humano integral, y, luego, reconocer, a través del título, una determinada competencia. La enseñanza de ciencias sociales y humanismo es absolutamente esencial para alcanzar este propósito. Ella sustenta e incentiva la formación integral, añadiendo a la solidez en la formación científica y técnica las bases de la formación cultural, ecológica y social.

d. La necesidad de capacitar en gestión al ingeniero civil es crecientemente reconocida. Se trata no solo de proveer conocimientos en el área del quehacer empresarial, sino de darle competencia para conducirse en ese ambiente y destrezas para manejar la gerencia de proyectos de ingeniería.

e. El impacto de la ingeniería en el ambiente es un tema que si bien debe estar enraizado en la formación ética, exige hoy -tanto por las válidas demandas de protección ecológica que la sociedad está crecientemente configurando, como por su complejidad-, que los programas provean una adecuada base científica para entender la problemática involucrada y, además, sensibilicen y capaciten al alumno para identificarla e incluirla como condicionante no negociable de los procesos de diseño.

f. En el programa educativo todo converge a que el alumno logre competencia en el método de la ingeniería. Diseño es el eje vital de la carrera de ingeniería civil en la UPC.

Los cursos de esta columna curricular son interdisciplinarios -integran los conocimientos y habilidades adquiridas-, desembocando en proyectos concretos que presentan problemas reales de estructura abierta, trabajados en equipo. Ellos se abordan desde el origen del proceso de diseño, identificando y evaluando la necesidad que justifica la obra que se intenta proyectar y recabando la información necesaria para definir -siempre incompletamente- los condicionantes de la obra. Se continúa el proceso aplicando las técnicas del pensamiento lateral, la competencia creativa y el dominio de las precedencias



para la elaboración conceptual. El modelaje, análisis y optimación se adaptan a las destrezas ya adquiridas por el alumno y buscan la adquisición de conceptos claros. Por ello van desde modelajes muy simples hasta usos avanzados de la computadora. La comunicación eficaz -oral, escrita y gráfica- de lo logrado en el proceso de diseño y la continua identificación y referencia con la construcción de la obra que se proyecta -no hay ingeniería civil sin construcción- son medulares en el proceso educativo de diseño.

Se trata, en resumen, de trasladar gradualmente la vida profesional al ambiente universitario

Una característica de este proceso -tal como se da en la vida real cuando hay que resolver un problema- es el manejo competente de la información y la aplicación del «aprendizaje justo a tiempo». Por ello se ha descartado la forma tradicional de enseñar algunas materias consideradas de rigor para el ingeniero civil.

Por ejemplo, no existe entre los cursos del currículo el de concreto simple y armado. El indispensable entendimiento del comportamiento del material -un aspecto tratado muy superficialmente en los cursos tradicionales- se logra a través de la incorporación del tema y la provisión de información relevante en diversos cursos desarrollados a lo largo de toda la carrera y se consolida, finalmente, al tratarse la ciencia de los materiales. La habilidad en la aplicación del concreto simple o armado -sobre todo la necesaria para atender las etapas de modelaje y análisis de cada proyecto de la columna de diseño- será provista en la medida en que sea requerida para su aplicación. Al final el alumno habrá cubierto esta asignatura esencial, pero de un modo distinto: apoyando su aplicación en el entendimiento del comportamiento del material y no en reglamentos siempre obsoletos y temporales, distribuida a lo largo de los ciclos y consolidada en los proyectos integradores que conforman la columna de diseño.

Este proceso garantiza que lo enseñado se aprenda al reconocer prácticamente que la mejor manera de aprender y, sobre todo, de entender, es haciendo. Por eso mismo el proceso exige una secuencia de proyectos de complejidad y demandas crecientes, que asegure que el conocimiento completo de una materia y, lo que es más importante, su entendimiento, se puedan ir edificando mientras, simultáneamente, se logran habilidades específicas básicas, se perfeccionan las transferibles y las áreas de la carrera se van develando e integrando gradualmente.

En la base de la columna de diseño se forma indeleblemente en los alumnos -a través de la incursión temprana (desde el primer ciclo) en tareas de naturaleza profesional, en el entendimiento de los conceptos que son la base de la ingeniería y en el contacto con profesionales que encarnan el actuar del ingeniero- la visión cabal de lo que es la profesión de la ingeniería civil. La columna de diseño construye esa visión paso a paso.

## REFERENCIAS

1. Watson, G. *The Civils: The story of the Institution of Civil Engineers*. Thomas Telford, London, 1988.
2. Kerr, C.: *The Uses of the University*. Harvard University Press, 1995.



3. Editor de la revista Design Issues y profesor de asignaturas de diseño en la Open University de Gran Bretaña
4. Castañeda Hevias, A.E. «La formación de profesionales de ingeniería» , en El Ingeniero Civil, N° 100, enero-febrero de 1996.
5. Bringhenti, I.: O Ensino na Escola Politécnica da USP. Fundamentos para o Ensino de Engenharia, 1993.
6. Developments in First Degree Courses in Engineering, Gran Bretaña, mayo de 1993.
7. Giuffra Fontanés, F. «La formación del ingeniero civil» , en El Ingeniero Civil, N° 12, mayo-junio de 1981.
8. Report of the Committee on Evaluation of Engineering Education, Journal of Engineering Education, N° 45, 1952.
9. En la última reunión (1995) acerca de la educación del ingeniero civil en los Estados Unidos, que convoca quinquenalmente la American Society of Civil Engineers, fue tema central la degradación -causada por la especialización- de la profesión a técnica y propusieron cambios curriculares sustantivos para salvaguardar el futuro de la ingeniería civil norteamericana.
10. Ver la referencia 5. ■



# Figura 1

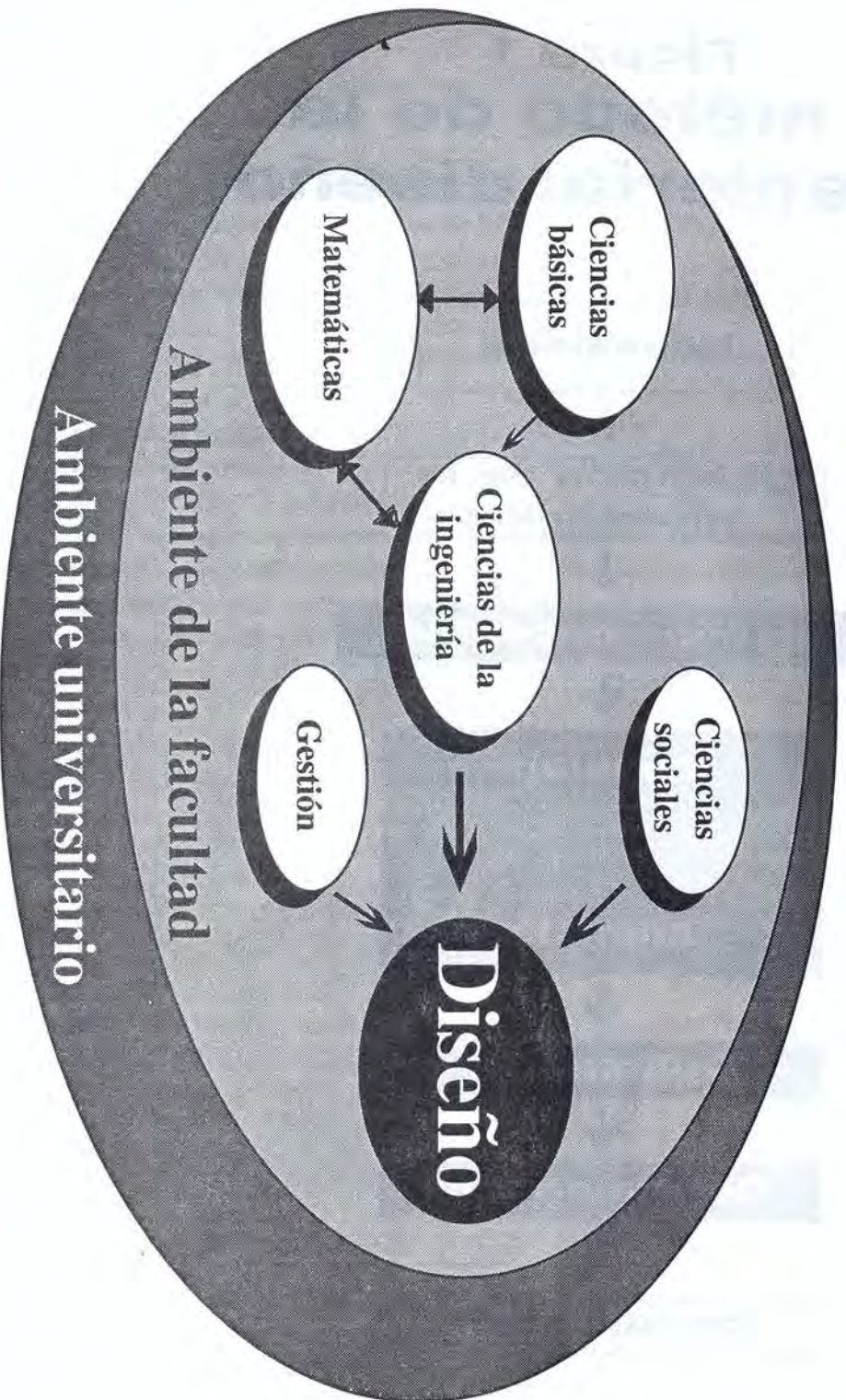
## El método de la ingeniería: diseño





Figura 2

Esquema del currículo de la carrera de ingeniería civil





**Cuadro 1**  
**Dosificación del programa educativo**

<b>Ciclo</b> ↓	<b>Matemáticas</b>	<b>Ciencias básicas</b>	<b>Ciencias de la ingeniería civil</b>	<b>Ciencias sociales y humanidades</b>	<b>Gestión</b>	<b>Diseño</b>
<b>Créditos</b> →	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>80</b>
<b>(%)</b> →	<b>15</b>	<b>7.5</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>7.5</b>	<b>40</b>
<b>10</b>						
<b>9</b>						
<b>8</b>						
<b>7</b>						
<b>6</b>						
<b>5</b>						
<b>4</b>						
<b>3</b>						
<b>2</b>						
<b>1</b>						



**Cuadro 2**  
**Cursos del sistema curricular**

Ciclo	Matemáticas	Ciencias básicas	Ciencias de la Ingeniería civil	Ciencias sociales y humanidades	Gestión	Diseño
10			Ingeniería de costos		Gerencia de proyectos	Organización de la obra
9			Ciencia de los materiales 2		Relaciones interpersonales en la organización	Equipo de construcción y obras provisionales
8			Ciencia de los materiales 1	Historia de la tecnología	Estrategias empresariales	Recursos hidráulicos
7	Estadística y diseño de experimentos		Análisis estructural 2	Análisis de los espacios regionales	Instrumentos para la gestión	Saneariento
6	Métodos numéricos y elementos finitos	Biología	Análisis estructural 1		Economía para la gestión	Ingeniería sismo resistente
5	Serie y ecuaciones diferenciales en derivadas parciales		Resistencia de materiales		Fundamentos de la gestión	Cimentaciones
4	Cálculo diferencial e integral de varias variables	Hidromecánica, termodinámica y electricidad	Dinámica	Cultura peruana		Mantenimiento
3	Álgebra lineal y ecuaciones diferenciales ordinarias	Mecánica, oscilaciones y ondas mecánicas				Vías
2	Cálculo diferencial e integral de una variable	Modelación mecánica de las estructuras		Comprensión y producción del lenguaje 2		Taller de creatividad
1	Matemáticas y estadística básica	Programación para ingeniería		Comprensión y producción del lenguaje 1	Modelo educativo	Conceptos de ingeniería + Seminario 2
				Seminario 1		Topografía 2
						Topografía 1
						Ingeniería gráfica



# **APLICACION DE UN MODELO DE PROCESO A LA CARRERA UNIVERSITARIA**

**Ing. Jorge Eliécer Tarazona Betancourt**  
**Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito"**

## **RESUMEN**

El propósito principal de este escrito es presentar, en forma muy resumida, un modelo de proceso -desarrollado por el autor del ensayo- y su aplicación al trabajo de una facultad universitaria, a fin de que quienes estén interesados puedan analizar la posibilidad de utilizar el modelo, total o parcialmente, en otras facultades, o en trabajos de otro tipo. El autor está a disposición para cualquier aclaración e información adicionales.

El escrito cubre, básicamente, tres capítulos: LA CARRERA UNIVERSITARIA en el cual se precisa lo que se entiende en el ensayo por Carrera Universitaria, EL MODELO PROPUESTO en donde se presenta, brevemente, el modelo y APLICACION DEL MODELO A LA CARRERA UNIVERSITARIA que describe, también sucintamente, la aplicación del modelo en el trabajo de revisión y reestructuración de una Carrera Universitaria.

## **LA CARRERA UNIVERSITARIA**

La Carrera Universitaria se entiende en este ensayo como el Servicio ofrecido por la facultad de una universidad, dentro de parámetros establecidos y convenidos, para que el alumno de pregrado pase del estado de formación con el que debe concluir su bachillerato a otro estado, también de formación, que le permita iniciarse convenientemente como profesional titulado. Algunas aclaraciones son útiles en este concepto.

El término Carrera aparece con mayúscula para indicar que tiene un significado especial el cual excluye algunas interpretaciones comunes como por ejemplo: desplazamiento rápido o acelerado, recorrido fácil, pugna de velocidad, pero que incluye algunos significados usuales como: movimiento impetuoso, camino o curso que se sigue, medio o modo de hacer alguna cosa.



El término Servicio lleva consigo nociones importantes como utilidad, contribución al bienestar de otros, estructura, coordinación, esfuerzo, ayuda, dedicación, disposición.

El Estado de formación con el cual termina el alumno su bachillerato debe ser tal que le permita cumplir con los requisitos establecidos y exigidos por la Universidad. Requisitos como poseer una cultura general, estar preparado para iniciar la carrera universitaria, saber pensar, o cosas por el estilo son muy vagos y no guían apropiadamente a los colegios. Debería disponerse de unos más específicos y más formalmente convenidos.

Aunque este concepto de Carrera presupone la responsabilidad de la institución universitaria en la prestación del Servicio, señala explícitamente que el uso de él como medio para alcanzar el estado de formación esperado es responsabilidad primordial del alumno. El caso es parecido al de una agencia de viajes que le dice al interesado: nosotros le suministramos las guías, los mapas, información y otros medios, y estaremos dispuestos a ayudarle en lo que usted no pueda, pero el que viaja, el que conoce y el que adquiere las experiencias es usted.

El concepto destaca, también, el hecho de que la Universidad debe certificar, por medio de un título académico, la capacidad del graduado de iniciar sus labores como profesional. Esta aptitud no necesariamente implica que el recién egresado llegue a una empresa o institución a realizar del mismo modo el trabajo de alguien que ya lleva varios años ejecutándolo o que tiene ya experiencia como empleado en la organización. Algunas organizaciones se lamentan, inútilmente, de que la universidad no entregue al graduado en condiciones de comenzar a satisfacer las necesidades organizacionales inmediatamente. No es difícil comprender que se necesita una formación adicional para el desempeño apropiado del profesional en la respectiva empresa, en el trabajo particular de ella y en el ambiente especial político, económico y de negocios en el cual actúa la entidad.

## **EL MODELO PROPUESTO**

El propósito principal de este modelo es el de facilitar la concepción, manejo y realización de, prácticamente, cualquier tipo de trabajo profesional y permitir una interacción apropiada entre quienes participan en él y, también, entre estos y sus usuarios.

El punto de partida para la estructuración del modelo es el siguiente concepto de trabajo: aplicación de medios a la obtención de un resultado, dentro de determinados requerimientos y restricciones, en una organización (empresa o institución) que suministre bienes y/o servicios.

El modelo representa la labor por realizar como una Unidad de Trabajo cuyas propiedades, en general, son: tiene una justificación o razón de ser que debe orientar su realización, tiene unos requisitos para que se pueda llevar a cabo, tiene unos factores que favorecen su realización y otros que la obstaculizan, tiene unas consecuencias que se siguen de su realización, pertenece a la estrategia de trabajos empresariales o institucionales con los cuales interactúa y se disputa los recursos, y debe tener un resultado final. Este resultado comprende el bien que se entregara o el servicio que se dejará implantado o que se prestará, más la documentación del trabajo llevado a cabo y la experiencia obtenida en su realización. El bien o el servicio se conoce en el modelo como



el Producto del Trabajo, Los resultados de trabajos secundarios, la documentación y experiencia se denominan los Subproductos.

Los Elementos de la Unidad de Trabajo se agrupan en el Proceso y en el Entorno. Forman parte del Proceso los siguientes elementos: el Resultado (Producto y Subproductos), los Medios (Insumos, Acciones, Recursos y Mediciones) y el Marco de Ejecución (Normas y Especificaciones). Componen el Entorno, entre otros, los siguientes Elementos: los proveedores de Insumos y Recursos, los Usuarios del Producto y del Trabajo, la Infraestructura disponible y los Cambios a los cuales hay que estar adaptando permanentemente el Proceso. La estructura de Elementos o ingredientes de la Unidad de Trabajo se muestra en la Figura No. 1. Un primer detalle de los Elementos del Proceso aparece en la Figura No. 2.

\*\*\*\*\* Figura No. 1 (Anexa) \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* Figura No. 2 (Anexa) \*\*\*\*\*

Las Acciones de la Unidad de Trabajo (Gerenciales y Operativas) pueden agruparse, en general, en pasos que deben darse desde la iniciación hasta la conclusión del trabajo. Estos pasos se denominan en el modelo Trabajos Componentes de la Unidad y se agrupan en: Preparar la ejecución del trabajo, Ejecutar el trabajo (Trabajo Operativo) y Terminar el trabajo. Conjuntamente con los anteriores deben llevarse a cabo los Trabajos Componentes de Dirigir y de Coordinar. La Figura No. 3 muestra la estructuración, en forma de Subprocesos, de los Trabajos Componentes. Cada uno de estos Subprocesos requiere para su realización elementos del mismo tipo de los mostrados en la Figura No. 1. Es decir, la estructura de la Figura No. 1 representa la suma de Elementos para todo el Proceso pero se aplica también a cada uno de los Subprocesos aunque en estos últimos los elementos de la estructura representen cosas diferentes a las que simbolizan considerando todo el Proceso.

\*\*\*\*\* Figura No. 3 (Anexa) \*\*\*\*\*

En la Figura No. 4 se representa conjuntamente los Elementos y Trabajos Componentes de la Unidad de Trabajo.

\*\*\*\*\* Figura No. 4 (Anexa) \*\*\*\*\*

El modelo comprende, asimismo, un conjunto de estructuras estándar para enunciar guías para los participantes en el trabajo e instrumentos de acuerdo entre éstos y los demás interesados en el trabajo. Entre otros figuran los siguientes:

**Visión del Producto del Trabajo:** Enunciado de la representación compartida, entre los participantes en el trabajo y los interesados en él, del bien o servicio esperado, de sus características, de su razón de ser, de sus usos y usuarios, de sus fines y de sus beneficios.

**Visión del Trabajo:** Enunciado de la representación compartida del enfoque, de los elementos, de los pasos, del "modus operandi" del trabajo por realizar, de los factores favorables y de los factores desfavorables.



**Propósito del Trabajo:** Enunciado que expresa lo que se busca con el trabajo, en términos de las principales pasos que se darán para dejar disponible el Producto y de los requerimientos generales que se satisfarán, indicando sus respectivos interesados o usuarios.

**Objetivo del Trabajo:** Enunciado que expresa el Resultado que se pretende, relacionándolo con los medios que se utilizarán para dejarlo disponible y con las restricciones dentro de las cuales se realizará el trabajo.

**Misión del equipo:** Enunciado que expresa la responsabilidad global del grupo que realizará el trabajo, en términos de qué hará, para qué lo hará, los fines que se persiguen y las limitaciones dentro de las cuales se deberá actuar.

El modelo está diseñado para que pueda aplicarse a nivel global del trabajo por realizar o a nivel de cada una de las diferentes etapas por las cuales deba pasar el trabajo desde su concepción hasta su terminación o a nivel de los componentes significativos en los cuales se descomponga cada una de esas etapas.

El modelo puede usarse, también, en la creación o implantación de un trabajo o en su reestructuración radical. Asimismo puede emplearse para examinar o verificar la realización de un trabajo, por ejemplo, con propósitos de auditoría o interventoría.

En cada uno de los casos de aplicación que se acaban de mencionar, variará lo que representa cada uno de los Elementos y Subprocesos, su magnitud y complejidad, pero se mantendrán sus propiedades y su estructura.

## **APLICACION DEL MODELO A LA CARRERA UNIVERSITARIA**

La aplicación exitosa de un modelo estriba en el conocimiento y entendimiento del modelo, del área de aplicación, del caso de que se trate y de la disposición y habilidad para adaptarlo y usarlo en cada oportunidad. Para algunas personas, sin embargo, estos requisitos no son claros y esperan que un modelo juegue el mismo papel de una píldora en el alivio o curación de males.

El siguiente es un resumen, más o menos en secuencia, de los Subprocesos ejecutados y de algunos enunciados elaborados con base en los que forman parte del modelo propuesto, para el caso de la última revisión general de la Carrera de Ingeniería de Sistemas en la Escuela Colombiana de Ingeniería. El uso simultáneo de la Figura No. 1 y de la Figura No. 3, junto con la descripción que se hace a continuación facilita la comprensión, la ubicación y el encadenamiento de los diferentes Subprocesos que se mencionan.

Una vez se decidió llevar a cabo la revisión general de la Carrera, se definió el trabajo por realizar. Como parte de este Subproceso de definición se estructuraron enunciados como los que aparecen a continuación:

**Producto de la Carrera:** Conjunto de conocimientos, habilidades, experiencias, valores, actitudes y comportamientos que deben quedar en posesión del egresado que se propone graduar la Universidad como Ingeniero de Sistemas, con las características principales de ser aplicables y de ser suficientes para satisfacer los requerimientos de los usuarios y de su entorno y servir de base para adquirir posteriormente una formación más avanzada.



**Razón de ser del Producto:** Necesidad u oportunidad de realización vital del alumno en el campo de Ingeniería de Sistemas, actividad profesional seleccionada libremente por él, y necesidad, también, de la comunidad de contar con recursos apropiados en esa área de actividad laboral.

**Usos del Producto:** Aplicación eficaz, efectiva y eficiente en diferentes labores profesionales de la Ingeniería de Sistemas, en los campos de producción o distribución de bienes, en los de prestación de servicios o en los de investigación.

**Usuarios del Producto:** el graduado, otro individuo, la comunidad, las empresas, las instituciones, el país o cualquier otro tipo de organización

**Fines del Producto:** Contribución profesional al funcionamiento apropiado, civilizado y culto de la comunidad y al aprovechamiento de sus oportunidades de desarrollo.

**Beneficios del Producto:** Bienestar y mejor calidad de vida individual del profesional y colectiva de los usuarios de sus servicios y progreso permanente hacia mejores destinos.

Luego de planear y organizar el trabajo de revisión se integraron recursos e insumos para llevarlo a cabo.

Después de definir, a nivel Universidad, los requerimientos para el Producto de la Carrera y para el Servicio, se definió globalmente una solución para ellos y se modeló el trabajo operativo de revisión, en cuanto a Elementos y Subprocesos por realizar después.

Posteriormente se definieron, primero a nivel Facultad y luego a nivel usuarios, los requerimientos para el Producto de la Carrera y para el Servicio y se ajustaron, en cada caso, la solución y el modelo para el trabajo operativo. Se ajustaron, también, a nivel gerencial, la definición, el plan, la organización y los recursos e insumos para realizar el trabajo de revisión.

De los anteriores trabajos de definición y ajuste de la solución resultaron las áreas de formación, la duración de la Carrera, los elementos y requisitos para prestar el Servicio, sus implicaciones, el encaje de la Carrera en el conjunto de las otras Carreras de la Universidad, la Misión de la Facultad y las estrategias para prestar el Servicio.

De la ejecución de los Subprocesos diseñar y construir el Producto resultaron la estructura de elementos y pasos para la Carrera, el Plan de Estudio con sus segmentos en el tiempo y sus líneas de asignaturas, los Contenidos Programáticos, las Reglas del Juego para la docencia, el Organigrama para la Facultad y los Recursos e Insumos requeridos para la prestación del Servicio.

Después se validaron, se instalaron y se pusieron a disposición de los usuarios el Producto de la Carrera y el Servicio que ella constituye.

Finalmente, se terminó el trabajo de revisión efectuando la evaluación, la entrega de documentación y la liberación de recursos utilizados en este trabajo.

Conjuntamente con los anteriores Subprocesos se realizaron los de registro, formalización, comunicación, control, toma de decisiones, negociación, manejo de problemas y manejo de cambios relativos al trabajo de revisión.

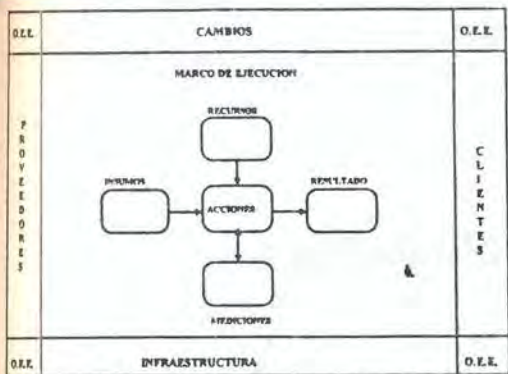


**CONCLUSION:**

La aplicación del modelo propuesto, en otros casos y áreas de trabajo, es similar a la que se presentó aquí, en forma muy resumida y sin mostrar todos los aspectos y componentes de los Elementos y Subprocesos del modelo. Por eso es conveniente la advertencia de que la información contenida en este escrito seguramente no es suficiente para quienes están interesados en usar el modelo.

Finalmente, es oportuno mencionar que aunque la aplicación del modelo se mostró a nivel Facultad de Ingeniería de Sistemas, las unidades institucionales que la constituyen han utilizado también el modelo para manejar sus labores y los alumnos lo han empleado en algunos de sus trabajos académicos.





O.E.E.: OTROS ELEMENTOS DEL ENTORNO

Figura No. 1. ELEMENTOS DEL ENTORNO Y DEL PROCESO

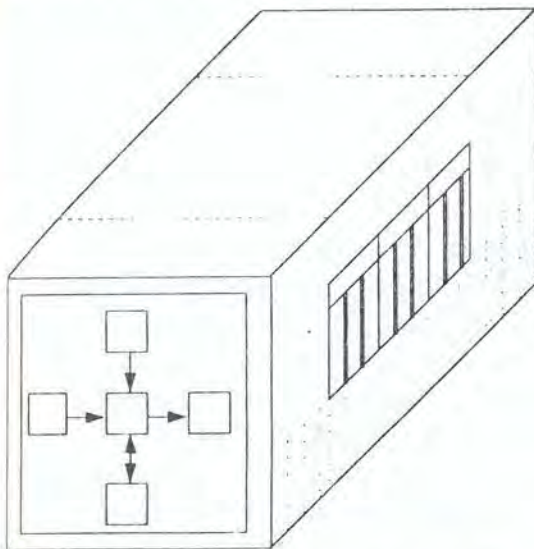


Figura No. 4. - Unidad de Trabajo. Elementos y Trabajos Componentes

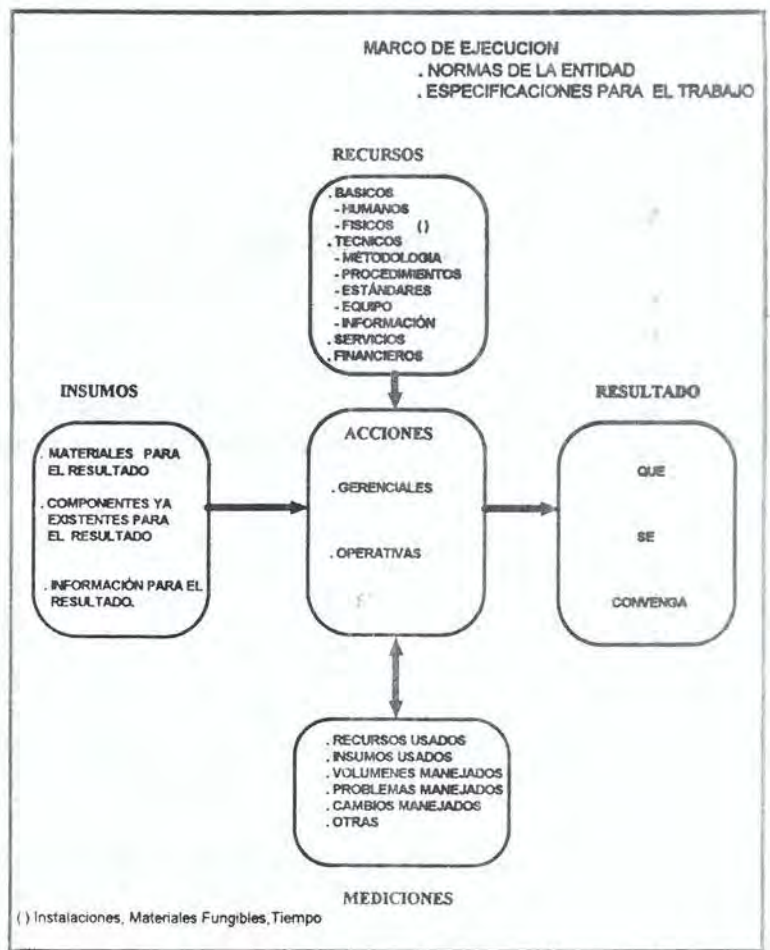


Figura No. 2. DETALLE DEL ELEMENTO DEL PROCESO.

COORDINAR	PREPARAR	DIRIGIR						TERMINAR
		CONVENIR OBJETIVOS			LIDERAR		ENCAUZAR	
		DEFINIR EL PROCESO OPERATIVO			OBTENER EL BIEN O SERVICIO		ENTREGAR EL BIEN O SERVICIO	
	EL DEFINIR EL TRABAJO EL PLANEAR EL TRABAJO EL ORGANIZAR EL TRABAJO EL INTEGRAR RECURSOS	REQUERIR MEDIOS DEFINIR LA SOLUCION	PROCESAR OPERATIVO MODELAR EL PROCESO	DISEÑAR EL BIEN O SERVICIO CONSTRUIR EL BIEN O SERVICIO	EL BIEN O SERVICIO PROBABLE EL BIEN O SERVICIO PROBABLE	BIEN O SERVICIO INSTALAR EL BIEN O SERVICIO ENTREGAR EL BIEN O SERVICIO	EL TRABAJO EVALUAR DOCUMENTACION ENTREGAR RECURSOS LIBERAR RECURSOS	EL TRABAJO TERMINAR INFORMAR RECURSOS
		REGISTRAR						
		FORMALIZAR						
		COMUNICAR						
		CONTROLAR						
		TOMAR DECISIONES						
		NEGOCIAR						
		MANEJAR PROBLEMAS						
		MANEJAR CAMBIOS						

Figura No. 3. Estructura de Subprocesos



# La Educación una Empresa de Servicio?

Ing. Alfonso Meléndez Acuña  
Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito"

## RESUMEN

La educación universitaria en general y la educación en ingeniería en particular, enfrentan actualmente una grave crisis. Una de las causas de ésta lo es sin duda que las concepciones mismas de lo que es Educación, Trabajo etc. que durante mucho tiempo permanecieron estables, hoy en día están siendo redefinidas al entrar la sociedad a la llamada era Postindustrial o era del conocimiento. Uno de los objetivos centrales de la educación es preparar a los estudiantes a ser exitosos en su vida laboral, de manera que nuestra concepción educativa se ve claramente influenciada por la concepción de lo que es el trabajo. Observando el contexto laboral actual observamos que el tipo de organización que tendrá éxito en esta nueva era Postindustrial será el tipo de organización orientada al servicio y está exigiendo unas nuevas habilidades al ingeniero que normalmente no se vienen enseñando en las facultades de Ingeniería.

Este artículo presenta una propuesta de cambio educativo destinada a desarrollar en el estudiante estas nuevas habilidades y con ello un desempeño exitoso de este en su vida profesional.

*"Los graduados de colegios y universidades de hoy deben ser capaces de unir, sintetizar y analizar información a una escala sin precedentes, deben tomar decisiones personales informadas acerca de cuestiones científicas, económicas, sociales y políticas que son cada vez más complejas, y de adaptarse creativamente por el resto de sus vidas a un mundo cambiante, esto coloca a los educadores en el reto más duro que han tenido a lo largo de la historia"*

*John Sculley, Revista Education and the Challenge of Technology, Teaching in the Information Age, Apple Computer, Verano 1986*

## EL ANTIGUO PARADIGMA

### El Trabajo



El concepto de trabajo empresarial predominante desde hace mas de dos siglos es el basado en el modelo propuesto a finales del siglo XVIII por el economista ingles Adam Smith en los albores de la era Industrial.

Según Smith, el trabajo se debe dividir en un conjunto de tareas específicas (división del trabajo):

"Un hombre estira el alambre, otro lo endereza, el tercero lo corta, el cuarto le saca punta, el quinto lo pule por encima para recibir la cabeza; para hacer la cabeza se requieren dos o tres operaciones distintas; poner la cabeza es un trabajo especial, blanquear los alfileres es otro, hasta meterlos en el papel es una industria en si misma... diez personas podían hacer entre todas hasta cuarenta y ocho mil alfileres en un día; pero si todas hubieran trabajado en forma separada e independiente, y sin que ninguna hubiera sido educada en este peculiar negocio, ciertamente cada una no habría podido hacer ni veinte, y acaso ni un solo alfiler en un día"<sup>1</sup>

Este modelo empresarial de división del trabajo y especialización fue perfeccionandose con el tiempo, a comienzos del siglo XX su principal impulsor fue Henry Ford, pionero de la industria automotriz:

"Al dividir el montaje de un automóvil en una serie de tareas nada complicadas, Ford hizo los oficios mismos infinitamente más sencillos, pero hizo muchísimo más complicado el proceso de coordinar la gente que realizaba aquellos oficios y combinar los resultados para obtener un automóvil completo... las empresas idearon sistemas cada vez más complejos de presupuestar planificar y controlar"<sup>2</sup>

Comenzó entonces a pensarse en conceptos nuevos como planificación, control, etc. La conocida estructura piramidal empresarial fue el modelo predominante en los años 50 y 60 y tenía la ventaja de ser escalable:

"Cuando la compañía quería crecer, le bastaba agregar trabajadores en la base de la organización, según se necesitaran, y luego ir colocando los estratos administrativos de arriba ...esta forma de organización se prestaba igualmente para cortos periodos de capacitación, pues pocas tareas de producción eran complicadas o difíciles"<sup>3</sup>

## **La Educación**

Paralelamente al desarrollo empresarial, Las instituciones educativas fueron evolucionando siguiendo el mismo modelo:

"La idea orientadora es 'moldear' a los estudiantes para el mundo fabril que les espera, usando técnicas similares a las de las líneas de montaje: salones de clase aislados unos de otros y limitados en recursos, mesás y asientos dispuestos en filas, el profesor ejerciendo la función de poseedor del conocimiento, presentación de información limitada a los libros de texto y el tablero y presentada casi siempre de manera lineal y secuencial. La memorización de información es piedra fundamental de este paradigma. El currículo educacional es visto por primera vez a través de una filosofía de división: El conocimiento humano esta dividido en compartimentos (Matemática, Geografía, Historia, Literatura etc) sin la más remota posibilidad de ver posibles interrelaciones entre ellas.



Finalmente, el alumno que consigue terminar este tipo de estudio es considerado "formado", listo para ingresar al mercado laboral y sin necesidad de estudios posteriores, es una educación para toda la vida"<sup>4</sup>

Este modelo educativo fue apropiado para formar profesionales que una vez se formaban en la Universidad, no requerían de una formación adicional y además pasaban durante la mayor parte de sus vidas realizando el mismo trabajo repetitivo. De esta manera surgieron las grandes Universidades y los grandes centros docentes que conocemos:

" en los últimos 80 años la educación ha pasado de ser una función de la familia, la iglesia y la comunidad local para convertirse en una operación manejada por el estado. las clases pequeñas, el papel importante de los maestros y los padres en la educación, ha dado vía a una producción en masa de diplomas. Influenciados por la suposición de que la educación de bajo costo debe ser un derecho de todo ciudadano, fueron apareciendo las grandes instituciones de educación superior con poblaciones estudiantiles de 20,000 o más estudiantes y anejando presupuestos de billones de dólares"<sup>5</sup>

## EL NUEVO PARADIGMA

### El Trabajo

Con el advenimiento actual de la globalización, la informática y las telecomunicaciones, el modelo de división del trabajo propuesto por Adam Smith y que fue válido durante cerca de dos siglos comenzó ( o está comenzando) a dar paso a un nuevo paradigma de trabajo:

"Subitamente nos encontramos en un mundo distinto. En el ambiente de hoy nada es constante ni previsible, ni crecimiento del mercado, ni demanda de los clientes, ni ciclo de vida de los productos, ni tasa de cambio tecnológico, ni naturaleza de la competencia. El mundo de Adam Smith y sus maneras de hacer negocios son el paradigma de ayer"<sup>6</sup>

"Las organizaciones del pasado, la sociedad industrial, estaban estructuradas para desempeñar tareas de naturaleza jerárquica, de comandos y de controles. Todo era fragmentado, segmentado y especializado. Hoy, debido a la competitividad y a la complejidad, la jerarquía es substituida por la formación de grupos de identificación y solución de problemas en torno a proyectos específicos. Comando y control son substituidos por aprendizaje y respuesta rápida a los cambios externos. Un ambiente apropiado para este tipo de trabajo privilegia reuniones presenciales de grupos, al igual que acceso a redes tipo Internet"<sup>7</sup>

Como consecuencia de este cambio empresarial la concepción misma de lo que es el trabajo está cambiando de manera radical:

" Un nuevo entendimiento de lo que es el trabajo está comenzando a emerger. En esta nueva concepción el trabajo es un proceso cerrado por medio del cual un ejecutor **completa** una acción



que dá como resultado la satisfacción de un usuario ( o cliente). Para efectuar esta acción, este ejecutor se convierte a su vez en usuario ( o cliente) de otros para algunas partes de su trabajo. De esta manera una completa red de usuarios y ejecutores entra en juego para la satisfacción de un requerimiento original. Esta red de flujo de trabajo es lo que se denomina un proceso organizacional o un proceso de negocio. Algunos observadores usan el término 'trabajadores del conocimiento' y 'organizaciones basadas en la información' para referirse a este nuevo entendimiento del trabajo y la organización"<sup>8</sup>

## **La Educación**

La concepción tradicional de la educación en Ingeniería está sufriendo también un cambio de paradigma:

" La base de la educación en Ingeniería, es el supuesto hasta ahora indiscutible que afirma que antes de que podamos tomar una acción efectiva, debemos tener un modelo exacto del mundo, el cual obtenemos adquiriendo conocimiento. De esta manera, la enseñanza en Ingeniería está organizada como una presentación continua de hechos, procedimientos, métodos y modelos relevantes que son transferidos a los estudiantes como un subconjunto de lo que debe constituir el conocimiento en su disciplina. Los currículos son una especificación de esas presentaciones y la investigación es una búsqueda de nuevos hechos y modelos que algún día se manifestarán en los currículos"<sup>9</sup>

Sin embargo este supuesto 'indiscutible' está comenzando a ser reevaluado:

"El mundo está cambiando de manera muy rápida y es demasiado complejo para permitir una completa reflexión antes de la acción, las personas están siendo presionadas a la acción antes de entender completamente qué es lo que está pasando. El requerimiento de actuar efectivamente en una situación que no comprendemos totalmente se está viendo cada vez más como una demanda de los empleadores para un desempeño exitoso de sus empleados."<sup>10</sup>

sin embargo las instituciones educativas no parecen haberse percatado de estos profundos cambios

"si alguien se hubiese quedado dormido en el siglo XIX y se despertara hoy, las únicas instituciones que reconocería serían las educativas, en las que el mayor cambio ha sido el cambio de color del tablero de negro a verde"<sup>11</sup>

## **LA PROPUESTA**

La propuesta de cambio educativo presentada a continuación tiene como objetivo brindar al estudiante de Ingeniería la oportunidad de desarrollar las habilidades básicas que requieren hoy las llamadas empresas de servicio. Para lograr este objetivo considero necesario por un lado



reestructurar los currículos actuales y por otro crear una infraestructura básica tanto humana como física que permita lograr el cambio.

El siguiente es un esbozo de la propuesta:

### **Nuevas Habilidades**

Hoy en día para el desempeño laboral exitoso, las siguientes son las habilidades que se consideran más importantes:

1. **Habilidad de escucha:** Desarrollar la capacidad de escuchar los requerimientos de los consumidores o clientes.
2. **Habilidad de Completación:** Rigor en cumplir a tiempo y eficientemente con las metas establecidas, y lograr de esta manera la satisfacción de los clientes o consumidores.
3. **Habilidad de Aprendizaje:** Estar constantemente aprendiendo nuevos conceptos y mejorando de esta manera su competencia.

Desafortunadamente el sistema educativo actual no permite que estas características arriba mencionadas sean desarrolladas por el estudiante y más bien tiende a ir en contra del desarrollo de estas habilidades.

### **Nuevo Currículo**

Para el desarrollo de estas nuevas habilidades se propone cambiar el currículo lineal por uno que llamo "currículo de proyectos" en el que una parte importante del tiempo de aprendizaje se dedique al trabajo en proyectos de tamaño considerable. Los proyectos tendrían:

**Objetivo:** Una tarea relativamente compleja es planteada a un equipo de alumnos.

- El cumplimiento de esta tarea requiere-y por lo tanto ayuda al desarrollo de- conocimientos y habilidades en diversas disciplinas.
- Un tiempo relativamente largo es asignado para completar la tarea, y varía de acuerdo a la dificultad de la tarea.
- Cada estudiante es responsable por una parte claramente definida del proyecto, pero todos los estudiantes reciben información y discuten el progreso de cada parte.
- La ejecución de la tarea puede requerir interacción con individuos, organizaciones o recursos exteriores a la clase o incluso exteriores a la institución.
- la tarea puede ser vinculada a la "vida real" y sus resultados orientados a una audiencia exterior.
- La tarea es evaluada de acuerdo a sus resultados (informes, resultados de laboratorio, presentación gráfica, componente artística etc).



Los proyectos constituyen un modelo mucho más real de las actividades que los alumnos encontrarán cuando se gradúen, y reemplazan la descripción de actividades (característica de la clase tradicional) por la realización de las mismas. Además, permiten el conocimiento basado en acción, al tener que resolver difíciles problemas específicos, en lugar de recibir lecciones en las que se cuentan generalidades acerca de la resolución de problemas.

### **Infraestructura**

*Infraestructura Educativa:* Los requisitos de un docente en el sistema educativo que se propone son más exigentes que los de la educación convencional. Sin embargo, creemos que la mayoría de docentes en actividad son intelectualmente capaces de adaptarse al cambio, si se les proporciona el adiestramiento adecuado.

*Infraestructura de proyectos:* Para lograr este cambio se necesita crear una infraestructura de proyectos que pueda competir con los libros de texto, lo cual necesita decisión institucional y probablemente apoyo del estado. Es necesario definir una colección de proyectos, cada uno de los cuales debe cubrir los tópicos del currículo lineal vigente y de tal manera que la unión de todos los proyectos suministre una cobertura completa del currículo total. El docente decidirá qué partes cubre con proyectos y que parte cubre con otras técnicas de enseñanza.

### **CONCLUSION**

Es de urgente necesidad mejorar el sistema educativo actual adaptándolo a las nuevas necesidades laborales y al mundo cambiante. Las instituciones educativas deben ir reestructurándose de tal manera que sean fácilmente adaptables a las condiciones del medio externo (Planes de estudio por demanda?, Integración real Empresa-Universidad?) tal y como las empresas de servicio se adaptan rápidamente a las cambiantes necesidades del cliente.

La propuesta de cambio descrita la consideramos posible, deseable y un primer paso hacia el cambio en la Educación en Ingeniería, cambio que solo será posible si educadores, estudiantes y empresas nos unimos en un esfuerzo común.



## BIBLIOGRAFIA

---

- <sup>1</sup> SMITH ,A., La Riqueza de las naciones , 1771.
- <sup>2</sup> HAMMER, R y CHAMPY, J . Reingeniería. Editorial Norma. 1994, pp 22.
- <sup>3</sup> HAMMER ,R y CHAMPY, J. Reingeniería. Editorial Norma. 1994, pp 26.
- <sup>4</sup> LITTO,FREDERIC M,Repensando a educação em funcao de mudanzas sociais e tecnológicas e o advento de novas formas de comunicação, Memorias Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, Julio 1996, pp 3.
- <sup>5</sup> DENNING ,P., Educating a new Engineer. Communications of the ACM, Diciembre 1992 12 (4), pp 89.
- <sup>6</sup>HAMMER, R y CHAMPY, J. Reingeniería. Editorial Norma, 1994 pp 32.
- <sup>7</sup> LITTO,FREDERIC M. Repensando a educação em funcao de mudanzas sociais e tecnológicas e o advento de novas formas de comunicação, Memorias Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, Julio 1996.
- <sup>8</sup> DENNING ,P. Educating a new Engineer. Communications of the ACM, Diciembre 1992 12 (4), pp 89.
- <sup>9</sup> DENNING ,P.Educating a new Engineer. Communications of the ACM, Diciembre 1992 12 (4), pp 89.
- <sup>10</sup> DENNING, P.Educating a new Engineer. Communications of the ACM, Diciembre 1992 12 (4), pp 88.
- <sup>11</sup> MCGREAL,RORY. Canadian province utilizes distance learning in new "knowledge economy", en DE at a distance, Enero 1995, Volumen 9 #1, pp 6-9.



# CAMBIO DE PARADIGMAS EN LA EDUCACIÓN

**Carlos Hernando Ardila Arenas, Luisa Fernanda Restrepo Martínez**  
**Escuela Colombiana de Ingeniería**

## RESUMEN

Con esta ponencia estamos presentando una metodología de educación asincrónica en donde los estudiantes en el momento que se sientan mejor dispuestos y en el lugar que prefieran tomen sus clases para que puedan obtener un mayor grado de recepción de los conocimientos que pasan del profesor a él. También inculcando una cultura informática en la investigación utilizando nuevos medios a parte de los libros, revistas y publicaciones, como es la Internet. Con esto y contando con herramientas como videos y Correo Electrónico, se crea un nuevo método de estudio para el alumno donde lo importante es aprender y entender los conceptos básicos del curso y tomar un nuevo hábito de estudio.

## 1. EDUCACIÓN AYER Y HOY

Mientras que un médico del siglo XIX se sentiría totalmente perdido en un quirófano de hoy, un profesor de la misma época escasamente notaría la diferencia. Este hecho no obedece a carencia de tecnología útil en el proceso educativo, sino a falta de interés de la comunidad de educadores por aplicarla.

Difícilmente podríamos identificar otra área donde las comunicaciones, la multimedia y en el futuro la realidad virtual, tengan tanta aplicación.

Los conceptos de campus y biblioteca como los concebimos hoy están obsoletos. La construcción masiva de salones de clase, deberá ser reemplazada por salones agradables con fines de socialización y salas de microcomputadores; la biblioteca debe dar paso a centros de cómputo donde operan rocolas repletas de discos ópticos con información multimedia, accesible desde los microcomputadores dispersos por el campus y desde el hogar de los estudiantes a través de redes de computadores.

El campus puede incluso descentralizarse a varios sectores de la ciudad para minimizar el desplazamiento de los estudiantes por nuestras ciudades congestionadas y peligrosas.

Al campus no vamos a sentarnos en un grupo (generalmente mudo), a oír el mismo discurso que el profesor a repetido durante los últimos 10 ó 20 años; al campus vamos a intercambiar ideas acerca de lo que estamos aprendiendo, a hablar de política, a conocernos, a enamorarnos.....

las Universidades incluirán capacidades de recepción y distribución de TV en sus redes, colocando antenas satelitales que les permitan recibir conferencias de otras partes del mundo y salones especiales para que a su vez las conferencias más importantes allí producidas, sean transmitidas a otras ciudades y países. (Este es el esquema sincrónico de educación a distancia.) Conectarán sus redes con las de TV por cable, a través de las cuales llegarán a los hogares de sus estudiantes.



Esas salas estarán equipadas además con sistemas telefónicos avanzados, que les permitirán al auditorio virtual hacer preguntas al profesor desde cualquier lugar.

En el esquema asincrónico las sesiones tradicionales de clase, deben ser reemplazadas por videos almacenados en discos ópticos, utilizables con independencia temporal y geográfica: un estudiante debe tomar su clase cuando se sienta mejor dispuesto y en el lugar que prefiera. Las generaciones venideras se burlarán de nosotros cuando les contemos que todos salíamos a la misma hora, compitiendo por el mismo bus y la misma calzada a oír una clase. Si no lo cree simplemente recuerde como hace solamente 15 años, los estudiantes de ingeniería hacíamos colas hasta la madrugada en las perforadoras de tarjetas del centro de cómputo, para digitar nuestros programas, qué pasó con esas colas? Hoy esto parece absurdo. Los estudiantes escriben los programas en sus propios computadores y cuando requieren información almacenada en la Universidad o comunicación con sus compañeros y/o profesores simplemente conectan su computador a la red de la Universidad.

## **2. PROYECTO PILOTO**

En la Escuela de Ingeniería hemos montado un proyecto piloto con el curso de redes de computadores, con el fin de utilizar al menos parcialmente las herramientas tecnológicas.

En este nuevo esquema, el profesor no dicta clase, sino que las ha grabado previamente en un conjunto de cintas de video, las cuales están disponibles en la biblioteca de la Universidad para que los estudiantes las retiren a su antojo y las lleven a sus hogares o al de un amigo(a), permitiéndoseles así tomar la clase a la hora que lo deseen, en el sitio que lo deseen y al ritmo que más les convenga.

Utilizando un sistema de correo electrónico, el estudiante puede comunicarse con el profesor, algún compañero o con todos al tiempo y formular las preguntas u opiniones que desee. El profesor responde sus preguntas con una copia a todos sus estudiantes (a no ser que quien pregunta le pida expresamente que no la publique).

Las clases tienen la mitad de la intensidad horaria normal; son dedicadas a contestar preguntas de los estudiantes y a conferencias sobre temas adicionales de actualidad. La otra mitad de la intensidad horaria, se destina a prácticas de laboratorio guiadas por una profesora auxiliar y a investigación teórica, documentada en HTML con el fin de permitir su publicación en la red de la Universidad.

El nivel de absorción de conocimientos es al menos el mismo que con los sistemas tradicionales y el nivel de socialización mucho más alto; se ejercitan además las habilidades de redacción, tan deficientes en nuestros estudiantes.

Este experimento ha sido exitoso, a pesar de carecer aún de herramientas de extrema utilidad como la conexión a Internet o sistemas de videoconferencia. La conexión de la Escuela en los próximos días, nos permitirá que los estudiantes amplíen sus fronteras en sus trabajos de investigación y que los resultados de las mismas puedan ser consultados desde cualquier lugar del mundo.

Es preciso que los profesores nos desprendamos de nuestros paradigmas tradicionales, que aunque nos hacen sentir cómodos desaprovechan el potencial de nuevas herramientas, para guiar a nuestros estudiantes en su proceso de aprendizaje.

### **2.1 Primer Semestre de 1995**



El proyecto empezó el primer semestre de 1995. Se dotó la Biblioteca de la Escuela de Ingenieros con un Televisor, un Betamax y un juego de cintas de videos con el tema del curso de Redes de Computadores. Eran 25 estudiantes los cuales pedían un turno de 2 horas en la biblioteca para ver las cintas, a una hora específica teniendo en cuenta el horario de atención de la misma (8:00 a.m. - 12:00 a.m. y 2:00 p.m - 5 p.m.). Puesto que se contaba con un solo juego de cintas no se les permitía a los estudiantes llevarse las cintas para la casa ni en las noches, ni en los fines de semana; por tanto, los estudiantes se reunían en grupos de máximo 3 personas para ver los videos en un cuarto acondicionado con el televisor y el Betamax. Ese semestre se hizo un ejercicio práctico con la ayuda del profesor. En cuanto a la calificación se tenía un porcentaje destinado a la participación en clase, y el resto para el examen.

Las sesiones de clase se encaminaban a resolver las preguntas y dudas que les habían quedado a los estudiantes del tema tratado en el video correspondiente a la semana y también a lo complementado por ellos mismos en los libros. La participación de los estudiantes se evaluaba teniendo en cuenta que tanto habían entendido el tema del video y las preguntas adicionales que realizaban en las sesiones.

## **2.2 Segundo Semestre de 1995**

En el segundo semestre de 1995 se hizo una copia del juego de videos existentes para incrementar el nivel de asincronía, se les facilitaban los videos en las noches y en los fines de semana. Algunos alumnos siguieron solicitando turno para verlos en la Escuela, pero sucedía que los estudiantes que se llevaban los videos la noche anterior ó el fin de semana no los devolvían a tiempo para permitir su utilización a los demás compañeros.

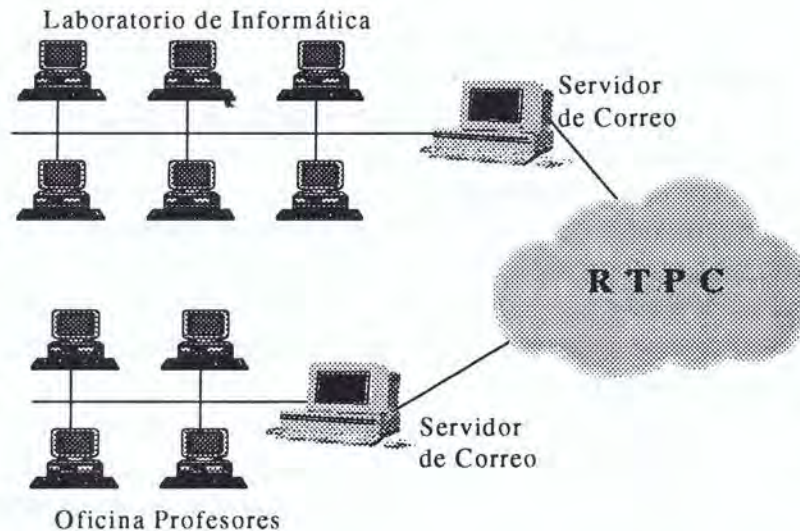
Se continuó con la participación en clase igual que el semestre anterior. Se colocó una profesora auxiliar para que colaborará en la parte práctica, se hicieron varias sesiones donde se les enseñó HTML (Hyper Text Markup Language) y al final del semestre ellos entregaron el proyecto de realización del Home Page de la Universidad en el mismo lenguaje.

## **2.3. Primer Semestre de 1996**

En el primer semestre del 1996 se continuó con las dos copias de los videos: se dejó una en la biblioteca como reserva para los estudiantes que querían verlos allí. En cuanto a la participación se cambio un poco el esquema, se utilizó un sistema de correo electrónico que servía para que los estudiantes formularan sus preguntas a los demás compañeros y a los profesores, y así asignar más tiempo en la clase para dar conferencias de temas actuales, y a responder preguntas que necesitarán mayor explicación.

A cada estudiante se le asigno una cuenta en el servidor de correo de la Universidad (MS - Mail), éste se conectaba vía módem con el servidor de la oficina de los Profesores (Ver. gráfica). Los estudiantes podían acceder a su correo en el momento que quisieran, dentro del horario de atención del Laboratorio de Informática (8:00 a.m. - 5:00 p.m). Puesto que la Universidad no cuenta con muchas líneas telefónicas (6 para todo el campus) la salida de la conexión era por el conmutador principal y no por una línea exclusiva, por esta razón y por que se necesitaban licencias de usuarios remotos, no se les dieron cuentas a los estudiantes de usuarios remotos para acceder desde sus propias casas a su correo.





La conexión de los servidores de correo se establecía dos veces al día, a la 1:00 p.m. y a las 8:00 p.m., horas en que el tráfico de llamadas de la Universidad no es muy alta. Surgieron algunos problemas cuando había que dejar activo el programa para que marcará a dichas horas, muchas veces sucedió que la persona encargada no lo dejaba activo, ó no conectaba el módem correctamente ó simplemente no lo prendía.

Ese semestre se siguió con la profesora auxiliar la cual les enseñó HTML; se hicieron prácticas de laboratorio con los recursos de la Universidad. Al final del semestre entregaron una investigación escrita en HTML, sobre diferentes temas afines con las redes de Computadores.

En cuanto a la calificación se partió en tres: un porcentaje para el examen, otro para las sesiones prácticas y otro para la participación.

Para la calificación de la participación se tomaron dos parámetros: uno la participación en clase y la otra la participación por el correo. Puesto que los estudiantes sabían que la participación en correo tenía un porcentaje sobre la nota, escribían mensajes largos con preguntas ya resueltas en las sesiones de clase o simplemente con preguntas muy obvias cuyas respuestas se encontraban en el video ó en los libros.

#### **2.4. Plan para el segundo semestre de 1996**

El proyecto para el segundo semestre de 1996, tendrá como unos de los objetivos principales enseñar a que los alumnos aprendan a aprender y a trabajar en grupo. El curso estará a cargo de tres profesores: un profesor principal, que se encargará de la edición de videos con temas actuales y de conferencias de temas especiales; un profesor titular, que se encargará de las sesiones de clase, y un profesor auxiliar encargado de la parte práctica.

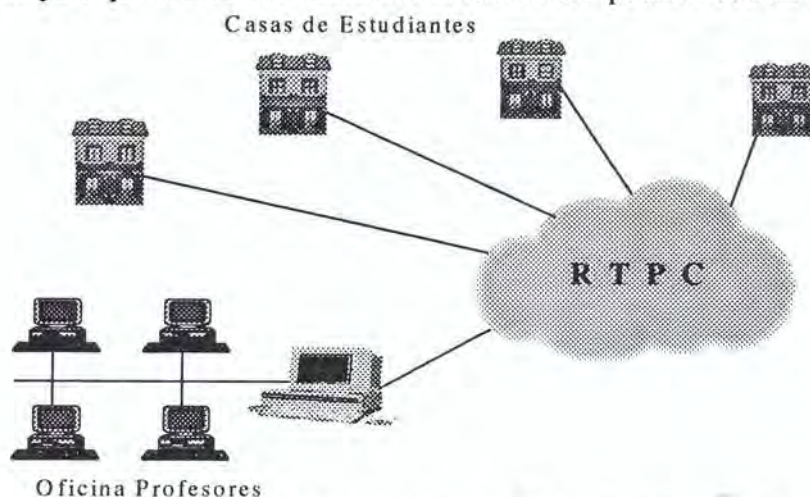
Se seguirá trabajando con los videos como en el semestre anterior. Los estudiantes verán los videos, luego escribirán en grupo un correo dirigido a todo el curso, el cual contendrá un resumen del video y máximo 5 preguntas del mismo. Al mismo tiempo deben ver los correos de los otros grupos y tratar de contestar las preguntas de los otros.



Cada grupo durante cada tercio estará encargado de una sesión de clase en la que se reunirán las experiencias con los videos y con los mensajes de correo; estas sesiones también se dedicaran a contestar preguntas específicas y de una dificultad tal que los estudiantes no hayan podido responder en el transcurso de la semana. Estas sesiones estarán dirigidas por el profesor titular.

El profesor auxiliar se encargará de enseñarles HTML, JAVA y a realizar prácticas sobre otros temas relacionados con las redes de Computadores.

En cuanto al correo se cambiará el esquema permitiendo a los alumnos se comuniquen directamente al servidor de correo de la oficina de los profesores (Ver gráfica 2). Por tanto se elegirán los grupos para que al menos en cada uno exista un computador con un módem.



Los estudiantes tendrán que entregar al finalizar cada tercio una investigación documentada en HTML sobre temas afines a la asignatura.

La calificación se dividirá en 3 partes: el examen, la parte práctica, y la participación y la presentación del tema en la sesión correspondiente.

Con este esquema creemos que el tamaño de los grupos debe ser de 4 ó 5 personas; aunque cuando se realizan trabajos en grupo trabajan 2 ó máximo tres personas de todo el grupo, estamos seguros que con el esquema propuesto todas las personas de cada grupo aportarán a su grupo sus ideas y conocimientos para así demostrar su labor a todo el curso.

### 3. CONCLUSIONES

Con este proyecto los resultados han sido muy positivos puesto que los alumnos han respondido muy bien a la nueva metodología a pesar de los pocos recursos con los que se cuenta. Se logró el principal objetivo, a clase se va a aprender, a discutir, a compartir temas de interés y no ha escuchar al profesor dar el mismo discurso de años atrás sin ningún interés por parte de los alumnos.

Ellos han entendido que existen nuevas tecnologías que hacen posible la comunicación con los profesores y con los demás alumnos en forma escrita como es el correo electrónico. Y han estado de acuerdo con la utilización de las cintas, ya que no asisten a clase como un requisito más para poder graduarse sino con la intención de aprender y repasar sus conocimientos adquiridos en la cinta y en los libros.



# PROYECTO DE EDUCACIÓN SEMIPRESENCIAL EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Leonardo Quintana Jiménez  
Carlos Eduardo Muñoz Rodríguez  
Pontificia Universidad Javeriana

**RESUMEN.** El propósito de éste proyecto, ha sido diseñar, desarrollar y probar un sistema semipresencial de dos asignaturas del plan de estudios de la Carrera de Ingeniería Industrial, en la Pontificia Universidad Javeriana, mediante la elaboración y aplicación del material pedagógico que permita a los alumnos emprender un proceso de autoestudio, contando con la asesoría de un profesor. A partir de objetivos específicos del proyecto, se definió la etapa de diseño. Considerando algunos principios de aprendizaje para la elaboración de material impreso y de diseño de textos se elaboraron las unidades de estudio. El material preliminar fue evaluado y luego se procedió a las pruebas piloto del mismo, a su ajuste y a su nueva ejecución. Los resultados permiten inferir que es una alternativa viable para que el estudiante sea autogestor de su aprendizaje y logre el dominio de lo aprendido.

**ANTECEDENTES.** Al examinar la modalidad educativa del sistema actual de educación postsecundaria colombiana, en términos de efectividad, eficiencia y cobertura, se deduce fácilmente que estas son bajas, no contribuyendo específicamente a la autoformación de las personas y por ende a su autonomía. En consecuencia, con una visión a mediano plazo es indispensable, considerar modalidades educativas encaminadas a opciones semipresenciales, personalizadas y/o a distancia, que permitan al estudiante ser responsable directo de su formación, permitiéndole desarrollar su autogestión de aprendizaje y generar en el docente un rol diferente en sus planteamientos curriculares.

Por iniciativa del Decano del Medio Universitario y del Decano Académico de la Facultad de Ingeniería y, de la Directora del Centro de Universidad Abierta de la Pontificia Universidad Javeriana, se generó en Octubre de 1992, la opción de realizar un proyecto consistente en desformalizar, a manera de prueba, dos cátedras de la Carrera de Ingeniería Industrial. A partir de ello se seleccionaron las asignaturas de Dinámica e Ingeniería de Tiempos y Movimientos por considerar que han sido trabajadas por los docentes a lo largo de varios años y por estar bastante estructuradas y validadas por la comunidad estudiantil.

La pretensión macro de ésta iniciativa, es la de iniciar un proyecto que le pueda ser de utilidad a la Universidad Javeriana con miras a desformalizar y modernizar los currículos presenciales, a la luz de nuevas modalidades educativas que están imperando como la educación semipresencial y a distancia. Se espera que esta nueva concepción generará en el estudiante una autogestión responsable en su aprendizaje y le demandará al docente universitario una mayor claridad en el enfoque y en los planteamientos tanto disciplinares como en los pedagógicos.



El proyecto preliminar constó de las siguientes etapas: diseño, desarrollo, implementación y validación. En la etapa de diseño se contemplaron las fases de análisis de contexto, análisis estructural, evaluación y estrategias educativas. En la primera de estas fases se consideraron las relaciones existentes entre la Misión y el Proyecto Educativo Javeriano con las tendencias actuales de la Carrera de Ingeniería Industrial, con el fin de ubicar en el contexto la pertinencia y las interrelaciones de las dos asignaturas dentro del currículo de la Carrera; se contempló un estudio de la población objetivo, es decir de las características más relevantes del estudiante que se deben tener en cuenta para el aprendizaje; este estudio implicó la elaboración, aplicación, tabulación y análisis de instrumentos.

Con base en el análisis de contexto se especificó una estructura de aprendizaje, se establecieron las diversas etapas u objetivos específicos que son fundamentales en cada asignatura, para que el estudiante logre los aprendizajes básicos para su formación profesional; especificada la estructura de cada asignatura, se determinaron los criterios de evaluación para cada uno de los momentos más significativos dentro del proceso de aprendizaje.

Finalmente se especificaron y se seleccionaron los medios y los métodos educativos más propicios para que los estudiantes logren altos niveles de aprendizaje; se estudiaron entre otros los alcances de los materiales impresos, el audiocasette, los videos y software educativo.

La etapa de desarrollo se inició con la consideración de algunos principios de aprendizaje para la elaboración de material impreso y de diseño de textos. Luego se procedió a la elaboración de las guías de estudio. Posteriormente se aplicaron estos materiales siguiendo una estrategia metodológica a grupos de prueba compuestos de 16 estudiantes y actualmente se está en proceso de nuevos ajustes para otra aplicación controlada.

**LA ESTRATEGIA METODOLOGICA.** Ya en la etapa de aplicación, los cursos se han desarrollado bajo la modalidad semi-presencial siguiendo un material impreso previamente elaborado; esto significa, menor asistencia a clases y mayor trabajo por parte del estudiante. Esta modalidad permite al alumno hacer sus propias planeaciones para el mejor manejo del tiempo y buscar por sí mismo, las condiciones más adecuadas que lo lleven al dominio de lo aprendido. Mientras en la modalidad convencional el alumno debe ajustar su estilo de aprendizaje a las condiciones establecidas por el docente, en la modalidad semi-presencial, es el mismo alumno quien establece y desarrolla sus maneras de aprender, logrando por tanto, una mayor efectividad del aprendizaje.

A continuación se presentan algunas alternativas metodológicas que se han empleado para facilitar el proceso:

**Planeación del tiempo:** El primer trabajo que debe hacer el estudiante en esta modalidad es planear claramente la distribución del tiempo para lectura de la teoría, solución de problemas, el desarrollo de trabajos individuales y trabajos grupales. Esta actividad se ha realizado con sugerencias del profesor quien puede orientar sobre la cantidad de tiempo aproximado requerido por cada uno de los temas de estudio. Se recomienda elaborar un cronograma sobre el cual se pueda hacer un control del cumplimiento de las acciones establecidas.



**Encuentros presenciales:** Durante el semestre han tenido lugar dos tipos de encuentros presenciales: con el profesor y con los monitores. Estos encuentros han sido de carácter voluntario ( la asistencia no ha sido obligatoria ) y han dependido de la propia decisión del alumno. Es obvio que si los temas están claros, no hay dudas ni preguntas, no se sentiría la necesidad de asistir.

Estos encuentros tienen una característica fundamental; no son una clase convencional; los encuentros presenciales están destinados para resolver dudas e inquietudes que han surgido a partir del proceso de estudio. Cuando no se ha dado lectura al material, o no se han desarrollado ejercicios, los encuentros son desalentadores y causan incertidumbre; se supone que el profesor no asiste para dictar una clase; quien tiene la palabra primero es el alumno, luego si no hay dudas o inquietudes, el profesor tampoco tiene a qué responder.

Existe un calendario para los encuentros presenciales. Fuera de estos encuentros el profesor y los monitores, tienen durante la semana un espacio de tiempo asignado para atender a los estudiantes del curso.

**Estrategias de apoyo:** Se han empleado varias formas de soporte de los aprendizajes. A continuación se ofrecen algunas que dependen en su totalidad de los estudiantes:

- Trabajo individual: Se sugiere iniciar el estudio de manera individual. Este proceso de estudio es básicamente un proceso de lectura de teoría y desarrollo de los problemas propuestos. Se ha recomendado no continuar el proceso de lectura hasta no estar seguro de haber entendido lo leído; se ha enfatizado en ser rigurosos en ello. Se ha recalcado que es conveniente intentar darse su propia explicación ante lo que aparezca difícil y que cuando no se pueda lograr claridad en torno a algún tema, se puede acudir primero a los compañeros y discutirlo con ellos.
- Trabajo grupal: Se ha comentado que es conveniente conformar desde el inicio del semestre un grupo de trabajo. Mediante el trabajo grupal se ha pretendido desarrollar el aprendizaje cooperativo cuyo principio consiste en que todos tenemos algo que aprender de los otros y todos tenemos algo que enseñar a los demás. En la medida de las necesidades, se debe establecer un horario de encuentro para el desarrollo del trabajo en grupo. Se ha recomendado una frecuencia de dos horas a la semana; al igual que los encuentros presenciales, este trabajo también requiere de un estudio previo.
- Bibliografía complementaria: Los estudiantes deben encontrar en el material impreso referencias bibliográficas que les sirvan para ampliar los temas estudiados y que por tanto, permitan lograr mayor comprensión de ellos. Se debe procurar que en la Biblioteca de la Universidad se encuentren los títulos respectivos.

Con el tiempo se ha visto que es conveniente ir desarrollando otros medios de apoyo como software educativo y video. Debe invitarse a apoyar este trabajo indicando en qué temas se considera necesario el uso de estos apoyos e inclusive, si los alumnos pueden hacerlo, ayudarles a diseñarlos.



**Responsabilidad de los alumnos:** No sobra enfatizar que bajo esta modalidad, el alumno es eje de su propio proceso de aprendizaje y por tanto tiene sus propias responsabilidades que van más allá de las acostumbradas en un sistema convencional:

- En primera instancia se debe analizar la estructura del curso en su totalidad y en particular de cada capítulo. Este análisis significa revisar los objetivos propuestos y su relación con los diversos temas de manera que pueda ubicarse en cada temática antes de emprender su estudio. El docente debe apoyar esta responsabilidad.
- Los alumnos deben asumir el curso con disciplina; la disminución de la presencialidad significa que el profesor no estará tan frecuentemente con el estudiante recordando los trabajos, exámenes parciales y asignando las tareas y ejercicios. En el calendario deben señalarse las fechas de encuentros tutoriales y evaluaciones, éste será el único mecanismo de información al respecto. La disciplina está en que se deben definir y cumplir con los tiempos de estudio y desarrollo de problemas.
- Relacionado con lo anterior está el cumplimiento con las reuniones de trabajo grupal y asistencia a los encuentros presenciales si se considera necesario. En esta modalidad cada estudiante adquiere un compromiso con sus compañeros pues cada uno es un punto de apoyo para el otro y,
- Asistir a las evaluaciones.

**Responsabilidad del profesor y monitores:** Al igual que los alumnos, el profesor y monitores también adquieren nuevas responsabilidades. Ellas se concentran en el proceso de seguimiento de los estudiantes y en la validación del curso. Son sus responsabilidades:

- Planear el desarrollo del semestre.
- Atender las inquietudes de los estudiante en los momentos establecidos.
- Preparar los temas correspondientes de los encuentros presenciales para estar en capacidad de responder a cualquier inquietud.
- Diseñar las evaluaciones con carácter formativo.
- Evaluar el trabajo de los estudiantes en términos de procurar el avance en su proceso y
- Revisar el material de acuerdo con las inquietudes expresadas por los estudiantes y proceder a corregirlo.

**EVALUACION.** La evaluación constituye el mecanismo a través del cual es posible conocer el estado de aprendizaje acerca de la asignatura. El enfoque de evaluación que se pretende desarrollar en los cursos se orienta hacia la obtención de información sobre los niveles de conceptualización, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación de los temas y problemas estudiados.

Las pruebas para evaluar el aprendizaje pretenden que el alumno por sí mismo se dé cuenta sobre los logros en el aprendizaje. Si bien estas pruebas son un requisito para fundamentar la aprobación del curso, no deben verse como un mecanismo de control. Se destaca que, los estudiantes tienen la oportunidad de recuperarse cuando su aprendizaje no cumple con los requisitos establecidos.



Es importante definir desde el comienzo las fechas de las evaluaciones, esta información se debe anotar en el calendario del curso y en el cronograma bajo el cual cada estudiante controla su proceso de estudio.

**PROCESO DE VALIDACIÓN.** Para el proceso de validación del curso, se han tenido en cuenta los siguientes componentes de la estrategia que acompañan al estudio del material impreso:

**1. Sesiones presenciales con profesor y monitor:** La condición básica para el desarrollo de estas sesiones es la lectura previa del material y la realización de los ejercicios por parte de los estudiantes. Eventualmente, el profesor podrá introducir o concluir los temas de los capítulos en la medida en que lo considere necesario.

**2. Software educativo:** En la medida en que exista es conveniente el uso de aplicaciones que apoyen a los alumnos en el desarrollo de los problemas.

**3. Evaluación:** Se requiere iniciar un cambio en el esquema evaluativo tradicional. El cambio debe combinar pruebas tradicionales con la valoración de procesos propuestos en la estrategia. Así, por ejemplo, además de realizar exámenes parciales y finales, es importante promover el trabajo grupal para la resolución de problemas, constatar cómo se desarrolla este tipo de trabajo, promover ejercicios que conduzcan a la auto-evaluación.

**4. Trabajos de aplicación:** A lo largo del material impreso se dan instrucciones para el desarrollo de ejercicios aplicados a los procesos a partir de los cuales el estudiante encuentre el sentido del estudio para su campo de acción. El desarrollo de este tipo de trabajos debe tenerse en cuenta dentro de los procesos evaluativos.

En la medida en que existan materiales elaborados que contituyan apoyo para el aprendizaje propuesto en el curso, como videos y multimedias, se sugiere incluirlos en el curso determinando con claridad el mejor momento de utilización. Es fundamental, dar una clara orientación al alumno sobre el proceso mismo del curso de manera que logre prever los posibles obstáculos ante los cuales se verá enfrentado a solucionar las dificultades que se le presentarán por constituir ésta una nueva experiencia ante la cual debe asumir con auto-disciplina y responsabilidad el proceso de aprendizaje.

El cronograma establecido al comienzo del curso especifica los tiempos para el desarrollo de los diversos eventos requeridos por la estrategia.

## **CONCLUSIONES.**

En cuanto al diseño del material de autoaprendizaje para estos cursos es recomendable que tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- a. Integre los planteamientos conceptuales, teóricos y su problemática con situaciones reales.
- b. Desarrolle el contenido en un lenguaje dialogal, sencillo, claro en reemplazo de la explicación del profesor en el aula de clase.



- c. Utilice con mucha frecuencia las ayudas visuales como ilustraciones gráficas.
- d. Dé numerosos ejemplos que muestren soluciones a situaciones reales del medio.
- e. Muestre la solución de problemas empleando diversas alternativas coherentes.
- f. Motive constantemente en el lector la revisión lenta y progresiva del contenido, y que no permita que continúe sin la seguridad de haber comprendido.
- g. Incluya un sin número de problemas para ser solucionados por los estudiantes, sin dar todas las respuestas.
- h. Las situaciones estudiadas deben estar relacionadas con procesos industriales en el caso de la Ingeniería Industrial.

El nivel de dificultad que puede tener un alumno en estos cursos es relativo. El material puede llegar a ser auto-suficiente aunque esto requiera de su validación. Sin embargo, es necesario prever posibles problemas ante los cuales se enfrentará el alumno, entre otras razones, por no haber desarrollado cursos sin o con bajos niveles de presencialidad. Ello significa que la estrategia debe buscar la combinación de otros medios además del impreso que garanticen un real aprendizaje al estudiante.

Para los docentes constituye una ocasión especial para presentar su propia visión de la temática, concretándola en un medio específico y ofreciendo una perspectiva pedagógica.

El cumplimiento de las responsabilidades de los alumnos tiene una contrapartida: los estudiantes dan cuenta al final del semestre que han ganado autodisciplina, que es posible superar la dependencia del profesor, que son capaces de desarrollar procesos por sí mismos. En términos de un proceso de formación, todas estas características se circunscriben dentro de una de las principales finalidades de los procesos educativos: el desarrollo de la autonomía. Una persona autónoma es capaz de reconocerse libre y de determinar los límites de su libertad, es capaz de tomar sus propias decisiones, es capaz de fundamentar con criterios las acciones que realiza, características propias de un buen profesional de Ingeniería.

Los resultados señalan que los profesores han obtenido una visión global, realista de su función multidimensional con los alumnos y que además se han visto abocados a la necesidad de abandonar los enfoques tradicionales para convertirse en animadores del aprendizaje, con el reto de instaurar un diálogo humano que no está fundamentado en la angustia y el poder. Por otra parte, se concluye que hay un cambio positivo en la visión que antes se centraba en el profesor y el aula, para que sea el alumno el sujeto autogestor de su aprendizaje; los estudiantes a su vez muestran, que adquieren un mayor dominio de lo aprendido y finalmente que los materiales son enriquecidos permanentemente con la opinión justificada de los estudiantes.



# LOS INGENIEROS Y EL DETERIORO DE LA INFRAESTRUCTURA MORAL EN COLOMBIA (EXTRACTO\*)

Carlos Julio Cuartas Chacón  
Pontificia Universidad Javeriana

**Resumen.** Después de advertir la pertinencia de la Ética como tema para los Ingenieros, y de analizar en forma breve el estado de la infraestructura moral en Colombia, hago una referencia al problema de la corrupción como fenómeno mundial, reconocido y estudiado a lo largo de la historia de la humanidad. A continuación planteo el concepto desde cuatro perspectivas: la sociológica, la jurídica, la religiosa y la axiológica, y destaco el papel de las decisiones en el individuo-ciudadano, haciendo referencia a la relación entre Ética y Libertad.

De manera particular analizo el ejercicio ético de la Ingeniería, me refiero al Código de Ética Profesional, y planteo cuatro campos en los cuales se pone a prueba la Ética del Ingeniero.

Al referirme al tema de la formación universitaria en Ética y la pertinencia de una cátedra específica en esta materia, trato sobre la responsabilidad tanto del estudiante como del profesor, y también sobre la función de la Universidad al respecto.

En el epílogo me refiero a las limitaciones del ser humano, y termino con una advertencia tanto a los Ingenieros como a los alumnos de Ingeniería, sobre los deberes y los riesgos frente el estado actual de la situación.

-----

Es pertinente y relevante que los Ingenieros, no sólo promuevan el ejercicio ético de la profesión, sino que asuman de manera rigurosa la reflexión correspondiente. Nuestros intereses, nuestras competencias, se han referido casi siempre a los materiales, los recursos, las fuerzas de la naturaleza, los *chips*, las corrientes hidráulicas y eléctricas, los procesos productivos, en fin, a todo aquello que al final se traduce en la infraestructura de un país, en la obra que da continuidad a la de Dios

\* Este texto sólo incluye los apartes del artículo "Los Ingenieros y el Deterioro de la Infraestructura Moral en Colombia" pertinentes para la reunión de ACOFI. El escrito completo se le puede solicitar al autor.



creador. Es cierto que el conocimiento y el estudio riguroso de la ética como campo del saber humano no corresponde al Ingeniero y que los grandes problemas que enfrentamos tienen que ver mucho con el espíritu y más bien poco, muy poco, con la ciencia y la tecnología, con la Ingeniería. Pero, en el ejercicio de nuestra profesión, en la realización de obras y la prestación de servicios, en la contratación correspondiente, se refleja el alma del Ingeniero, porque no todas sus decisiones pueden ser el fruto de frías e inalterables ecuaciones. Ya lo decía Ortega y Gasset:

*"... para ser ingeniero no basta con ser Ingeniero. Mientras se están ocupando en su faena particular, la historia les quita el suelo de debajo de los pies. Es preciso estar alerta y salir del propio oficio: otear bien el paisaje de la vida, que es siempre total. La facultad suprema para vivir no la da ningún oficio ni ninguna ciencia: es la sinopsis de todos los oficios y todas las ciencias y muchas otras cosas además. Es la integral cautela. La vida humana y todo en ella es un constante y absoluto riesgo. La media toda se va por el punto menos previsible: una cultura se vacía entera por el menos imperceptible agujero".*

Lo anterior se hace más relevante en un país como el nuestro. En los últimos meses, por razones de todos conocidas, hemos oído hasta la saciedad las expresiones crisis política, crisis institucional, crisis de gobernabilidad, que siempre terminan por referirse a la crisis nacional. Pero no es nuevo que escuchemos hablar con cierta recurrencia de la inversión de los valores y del deterioro de las costumbres en la sociedad actual: se nos califica como un pueblo sin Dios ni Ley. Todas estas frases se refieren a un mismo asunto: el problema ético, y por lo tanto, a la condición humana.

Colombia ha padecido por muchos años un estado sostenido de crisis que ha hecho perder significación a esta palabra. Actualmente las graves carencias de autoridad, de responsabilidad y de credibilidad acentúan la crisis que vive una sociedad caracterizada por el individualismo, el temor y la contradicción. El régimen de **impunidad** que padecemos y que considero el principal problema colombiano se fundamenta y arraiga en la ausencia o la debilidad de autoridad. En un medio así, es explicable el imperio de fuerzas que carecen de toda legitimidad como son la guerrilla o los paramilitares. Para algunos la situación de Colombia corresponde a un problema ético.

Debe recordarse, sin embargo, que este problema, que tiene su principal expresión en el fenómeno de la corrupción, es universal, y que se ha dado en todas las épocas. De igual forma, se debe tener presente que el estudio teórico de la Ética ha ocupado muchas páginas de las obras de hombres grandes en la historia del pensamiento. Es célebre la obra de Aristóteles al respecto, también el trabajo de Kant. Su estudio es importante y debe servirnos de contexto para el análisis concreto del comportamiento de los Ingenieros. Ahora bien, el estudio de la Ética puede adelantarse desde cuatro perspectivas: la sociológica, la jurídica, la religiosa y la axiológica. Todas ellas sirven de referencia al ciudadano-individuo para tomar cada una de las decisiones que dan vida a su historia personal.

En cuanto al ejercicio ético de la Ingeniería, el análisis no se puede referir solamente al Código de Ética Profesional. Se pueden distinguir diferentes campos en los cuales se



pone a prueba la Ética del Ingeniero. En algunos de ellos, el Estado y los políticos tienen un papel determinante. El Estatuto anticorrupción, expedido recientemente por ley de la República, constituye una importante herramienta para procurar el imperio de la moral en el trabajo profesional de los Ingenieros.

Pero no todo el esfuerzo debe apuntar al ejercicio de la profesión. La formación universitaria de los estudiantes de Ingeniería en lo relativo a la Ética, no sólo la que se puede impartir en una cátedra específica en esta materia, merece particular atención. La institución universitaria debe servir, con el testimonio de su vida cotidiana y con el de sus profesores, de verdadera escuela de Ética.

Los Ingenieros y los estudiantes de Ingeniería no pueden creer, entonces, que pueden ser ajenos al problema ético que agobia la sociedad: no sólo comparten los mismos riesgos que corre cualquier ciudadano, sino que deben ayudar a sortear la crisis actual del país y recuperar -si no crear- su infraestructura moral.

A continuación desarrollaré en particular tres de los puntos enunciados en los apartes anteriores, que son de especial interés para los directivos de las Facultades y Escuelas de Ingeniería de Colombia.

#### CUATRO PERSPECTIVAS FRENTE AL CONCEPTO DE ÉTICA

El estudio de la Ética puede adelantarse desde cuatro perspectivas: la sociológica, la jurídica, la religiosa y la axiológica. Mientras que la primera se refiere a las costumbres, la segunda tiene como referente las leyes. Estas dos perspectivas delimitan el espacio para el **ciudadano** (el hemisferio izquierdo de la masa ética de todo ser humano): respetar las costumbres y cumplir la ley son dos distintivos del **buen ciudadano** y de los pueblos que pueden hablar de civismo. Un conocido refrán nos recuerda la relación entre esos dos referentes del acontecer humano: "*la costumbre hace ley*", y una célebre sentencia de Bolívar, tomada del discurso de Angostura, lo confirma: "(...) *las buenas costumbres, y no la fuerza, son las columnas de las leyes ...*".

La tercera perspectiva corresponde al orden religioso y tiene como referente los mandamientos. El punto central de esta perspectiva para estudiar el concepto de Ética es, el siguiente: el hombre de fe ha de vivir de conformidad con sus creencias religiosas, lo que equivale a decir, guardar los mandamientos, en otras palabras, ser justo. El análisis correspondiente nos permite explorar la relación entre Ética y Justicia.

Finalmente, el cuarto referente para el estudio de la Ética está en relación con los valores. Por supuesto que esta última perspectiva no se puede separar claramente de las otras tres porque en las costumbres, las leyes y los mandamientos podemos descubrir también un orden axiológico. Así las costumbres y las leyes señalen una dirección a un individuo sin creencias religiosas, puede ocurrir que ese ser humano no la acepte en el fondo de su espíritu. Algo le dice, le advierte, en su interior, que



dicha dirección no se ajusta a los valores que consciente o inconscientemente han ido arraigándose en su ser. Muchas actuaciones en la vida no nos hacen felices, nos dejan incómodos, intranquilos. Y estos sentimientos no se originan por la referencia de los hechos a las costumbres, las leyes o las creencias religiosas. Culturas muy distantes entre sí, en tiempo y lugar, así como diversas religiones, comparten muchos valores. Así como la justicia, son ejemplos también de valores, la honestidad y la igualdad que llega a defender individualmente un ser humano. Aquí aparece la conciencia, la paz del espíritu, que no se puede alcanzar plenamente mediante la decisión de otro, sino única y exclusivamente por el juicio del propio individuo.

Las dos últimas perspectivas que hemos considerado, referida una a las creencias religiosas y la otra, al marco axiológico, delimitan el espacio para el individuo (el hemisferio derecho de la masa ética de todo ser humano): guardar los mandamientos y tener valores son dos distintivos del individuo virtuoso.

En los tiempos de profunda religiosidad, que parecen ya pasados, los pueblos tenían dos grandes testigos -las fórmulas de los juramentos aún lo confirman- para su acontecer: Dios y la Patria. El amor a la **PATRIA**, que debe el ciudadano (respeto a las costumbres y cumplimiento de la ley), el amor a **DIOS**, que debe el individuo (guardar los mandamientos y tener valores), servían de marco para la vida de las personas. Pero hoy debemos reconocer que el individuo virtuoso y buen ciudadano pertenece a una especie en vía de extinción.

Termino este análisis referido al concepto de la ética con la siguiente consideración. En la práctica es corriente que la persona se preocupe por saber qué es lo que no está prohibido -qué es pecado- y la pregunta se convierte en ¿qué es lo que se me permite? ¿cuáles son los límites del campo en el cuál puedo moverme? Me parece que esta posición reduce significativamente la condición del ser humano: lo que hacemos debe responder, primero, al deber y al querer, y, luego, a lo permitido. No es el temor al castigo -a la condenación- que merezco por incumplimiento de los deberes ni el afán de recompensas lo que debe orientar mi comportamiento. El amor (a Dios y a la Patria) debe enmarcar mi acontecer. Dice San Agustín (Enarraciones sobre los Salmos. 118, 11, 1):

*"Quien obra por temor, obra a la fuerza. Y quien obra a la fuerza no es amigo, sino enemigo de la ley. Por ser injusto su querer es inútil su quehacer".*

Ahora bien, las cuatro perspectivas están relacionadas entre sí y configuran, como un todo, el marco del problema ético. Durante mucho tiempo la moral cristiana fue la que sirvió de orientación -fijó parámetros- para la vida social de muchos pueblos. Se puede discutir si esto fue bueno o malo. Lo cierto es que así fue y que hoy ya no es así. Colombia, como muchos países, vive un proceso acelerado de secularización y se habla de **ética civil** o ciudadana, es decir de Ética definida sin asociación a la religión, ni como resultante por oposición a la moral cristiana, sino como construcción colectiva de una sociedad que empieza a ser tolerante, a reconocer la diversidad y que busca -sin perder la dignidad- la convivencia, y -sin perder la identidad- el pluralismo: necesidades y urgencias en nuestros tiempos.



Son estos cuatro, entonces, los referentes que tiene el hombre concreto para tomar una decisión en un determinado momento -momento de síntesis existencial- y dejar la huella que lo hace identificable. Entran también en consideración tanto el bien individual como el común que sirven de referencia para calificar sus actos. Todo esto se confunde en un individuo que toma decisiones. Y eso es la vida: decidir, cambiar. La siguiente sentencia de Andre Gide ilustra lo dicho:

*"Nuestros actos están unidos a nosotros como al fósforo su luz. Nos consumen, verdad es, pero producen nuestro esplendor".*

En lo que un hombre ha hecho (acción) y en lo que ha dejado de hacer (omisión) reconocemos las decisiones de la persona concreta y la influencia que en ella han tenido las costumbres y las leyes de la sociedad a la cual pertenece, así como también, la fortaleza de sus convicciones: su fe, sus valores. Ahora bien

*"La libertad hace del hombre un sujeto moral. Cuando actúa de manera deliberada, el hombre es, por así decirlo, el padre de sus actos. Los actos humanos, es decir, libremente realizados tras un juicio de conciencia, son calificables moralmente: son buenos o malos" (CATECISMO, 1749).*

¡Sí! La libertad constituye el fundamento de la moralidad. Podríamos detenernos en el estudio sobre **Ética y Libertad**. Sin embargo, sólo anotaremos que frente al hombre libre está el heterónomo, aquel que "está sometido a un poder ajeno que le impide el libre desarrollo de su naturaleza" (Diccionario de la Real Academia). El hombre que simplemente ajusta su comportamiento a las leyes y a las costumbres, a los preceptos religiosos es un ser **heterónomo**, mientras que aquel que va más allá y orienta su existencia de acuerdo con los valores y la fe que profesa, ese hombre llega a ser un ser verdaderamente **autónomo**: decido por lo que soy yo, por lo que yo creo, por mis valores, y no por lo que me dejan hacer. Autonomía y libertad deben fundirse en el crisol de la existencia.

## EJERCICIO ÉTICO DE LA PROFESIÓN

Debido a la caída de algunos puentes, en particular la del puente Heredia en la ciudad de Cartagena, recientemente, los problemas éticos en el ejercicio de la Ingeniería han sido muy discutidos. Pues bien, sea lo primero advertir que al hablar del Ingeniero no se hace referencia exclusiva al contratista constructor, consultor o interventor. Se hace referencia también al Ingeniero funcionario del Estado, en la Primera Magistratura o en la cartera de Obras Públicas y Transporte, en la Gobernación de un Departamento, la Alcaldía de un Municipio o en cualquier cargo de la administración pública. Se hace referencia al Ingeniero empleado de una empresa particular, al elegido para ocupar una curul en el Congreso de la República, en la Asamblea o el Concejo; al Ingeniero docente, decano o rector. Porque la misión del Ingeniero encuentra muchos y muy diversos espacios de realización profesional.

Casi siempre la discusión sobre el tema que nos ocupa se reduce al estudio del **Código de Ética Profesional**. Estas normas, que se inscriben en el orden jurídico, son adoptadas por resolución del que se llamaba Ministerio de Obras Públicas y



Transporte, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 24 de la Ley 64 de 1978 (que derogó el Decreto Legislativo 1782 de 1954), que dice así: "Para el solo efecto de aplicar las sanciones establecidas en este artículo, dicho Consejo (Profesional Nacional de Ingeniería y Arquitectura), bajo el título de «Código de Ética Profesional», elaborará un conjunto de normas que comprenda, entre otras, las faltas de lealtad al cliente y a los colegas, al decoro, a la dignidad, a la honradez y a la debida diligencia profesional". La curiosa fórmula -"Para el solo efecto de aplicar sanciones ..."- nos plantea un sistema punitivo, de castigos, y no un ideal de conducta.

Sobre cada uno de los diez preceptos que figuran en el texto adoptado por Resolución del Ministerio, aparecen uno o varios literales sobre aspectos particulares: por ejemplo, en relación con el primero -"Ejercer tanto la profesión como las actividades que de ella se derivan con **decoro, dignidad e integridad**"-, el literal d establece que "se abstendrá de prestar sus servicios a personas o entidades cuya honorabilidad, métodos comerciales o sistemas profesionales aparezcan reñidos con la ética". Al leerlo, no puede uno dejar de pensar en el *boom* de la construcción en algunas ciudades del país, propiciado por los narcotraficantes.

En el Código se establecen, pues, una serie de pautas de comportamiento, la mitad de ellas *per modum negationis*, todas exigibles jurídicamente y por lo tanto de observancia obligatoria, que buscan asegurar el debido cumplimiento de compromisos adquiridos, así como una sana competencia entre colegas, por oposición a la '**rapiña**' de contratos, tan unida al conocido clientelismo en las juntas de adjudicación en las empresas del Estado.

En cuanto al ejercicio profesional, podemos identificar al menos, cuatro campos en los cuales se pone a prueba la Ética del Ingeniero. El primero de ellos es el uso indebido del poder de los funcionarios de entidades del Estado que no dudan en **extorsionar** al contratista, o que se dejan **sobornar** por él, sin dejar rastro que sustente una denuncia, con lo cual logran perderse en las sombras de la impunidad. En posiciones directivas o no, elegidos o nombrados por los mismos elegidos, a veces por presión política como pago por favores prestados o favores por prestarse, los servidores públicos, por supuesto, no todos Ingenieros, tienen poder para adjudicar contratos, para cumplir, agilizar o demorar los trámites. Sí, la tramitación en las oficinas públicas son una fuente inmensa de corrupción.

Al respecto no sólo tenemos el deber de denunciar. Hay otro deber más importante que de cumplirse corregiría de raíz muchos males de la Nación: ¡Elegir bien! Y en esto los medios de comunicación y la publicidad juegan un papel vital porque ofrecen a su discreción, tribunas, que favorecen a ciertos candidatos, no siempre los más aptos. En este sentido, la elección de Alcaldes ha constituido una oportunidad valiosa para el pueblo colombiano.

No puedo dejar de mencionar las donaciones o contribuciones a campañas políticas que se solicitan con elegancia y que en realidad constituyen en ocasiones, chantaje o extorsión, porque de no hacerse y de salir favorecido el candidato, se castigará a quien



prefirió no ser donante. Es triste decirlo, pero no pocas veces el Ingeniero actúa en legítima defensa, tiene que sobrevivir, y entrega su moral y se convierte en víctima de un vulgar atracador. En el mundo del "contratismo" se conoce no sólo la sigla AIU -administración, imprevistos, utilidades- sino la CVY -cómo voy yo- la cual se utiliza para indicar qué porcentaje recibo, qué comisión me dan por adjudicar un contrato o facilitar un trámite. ¿Soborno? ¿Extorsión? ¿Costumbres de los Ingenieros?

En la medida en que el Estado se modernice, agilice y simplifique los procedimientos que definitivamente no se pueden eliminar, habrá menos oportunidad para la corrupción. Sin embargo, no hay que olvidar que en no pocas ocasiones importantes compañías multinacionales promueven la corrupción y cuentan entre sus rubros presupuestales las partidas suficientes para ganarse el favor de funcionarios, tanto en el sector público como privado.

El segundo campo en el que el Ingeniero pone a prueba su probidad está relacionado con el estricto cumplimiento de normas y especificaciones técnicas requeridas y aceptadas contractualmente. A no pocos ciudadanos nos violenta que pavimenten las calles de Bogotá y un mes después estén los mismos huecos. Qué puede ser eso sino falta de ética, de honestidad, de los Ingenieros constructores. ¿Y por qué? Por sacarle utilidad, lo que más se pueda, a los contratos, o por aceptar precios por debajo de los verdaderamente costeables. La calidad de la obra no importa: que sea la mínima para que pueda ser aceptada por el contratante, para que pueda ser inaugurada en fecha oportuna por el político.

Obviamente, no hay que descartar la posibilidad de un error humano, así como de condiciones diferentes que pueden surgir en el momento de la construcción, que no podían ser previstas, que pueden causar importantes deficiencias en las obras, demoras o sobrecostos, a pesar de un ejercicio indiscutiblemente ético de la profesión. Vale la pena citar la sentencia atribuida a don Julio Carrizosa, hombre que honró la Ingeniería de Colombia: "*El Ingeniero que no reconozca sus errores es un peligro social*". Cabe anotar aquí que el Ingeniero que advierte el error y no informa para tomar las medidas que corresponden, falta tanto o más, a la ética profesional, que el propio autor del error.

Una tercera situación ética que se plantea en el trabajo profesional del Ingeniero, se refiere a la función social de la obra del Ingeniero. No puede ser que, únicamente por tener contratos, no tenga importancia si la obra es necesaria o no. ¿Es ético aceptar y construir puentes que no unen carreteras? ¿Lo es diseñar y construir obras que perjudiquen el medio ambiente? Hay una responsabilidad social en que lo que se va a hacer tenga por una parte sentido hacerlo, y por otra, no tenga consecuencias ambientales negativas. No se trata, simplemente, de hacer el contrato y tener trabajo. También debe señalarse la absoluta falta de responsabilidad que se evidencia en el constructor que abre zanjas para conectar las instalaciones de un nuevo edificio a las redes de servicios públicos de la ciudad, y no se preocupa por cerrarlas y pavimentar de nuevo, con lo cual causa grave deterioro a las vías urbanas. Y qué decir de los



efectos de las demoliciones y construcciones en edificaciones vecinas, ignorados totalmente por los negociantes de la Ingeniería.

Finalmente, el cuarto campo se refiere al manejo de la información; la responsabilidad de los Ingenieros frente a la información secreta o de propiedad privada, especialmente, en el campo de la informática, y que se hace relevante en estos tiempos de piratería. Al respecto nos dice Guerra Azuola, en un contexto diferente por la época:

*"El Secreto Profesional, es decir la obligación que pesa sobre todo hombre honrado, y mucho más sobre el hombre de ciencia, de guardar un secreto todo aquello que al descubrirse pueda dañar al que le ha hecho la confianza. El éxito en casi todos los negocios depende de la reserva en que se tengan durante cierto tiempo. La invención de una máquina, la mejora de otra que ya es conocida, un proyecto de fábrica y aun de un contrato cualquiera, deben reservarse en el corazón del Ingeniero a quien se consulte, como si le fuera enteramente extraño".*

Ahora bien, todo el análisis anterior requiere una consideración de referencia. Es muy fácil hablar de ética, exigirse y exigir a los demás un comportamiento incuestionable cuando hay holgura económica y no se está en la lucha diaria por la supervivencia, cuando el sueldo llega mensualmente a la cuenta corriente y permite atender sin angustias las obligaciones contraídas. No lo es cuando se es víctima de la injusticia social y los compromisos acosan al Ingeniero, y lo ponen contra la pared. De ninguna manera podemos justificar las faltas a la ética, pero tampoco podemos ignorar la circunstancia, porque esos discursos sin contexto, pregonados por catones que se erigen como nuevos Savonarolas -a veces con doble moral-, que plantean simplemente la ética por la ética, son bastante discutibles. De nuevo aparece el binomio **Ética y Justicia**.

La frase atribuida a un conocido estadista colombiano: "*se trata de reducir la inmoralidad a sus justas proporciones*", ¿no se hizo célebre hace unos años? ¿no refleja una regla de oro del comportamiento colombiano? De lo que se trata es de **erradicar** la inmoralidad, así como se trató de erradicar la pobreza absoluta durante los cuatro años de gobierno de un colega. No importa que la pobreza siga ahí, porque no basta la declaración o el deseo sincero de un Presidente para que la situación sea distinta. Los cambios en un país se deben a esfuerzos colectivos en los que se reúnen esfuerzos individuales, por períodos que van más allá de los que corresponden a cada gobierno en particular.

## FORMACIÓN UNIVERSITARIA SOBRE ÉTICA

Antes de entrar propiamente en esta materia, vale la pena recordar el siguiente planteamiento de Fernando Savater, que nos hace pensar en la calidad de la educación universitaria, tan cuestionada, en términos generales, en nuestro país:

*"La reflexión moral no es solamente un asunto especializado más para quienes deseen cursar estudios superiores de filosofía sino parte esencial de cualquier educación digna de ese nombre".*



Pues bien, la discusión debe referirse a la manera como debe ofrecerse la reflexión moral en la formación de los estudiantes. Algunos discuten si realmente vale la pena tener cátedras sobre ética. Al respecto hay que hacer notar que uno puede ser un excelente erudito en asuntos de cultura religiosa y no tener la más mínima fe; que uno puede ser un excelente erudito en literatura o filosofía y no tener la más mínima aptitud literaria o capacidad de filosofar. De igual manera, uno puede dar charlas sobre ética y ser un erudito en el tema -obtener una calificación de 5.0 en el curso de Ética Profesional- y no tener la más mínima ética. A un amigo le oí una frase que me parece significativa. Le pregunté que si había tenido un curso de ética durante la carrera, y él me respondió: "sí, yo vi ética y me copié". Esta es una expresión muy ilustrativa: ¡copiar en la clase de ética!

La formación ética tiene sentido si, como la formación religiosa, no se queda en una cultura de la fe, sino que se traduce en actitudes y comportamientos en la vida cotidiana: si afecta las decisiones que tomamos.

**El artífice: un estudiante.** Pero en asuntos de educación universitaria no podemos olvidar la responsabilidad del estudiante y el contexto de libertad que requiere una auténtica formación. La siguiente anécdota -si así puede llamársela- nos ilustra al respecto. Un domingo, en la hoja pequeña que reparten en la puerta de la Iglesia, encontré una nota con el título "La queja de una madre". El autor escribía a propósito de un artículo aparecido

*en la pág 28 de 'Cromos' del 7 de mayo de 1990. Se trataba de una entrevista a la madre de Carlos Pizarro: ¿Cuándo se dio usted cuenta de sus inclinaciones políticas? (de sus hijos). -Cuando vinieron a la Universidad Javeriana. Cuando ellos se fueron de Cali, vinieron a la universidad católicos, apostólicos y romanos. Lo que yo le puse en una carta una vez al P. Giraldo: yo le envié a mis hijos, cuando llegaron a la Javeriana eran católicos, apostólicos y romanos, y usted me los devolvió ateos y comunistas."*

Estas líneas dejan en claro la concepción de universidad-fábrica que no pocos tienen en sus mentes: nos mandan unos hijos para que les devolvamos unos profesionales producidos en serie y con garantía de funcionamiento (autómatas). En esta perspectiva el único objeto de evaluación es la Institución de Educación Superior: la fábrica. Como lo afirmara el Padre Gerardo Arango, S.J., Rector de la Universidad Javeriana:

*"... se ignora por lo tanto, el resultado efectivo de la formación familiar y la responsabilidad fundamental que reside en el educando quien tiene libertad para hacer sus opciones en la vida en un medio que no solamente determinan la familia y el centro educativo .*

*"... Los espacios educativos permiten al estudiante exponerse ante valores y principios que él, sólo él, puede hacer suyos en la teoría y en la práctica de su vida. Pero de ninguna manera en ellos se busca dominar el pensamiento ni el comportamiento de las personas.*

*"Ahora bien, el artículo solamente se refiere a la formación universitaria de Carlos Pizarro. Resulta extraño registrar que al mismo tiempo se hayan formado, en el mismo claustro javeriano, otros compañeros universitarios que como Luis Carlos Galán, Rodrigo Lloreda y Ernesto Samper siguieron rumbos diferentes."*



**Un modelo: el profesor.** Pero si la responsabilidad del estudiante merece esta consideración, qué decir de la del profesor. Aquel que sólo dicta clases 3 de las 18 semanas que debe durar el curso, que a las niñas por ser niñas las califica con cierta generosidad y cariño, o lo contrario, las "raja" -para usar el término vulgar- porque no le aceptaron una que otra coquetería ordinaria o propuesta indecente, que tolera el fraude, que llega tarde a clase y reduce la hora cátedra facturada a 20 minutos, que es jurado de un proyecto de grado y emite un juicio sin ni siquiera leer la copia del proyecto que se evalúa, ese individuo sí que está enseñando sobre comportamiento, sobre ética. Pero hay más, desde su cátedra, el profesor tiene otro espacio de influencia, sobre el cual nos habla Lobkowitz en un importante discurso sobre la Responsabilidad Ética de la Universidad (1979):

*"El profesor universitario no es solamente una persona que imparte ciencia y conocimientos, sino también un educador. Ciertamente, es, por encima de todo, la persona que enseña el método del pensamiento objetivo, frío y crítico que caracteriza a las ciencias. Pero para sus alumnos también es el hombre específico que es, con sus propias convicciones privadas, y debería cuidarse de considerar dichas convicciones personales como un elemento subjetivo que debe evitarse para no contaminar sus cursos. Desde luego, el profesor no debe convertirse en predicador o demagogo, pero tampoco debe perder de vista el hecho de que tiene que educar a una generación joven cuyos intereses van más allá de recibir una formación vocacional o una iniciación en una especialidad; una generación que busca tanto las pautas intelectuales que le permitan desarrollar su pensamiento como la acción con un cierto grado de firmeza.*

*"En este contexto, el profesor universitario tiene una gran responsabilidad sobre sus hombros que, con demasiada frecuencia, tendemos a eludir. Al hacerlo, olvidamos muy fácilmente que en nuestras universidades estamos formando la futura élite de nuestras naciones y que somos responsables no sólo de la calidad científica, sino también del comportamiento moral de esta próxima generación".*

No hay la menor duda: la ética es como la investigación, sólo se aprende por contagio y se necesitan vectores, gente infectada y virulenta -testigos- que contagien. Y en las universidades tampoco abunda la gente contagiada; en nuestra sociedad es mínimo el riesgo de enfermarse de moralidad. El problema de ir contra la cultura que imponen los hechos es sumamente complejo en el país: lo que todos los días nos están enseñando los medios de comunicación (la antena parabólica) y el entorno social es contrario a lo que nos dicen y predicán acerca del comportamiento ético. Recordemos las palabras de Lino de Pombo en 1830:

*"¿De qué sirve trabajar en buen sentido, si mil causas más poderosas, más activas, obran en sentido contrario ...?"*

Como es inevitable corregir la exposición a estas corrientes, se debe insistir en crear en los individuos la capacidad de evaluar, de escoger y enfrentar, para que no caigan miserablemente en las redes de una sociedad creada a base de publicidad y medios de comunicación. Tenemos el deber de ubicar al hombre por encima de la información.

Ahora bien, mucho se han preocupado las universidades por la preparación científica y académica de sus profesores, dejando de lado la otra dimensión -la primera, a mi juicio- de este protagonista de los centros de educación superior. Retomemos a Lobkowitz:



*"Nuestras universidades cuentan con un número creciente de eminentes especialistas, pero se hace más raro el tipo de profesor que educa a una generación. En la actualidad, la responsabilidad ética más importante de la universidad es tal vez definir la vía que nos devuelva a aquella comunidad de humanistas cuyos miembros no eran simplemente especialistas, sino, por encima de todo, mentes pensantes; no sólo hombres cuya influencia se sentía a través de su ciencia, sino también, y por encima de todo, a través de su personalidad".*

**El estudiante: un cómplice.** Pero ahora miremos la otra cara de la moneda. Si un profesor falta a sus responsabilidades pero "los pasa"; los estudiantes aceptan su incumplimiento y con no poca alegría. Alumnos complacientes y cómplices son el caldo de cultivo de la mediocridad universitaria. Pero si el profesor "los raja", ahí sí se quejan y hasta lo denuncian ante las autoridades y, entonces, puede ocurrir que la Facultad no haga nada porque ese señor es de los "intocables". De esta forma, se crean los nudos de esa red de equivocaciones, telaraña que fomenta en la gente una conciencia de que los valores, los principios y la exigencia, son un cuento, y la vida y la realidad, ¡los negocios!, son otro; y surge entonces ese péndulo que no para entre el individuo empeñado en la **coherencia** con sus principios y aquel de principios sujetos a la conveniencia.

Considero, pues, necesario y conveniente, por lo menos, un curso de Ética Profesional -ojalá a cargo de un colega- en los planes de estudio, que no sea reducido al estudio de autores y doctrinas, ni tampoco a la discusión de códigos. El estudio de casos y situaciones de la vida real es bien importante en estas asignaturas. Pero si soy amigo de estas lecciones, lo soy más de aquellas que provienen del comportamiento cotidiano del cuerpo docente y directivo de una Facultad y una Universidad, de los procesos de admisiones, matrícula y permanencia de estudiantes, del quehacer universitario, que debe ser escuela -modelo- incuestionable de ética.

Antes de terminar la reflexión en lo que a la formación universitaria se refiere, permítanme citar otro aparte del texto de Lobkowitz, que nos sirve para aclarar el ámbito del individuo y el de las instituciones.

*"El hecho de que la Universidad esté al servicio de la sociedad ... no significa que sea responsable ante la sociedad ni que sea responsable de ella ... es siempre el hombre como individuo el que tiene una conciencia, una responsabilidad y una tarea ética. (...)*

*"... la universidad en general debe asumir una tarea moral ... la verdadera función de la universidad es la de formar miembros responsables de la sociedad; de hecho, aquellos que habrán de dirigirla. (...)*

*"La responsabilidad ética de la universidad, pues, no implica que ha de sentirse responsable de la forma en que se conduce al mundo. La responsabilidad ética de la universidad yace en otra parte. Se le han confiado personas jóvenes que, en el futuro, tendrán que asumir la responsabilidad de nuestra sociedad".*

Cada vez cobra mayor importancia que la Ética esté en la agenda universitaria. Las instituciones de educación no pueden sentirse libres de responsabilidad porque en los planes de estudio de sus Carreras y Postgrados haya una asignatura de Ética Profesional. Son numerosos los frentes que debe atacar la Universidad si en verdad se compromete con la renovación moral, no sólo de los hombres y mujeres que integran la respectiva comunidad educativa, sino de la sociedad en que vive. No hay



que olvidar, sin embargo, que la tarea educativa es estéril si no se ataca de raíz el fenómeno de la impunidad.

## EPÍLOGO

El Coronel de Ingenieros Francisco José de Caldas, figura primigenia de la Ingeniería Colombiana, patrimonio de nuestra nacionalidad y de nuestra profesión, un hombre de ciencia, hombre de bien, que fue fusilado en aquellos días del Pacificador Morillo -la pacificación en estas tierras tiene antecedentes remotos-, el Sabio al que después España tuvo que desagraviar, afirmó lo siguiente en un discurso a los primíparos de Ingeniería (1814):

*"Os he dicho amad la patria, adquirid una sólida gloria, sed valientes, generosos, hermanos, activos, pero depende sólo de vosotros el ser virtuosos? Tenéis en vosotros el principio del bien y la fuerza que engendra las virtudes? No, no os engaños, esta fuerza está fuera de vosotros y sólo baja de las alturas sobre los corazones que la imploran. Imploradla vosotros todos los días de vuestra vida y postraos delante del trono del Señor llenos de una humilde confianza y pedidle que os dé las virtudes y que forme de vosotros soldados dignos de hacer la felicidad de la patria en la vida y que más allá del sepulcro sirváis de modelos a la posteridad".*

Como colombianos estamos en la obligación de escuchar el grito y atender el llamado que nos hicieron hace meses los campesinos del Urabá: *"Es preferible morir armados, que morir amarrados"*. Ingenieros: ¡Armémonos! Armémonos y vayamos al frente de batalla, abandonemos la comodidad y el refugio de nuestros privilegios. Armémonos de entereza y de valor porque esta lucha es solitaria, desigual, los enemigos son poderosos, y tendremos que hacer sacrificios. Armémonos de honestidad y honradez porque esta lucha es contra seres corruptos que son parte del infierno de los vivos que existe ya aquí y ellos no ahorrarán esfuerzo para hundirnos en su propia miseria. Armémonos de paciencia y constancia porque esta lucha es larga y dura, y siempre nos parecerá interminable. Armémonos de solidaridad y generosidad porque esta lucha, aunque aparentemente no nos toca, es contra todos. No olvidemos al Ingeniero Civil Javeriano Guillermo Alvarez Villa, asesinado el año pasado porque nos negamos a pagar a la guerrilla el "impuesto de guerra"; tampoco a Camilo, Angela María y Andrés, tres jóvenes Ingenieros Industriales Javerianos que murieron abordo del avión de Avianca que hicieron explotar los narcotraficantes; ni tampoco a Carlos Caicedo, el estudiante de Ingeniería Electrónica en la Facultad de mi Universidad, cobardemente asesinado en enero de 1995 al norte de Bogotá por esos cafres que sólo dominan el lenguaje del dinero y de las armas: esos Ingenieros Javerianos, como tantos hombres, mujeres y niños inocentes, entre ellos Argelino Durán Quintero, pagaron el precio de haber nacido en Colombia. ¡Esta lucha es contra todos!

Armémonos, ¡Sí!, y vayamos a **"la palestra del deber"** que es el lugar que nos ha sido señalado. Sólo así estaremos **al servicio de nuestros conciudadanos**, especialmente de aquellos que son víctimas de la injusticia, y entonces, ellos podrán reconocer y celebrar con gratitud nuestro efímero paso por el mundo. Sólo así seremos **buenos colegas**, y entonces, ellos podrán señalarnos y decir con orgullo que hicimos honor a



la profesión. Sólo así seremos **fieles al Alma Mater**, y entonces ella podrá afirmar sin duda ni rubor que somos dignos de llevar sus insignias. Sólo así seremos **el papá, la mamá y el maestro que merecen hijos y discípulos**, y entonces ellos podrán pronunciar nuestro nombre con la frente levantada y en voz alta, y hablar a los suyos con admiración y cariño de lecciones recibidas y horas compartidas a su lado. Es cierto: "la **gloria del hijo es el honor del padre**".

En una palabra, que al final de nuestros días podamos encontrarnos con una vida que estuvo al servicio de nobles ideales y en la que fue **evidente nuestro esfuerzo** por haber tratado de ser hombres y mujeres de bien, hombres y mujeres de honor, hombres y mujeres de acero en la sociedad civil.



# EDUCACION EN INGENIERIA COMO LA HACEMOS?

Gerardo Jiménez Zambrano  
Marlene Benavides Perez  
Universidad Libre  
Facultad de Ingeniería

## CREATIVIDAD PARA EL APRENDIZAJE

Todos los seres humanos necesitan desarrollar su autonomía en procesos que permitan usar su libertad para formarse, estructurarse como personas y en este caso, como profesionales dispuestos a proyectarse en un medio social.

Es por este motivo por el que los métodos pedagógicos que utilice el docente deben estar orientados hacia el fomento de esa construcción libre del saber, de generar acciones capaces de facilitar procesos que permitan al estudiante crear, usar su pensamiento total, para analizar nuevas formas y múltiples opciones en la solución de problemas y en la toma de decisiones.

Su aprendizaje debe dejar de ser un cúmulo de conocimientos para convertirse en una estrategia capaz de abordar la realidad por medio de la práctica, de la autogestión, de la construcción propia del saber, en su propio campo de formación.

Por este motivo, en la Facultad de Ingeniería se están realizando esfuerzos a partir de algunas asignaturas, para fomentar la creatividad en los estudiantes. Se están aplicando metodologías que dirigen el proceso pedagógico hacia una actividad expresiva capaz de construir el conocimiento del alumno, así como el uso de técnicas de trabajo grupal que a través de la vivencia facilitan la aplicación de conocimientos y el desarrollo de habilidades con base en la relación más completa y coherente con el propósito formativo e informativo de la profesión.

En el presente trabajo se ilustran casos que permiten observar diferentes metodologías utilizadas por los profesores de la Facultad de Ingeniería, dirigidas a desarrollar procesos creativos y expresivos para la formación integral del estudiante, en las carreras de Ingeniería Industrial y Metalúrgica y de Materiales.

El propósito principal de este trabajo es rescatar las innovaciones que los profesores de la Facultad de Ingeniería realizan para fomentar un aprendizaje efectivo en los estudiantes, valiéndose de medios y estrategias caracterizadas por altos niveles de creatividad.

### **Experiencias Obtenidas**

Las experiencias anotadas como estrategias metodológicas se observan a la luz de condiciones que facilitan el proceso creativo tanto a nivel individual como grupal, sin ser un estudio exhaustivo del fenómeno como tal.



Dichas condiciones, de acuerdo con el enfoque Rogeriano se enmarcan en el clima de libertad que debe existir en el ambiente de la clase. El fomento en el estudiante de la capacidad para explorar y manipular conceptos, seleccionar problemas significativos, ensayar soluciones, ampliar su pensamiento y abrirlo a situaciones nuevas.

Este proceso lo facilita el estilo y estrategia que el profesor adecúe para su clase, con el propósito de lograr un aprendizaje verdaderamente auténtico, en el estudiante.

A continuación se relacionan las experiencias de profesores con asignaturas en Física, Matemáticas, Comunicación y Lenguaje, Taller de Investigación, Sistemas, Físicoquímica:

En Matemáticas, con el tema "Relaciones y Funciones" se presenta como estrategia la organización y ejecución de una "fiesta". El propósito es apreciar la formación de parejas, dominio, codominio, plano, ubicación.

- Se organiza un ambiente de fiesta, donde los estudiantes se disfrazan con cintas, papeles de colores, periódico, etc. El organizador es el profesor quien relaciona las personas que van llegando.

- En medio de la música realizan un plan para danzar haciendo manejes del espacio. Forman parejas por afinidades y se permite que cada uno circule y se desempeñe libremente en esta actividad. Todos bailan con todos para determinar el producto cartesiano.

Para llegar al concepto de "relación" se relacionan parejas que cumplen algunas de las propiedades.

- Se realiza por último una plenaria para organizar información, obtener conclusiones, evaluar el proceso.

Este ejercicio desarrolla la creatividad del estudiante, la capacidad de observación, el análisis y la síntesis. El ambiente es de libertad, los estudiantes participan con entusiasmo. Se facilita la expresión libre, los conceptos se construyen en la mente y se retroalimentan.

Se rompen unos, se completan otros, hasta interiorizar, en un proceso individualizado de trabajo, con una técnica colectiva.

Otra técnica muy versátil y que se puede emplear para iniciar a los estudiantes tanto en redacción como en los Talleres de Investigación para propiciar la fluidez mental, es la diseñada y experimentada por Gianni Rodani en su "Gramática de la Fantasía", esta hace ver el potencial existente en cada persona, la riqueza oculta. La técnica se denomina "La Roca en el Estanque".

Inicialmente se relata la forma y los pormenores que ocurren cuando una roca cae en un estanque, se descubre con los estudiantes una analogía con la mente, el pensamiento y las palabras.



Se realizan ejercicios de un minuto por cada letra de la palabra roca, hasta escribir un acróstico con ésta, sin artículos ni preposiciones.

Enseguida se escribe una historia con los conjuntos de acrósticos obtenidos y se puede continuar con muchas variaciones hasta lograr escritos con gran fluidez en sus palabras, espontáneos, con mucha información.

En los resultados se logra hacer fluir las palabras libremente, da confianza y seguridad para componer con base en el propio bagaje.

El profesor da libertad y no realiza juicio acerca de la expresión de los estudiantes, esta condición facilita el proceso creativo.

Esta misma técnica, "La roca en el estanque", se aplica en el Taller de Investigación, para lograr fluidez y amplitud mental, búsqueda de opciones de diferente índole en el análisis de problemas y capacidad para visualizar con mayor amplitud una problemática.

Otro ejercicio en Técnicas de expresión oral, se relaciona con la creación colectiva de historias.

En esta, sobre un tema con cierta característica, por ejemplo, "Un alemán llega al mercado de las pulgas; partiendo de esta idea, cada alumno agrega a la historia algo de su invención.

Resultan historias fantásticas y realmente originales. La creatividad se presenta en la medida que cada estudiante se expresa libremente y es escuchado sin que se presenten críticas. Todo el giro que tome la historia es válido. Se observa gran satisfacción en el grupo, al terminar.

El ejercicio cumple el propósito de desarrollar esa capacidad y facilitar la expresión oral.

En otro caso se utiliza la técnica de la composición colectiva.

Alguien inicia una historia, inspirada en una palabra obtenida al azar, otro estudiante la continúa; así cada uno la va complementando hasta darle forma.

Se completa el escrito y se pasa a una segunda fase de análisis y conclusiones. Con este ejercicio se obtiene fluidez mental y verbal, concentración y atención.

Inicialmente se logran escritos enmarcados en un pensamiento lógico y común y en la medida que los participantes se "Sueltan" y son más auténticos en sus expresiones se llega a obtener historias con gran riqueza de imágenes.

Es interesante observar cómo la fantasía da lugar a la ampliación del pensamiento, los alumnos acuden a la mayor cantidad de posibilidades en la solución de un problema.

En Termodinámica se trabaja con analogías en cuentos simples para comprender las propiedades intensivas y extensivas, juegos con diagramas para identificar o para descubrir otras propiedades.



El resultado es la construcción clara de los conocimientos y el desarrollo de habilidades en el manejo de ayudas en esta área.

Para Sistemas I, en el Tema Análisis Estructural se tratan diferentes puntos de vista frente a un problema, tomando variables incidentes que tienen influencia real, positiva o nula frente a las otras.

Durante el proceso se observan discusiones que enriquecen la solución.

En Diseño de Máquinas: Construcción de un prototipo, mediante lluvia de ideas iniciales sobre diferentes diseños propuestos por los estudiantes.

Los resultados obtenidos han sido novedosos. El ambiente y el proceso orientado por el profesor han facilitado la espontaneidad del estudiante hasta lograr un trabajo altamente creativo.

En Física: Se han logrado diseños para el trabajo con Holografía.

En Instituciones Políticas Colombianas: Se han elaborado cartillas documentadas, así como ensayos que reflejan el aprendizaje.

El método acepta todas las ideas de los estudiantes hasta encontrar un producto nuevo. La innovación es un resultado del proceso creativo.

El Taller de Investigación por sus características facilita el uso de diferentes estrategias que fomentan la creatividad.

Una de las actividades se dirige hacia la obtención de un mapa conceptual de la Ciencia a partir del trabajo en grupo.

Inicialmente se lanzan varios interrogantes a ser consultados. Cada estudiante, toma los que considere de su mayor interés. En la siguiente sesión lleva los resultados, respaldados por una bibliografía.

Se pasa a una segunda fase cuando en pequeños grupos se construyen mapas conceptuales del tópico en estudio, que abarquen la mayor cantidad de términos.

En la tercera fase cada grupo diagrama los resultados de su trabajo en un papelógrafo: el resto de los grupos interpreta la configuración presentada y se va tomando nota de las preguntas o problemas de contenido que surgen en la discusión.

El trabajo tomará diferentes rumbos de acuerdo con la evolución que se este presentado en la construcción del conocimiento y en la formación del pensamiento.

Se anima a los estudiantes permanentemente y se proponen problemas que despierten alto interés, a ser solucionados por ellos mismos.



Por ejemplo en los grupos surge la necesidad de revisar a fondo cuáles son los problemas de la ciencia y la investigación en Colombia. Tema que la materia contempla en su programación.

Se presentan diferentes alternativas de trabajo: Arbol para análisis de problemas, intercambio de preguntas entre subgrupos, consulta y presentación de resultados con diferentes técnicas; foro, panel, juicio. Una que ha ofrecido excelentes resultados es el juicio, también se le denomina "Jurado 13".

En este caso el grupo se organiza para realizar un juicio, a la investigación en Colombia.

Las principales características de estas técnicas son: selección por interés, aporte cada vez más profundo por parte de los estudiantes, se aceptan todas las propuestas, buena parte del trabajo se realiza por consenso, el ambiente es de libertad y se fomenta la creatividad.

## CONCLUSIONES

La misión de la Universidad es, en última instancia, proyectar su labor a la comunidad. Si se están repitiendo moldes, esquemas, pensamientos, cuál será la riqueza que se espera aporte a una comunidad ensimismada en los mismos moldes y esquemas?

El aprendizaje se da por la vivencia, por la construcción misma del conocimiento y quien lo "construye" es el alumno en su mente.

Es así como las experiencias presentadas por los profesores de la Facultad, en este documento, reflejan esta concepción. Se observa variedad en los métodos de aprendizaje y gran riqueza en la producción por parte de los estudiantes.

De dónde se obtiene toda esta riqueza? Se ha estado dando "rienda suelta" al potencial de los estudiantes, quienes como personas, además poseen interés propio y son capaces de adaptar una temática, enfocarla y profundizar en ella.

La libertad es una condición indispensable para que se realice el proceso creativo, en un ambiente de respeto a las ideas y diferentes puntos de vista, con orientación crítica de los contenidos, donde al interior se lleva a cabo una relación Humana, el aprendizaje es mutuo y el profesor se convierte en orientador del aprendizaje.



## BIBLIOGRAFIA

1. Aldana de Conde Graciela. La Creatividad: Implicaciones Pedagógicas. Seminario Desarrollo de la Creatividad. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá 14-16 de julio de 1986.
2. Borrero Cabal Alfonso. Seminario sobre Creatividad. Mundo Univerasitario N.22. Julio a septiembre 1984. Pág.13-14.
3. Cajiao Restrepo Francisco "Creatividad y Aprendizaje " Revista del Sena . Bogotá No.9 , marzo 1984. Pág. 7-10.
4. Bono Edward. El Pensamiento Lateral, Manual de creatividad Paidos. 3ra Edición Barcelona 1993.
5. Devia Pineda Enrique, Educación para la Creatividad. Revista Universidad de Medellín No.57. Enero - marzo 1992. Pág. 8-37.
6. Heinelt Gottfried. Maestros creativos alumnos creativos. Ediciones Kapelusz. Buenos Aires 1979.
7. Ibañez Marín Ricardo. Pedagogía Universitaria de la creatividad. Madrid , España. Volumen 43 No.169-170. Julio- diciembre 1985. Pág. 455.
8. Guilford J.K. Creatividad y Educación. Editorial Paidós. Buenos Aires 1983.
9. Novak, J.D. Ayudar a los alumnos Cómo aprender a aprender. Enseñanza de las Ciencias. Volumen 9 No.3 . 1991. Pág.215-288.
10. López Pérez Ricardo, Creatividad y Educación. Una problemática conocida más bien desconocida. Revista de Educación. Santiago No. 179 , Agosto 1990. Pág. 38-44.
11. Parra Jeaneth. La Creatividad, sus fundamentos y posibilidades de desarrollo en la educación superior. Revista de la Universidad de la Salle, Bogotá. Volumen 12 No.18. Junio 1991. Pág. 101-106.
12. Ruíz López Luis Enrique. Acerca de la creatividad, elementos para el enfoque Teórico sobre una nueva ecología en el aula universitaria. Mundo Universitario Bogotá . No.22 , Julio-septiembre . Pág. 31-64.
13. Zubiría, Ramón de . "Docencia y Creatividad. Docencia. Guadalajara, volumen 13. No.3. Septiembre- diciembre 1985. Pág. 105.





**Escuela Naval de Cadetes  
"Almirante Padilla"  
ENAP**



**ACOFI**  
ASOCIACION COLOMBIANA  
DE FACULTADES DE INGENIERIA



**Corporación Un  
Tecnológica d  
CUTI**