

# El Impacto de las Reformas de la Educación Superior en la Formación de Ingenieros

# XXV

Reunión  
Nacional  
de Facultades  
de Ingeniería



## Suplemento

ACOFI-114  
MFN- 1718

Cartagena de Indias

Septiembre 21 a 23 de 2005

DE DOCUMENTACIÓN

ASOCIACIÓN COLOMBIANA  
DE FACULTADES DE INGENIERÍA -ACOFI  
Carrera 50 No. 27-70 Edificios Camilo Torres  
Bloque C Módulo 7 piso 4 Bogotá, D.C.  
Teléfonos: 57-1-2215438 - 221 9898 Fax: 221 8826  
E-mail: 104721.21@epm.net.co <http://www.acofi.edu.co>

---

#### CONSEJO DIRECTIVO

##### **Presidente**

Ing. Javier Páez Saavedra  
*Decano División de Ingenierías – Universidad del Norte - Barranquilla*

##### **Vicepresidente**

Ing. Alberto Ocampo Valencia  
*Director de Ingeniería Eléctrica –Universidad Tecnológica de Pereira*

##### **Consejeros:**

Ing. Germán Santos Granados	<i>Escuela Colombiana de Ingeniería J. Garavito</i>
Ing. Carlos Felipe Londoño A.	<i>Escuela de Ingeniería de Antioquia</i>
Ing. Luis Ildemar Bolaños A.	<i>Universidad del Cauca</i>
Ing. Francisco Javier Rebolledo M.	<i>Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá</i>
Ing. Juan Manuel Barraza B.	<i>Universidad del Valle</i>
Ing. Julio Esteban Colmenares M.	<i>Universidad Nacional de Colombia /Bogotá</i>
Ing. Jairo A. Lopera Pérez	<i>Universidad Pontificia Bolivariana /Medellín</i>

**Director Ejecutivo:** Ing. Eduardo Silva Sánchez  
*Profesor Titular Escuela Colombiana de Ingeniería*

XXV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería.  
El Impacto de las Reformas de la Educación Superior en la Formación de Ingenieros - Suplemento  
Cartagena de Indias, Septiembre 21 a 23 de 2005

ISBN: 958-680-052-0

Producción gráfica: **Opciones Gráficas Editores Ltda.**

Impreso en Bogotá - Colombia  
Noviembre 2005

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

## Presentación

La XXV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería, realizada en la ciudad de Cartagena, entre el 21 a 23 de septiembre de 2005, en cumplimiento de su objetivo principal de constituir un espacio académico para la reflexión sobre "El Impacto de las Reformas de la Educación Superior en la Formación de Ingenieros", contó con la participación de cerca de 270 representantes nacionales de las Facultades de Ingeniería, del sector gubernamental, de los gremios profesionales y personalidades de reconocida trayectoria académica y científica en el campo de la Ingeniería de países como Japón, Estados Unidos, Francia, México y España.

Con el ánimo de difundir los aportes presentados por los invitados nacionales y extranjeros, en relación con el actual modelo de formación de ingenieros, se presenta una compilación de las conferencias magistrales preparadas para el evento, las relatorías de los paneles sobre: "Debilidades y fortalezas del sistema de aseguramiento de la calidad en la formación", "Modelos y tendencias en la formación de ingenieros" y "Competencias en la educación superior: Orientaciones para la aplicación de modelos para formación de ingenieros" y el resumen de las principales intervenciones en los conversatorios sobre "Visión gremial sobre las competencias profesionales en ingeniería" y "Articulación de los niveles técnico profesional, tecnológico y de Ingeniería".

Esperamos que la difusión de estos aportes tenga incidencia positiva en el desarrollo académico de los próximos años en las facultades, escuelas y programas de Ingeniería y esperamos que este documento satisfaga las expectativas de quienes lo consulten.



Ing. Eduardo Silva Sánchez  
Director Ejecutivo

# Contenido

Presentación .....	3
<b>Instalación</b>	
Palabras del ingeniero Javier Páez Saavedra, Presidente de ACOFI .....	7
<b>Ponencias Internacionales</b>	
<b>Reforma Curricular en las Ingenierías</b> .....	15
<i>ABENGE - Asociación Brasileira de Educación en Ingeniería</i>	
<b>U.S. Engineering Education. Recent Trends and Key Issues for the Future</b> .....	27
<i>Don P. Giddens</i>	
<b>Model to Train Engineers in Japan</b> .....	33
<i>Kimihiko Hirao</i>	
<b>Las Nuevas Estrategias Pedagógicas para Adaptar las Enseñanzas Tecnológicas a la Evolución del Medio Socioeconómico</b> .....	45
<i>Manuel Tejedor</i>	
<b>El Espacio Europeo de la Educación Superior en Ingeniería</b> .....	59
<i>Pierre Padilla</i>	
<b>Articulación de los Niveles Técnico Profesional, Tecnológico y de Ingeniería</b> .....	67
<i>Rafael A. Pérez - Louis A. Martín</i>	
<b>Ponencias Nacionales</b>	
<b>El Modelo de Formación de Ingenieros en Colombia</b> .....	77
<b>Resultados de las Estrategias de Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior</b> .....	80
<i>Javier Botero Álvarez</i>	
<b>Ecaes de Ingeniería</b> .....	85
<i>José Daniel Bogoya Maldonado</i>	
<b>Visión General de las Competencias Profesionales en Ingeniería</b> .....	93
<i>SAI - Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos</i>	
<b>Algunas Experiencias en la Formación de Ingenieros</b> .....	99
<i>Gustavo Bolaños Barrera</i>	

## Paneles

Panel 1. Debilidades y Fortalezas del Sistema de Aseguramiento de la Calidad en la Formación .....	109
<i>Moderador: Germán Santos Granados - Escuela Colombiana de Ingeniería</i>	
<i>Relator: Jairo Lopera Pérez – Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín</i>	
Panel 2. Modelos y Tendencias en la Formación de Ingenieros .....	115
<i>Moderador: Gustavo Bolaños - Universidad del Valle</i>	
<i>Relator: Francisco Javier Rebolledo - Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá</i>	
Panel 3. Competencias en Educación Superior: Orientaciones para la Aplicación de Modelos para la Formación de Ingenieros .....	119
<i>Moderador: David Stephen Fernández Mc Cann - Universidad de Antioquia</i>	
<i>Relator: Juan Manuel Barraza - Universidad del Valle</i>	

## Conversatorios

Conversatorio 1. Visión Gremial sobre las Competencias Profesionales en Ingeniería .....	125
<i>Coordinador: Carlos Rodríguez Lalinde</i>	
Conversatorio 2. Articulación de los Niveles Técnico Profesional, Tecnológico y de Ingeniería .....	129
<i>Coordinador: Alberto Ocampo Valencia - Universidad Tecnológica de Pereira</i>	

## Aniversario ACOFI - 30 Años

De Fuerzas y Sentimientos .....	133
<i>Carlos Julio Cuartas. Exdirector Ejecutivo ACOFI</i>	
Lista de participantes a la XXV Reunión Nacional .....	137





# *Instalación*

**Javier Páez Saavedra**

Ingeniero Mecánico, Magíster en Administración de Empresas de la Universidad del Norte. Estudios de Diplomado en Gestión Tecnológica y Alta Gerencia en la Universidad del Norte. Profesor de pregrado en Gestión Tecnológica y en postgrado de Administración Estratégica del Mantenimiento y Confiabilidad de Equipos, TPM, Gestión Gerencial de la Calidad y Gestión Tecnológica. Experiencia en investigación como investigador y asesor especializado en Proyectos Universidad – Empresa. Estudios a través de la Dirección de Investigaciones y Proyectos de la Universidad del Norte. Consultor vinculado al Centro de Consultoría y Servicios de la Universidad del Norte.

Desde el momento de su creación hace treinta años, cuando un grupo de decanos de 22 facultades de ingeniería del país, convocados por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, y la Sociedad Colombiana de Ingenieros, suscribieron el Acta de Constitución de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, el progreso de la educación y la investigación en el campo de la ingeniería, se convirtieron en el punto de partida y la razón de ser de la naciente Asociación.

Desde ese momento, ACOFI ha hecho presencia en escenarios importantes de la educación de nuestro país y se ha venido fortaleciendo con la participación activa de más de 60 instituciones de educación superior con programas de ingeniería, en calidad de miembros institucionales, que nos congregamos hoy una vez más en la ciudad de Cartagena de Indias, patrimonio de la humanidad y símbolo de Colombia en el mundo, para llevar a cabo la XXV Reunión Nacional "El Impacto de las Reformas de la Educación Superior en la Formación de Ingenieros".

Es muy grato para mí, dirigirme a ustedes decanos, directivos, profesores, estudiantes de ingeniería y de manera especial invitados internacionales, en este acto de instalación de la XXV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. Reciban todos un cordial saludo de bienvenida.

La formación de los ingenieros se enfrenta actualmente a importantes desafíos como resultado de los cambios y reformas en los sistemas de educación superior no solo a nivel nacional sino internacional; en parte, caracterizados por las exigencias crecientes de una formación no solo pertinente y eficiente, sino también de la mas alta calidad para responder a los retos de la competitividad y productividad del mundo globalizado.

Hablar del impacto de las reformas implica trabajar el tema de las competencias genéricas del Ingeniero y decir que al respecto han surgido numerosas propuestas y documentos, en particular podemos destacar el Proyecto Tuning América Latina, la conceptualización de las competencias para la evaluación en el marco del contrato ejecutado por ACOFI-ICFES exclusivamente para las especificaciones de la prueba, no para la construcción del examen, las competencias laborales con el liderazgo del SENA, el observatorio que promueve el Ministerio de Educación Nacional y muchas otras publicaciones que se convierten en un excelente marco para la presentación de los trabajos que tendremos en esta reunión.

Por otro lado, será también espacio de trabajo en esta reunión nacional lo relacionado con los modelos mismos de formación en relación al número de créditos y duración. Existe una tendencia mundial hacia la adopción de modelo anglosajón para la formación de nuestros ingenieros, la cual es objeto de controversia y diferentes análisis. En la comunidad europea a pesar del acelerado proceso de convergencia que generó la Declaración de Bolonia, persisten dificultades en la mayoría de países miembros, al momento de definir perfiles y niveles de competencia que permitan asegurar de manera flexible un sistema de transferencias y homologaciones. En cualquier caso, es una discusión que debe ser propiamente colombiana, con un marco de realidad que nos brinda nuestra geografía, nuestra cultura, nuestra gente y nuestra realidad en infraestructura, en relación a la visión de un país con miras a proyectarse con fuerza y decisión hacia la globalización y el libre comercio.

Será también abordado en la Reunión Nacional lo referente al impacto de las estrategias de aseguramiento de la educación superior y los ciclos propedéuticos en el campo de la ingeniería, temáticas alrededor de las cuales se está construyendo el proyecto de formación de los ingenieros hacia el futuro. Bajo esta panorámica, son evidentes las razones para que el Consejo Directivo de ACOFI haya escogido como tema central para esta XXV Reunión Nacional "El Impacto de las Reformas de la Educación Superior en la Formación de Ingenieros".

La reflexión en torno a las tendencias curriculares, el aseguramiento de la calidad, los sistemas de evaluación de conocimientos y competencias, tiene hoy en día mayor trascendencia en materia de educación superior. Vale la pena recordar algunas de las temáticas que han sido objeto de reflexión como: la tendencia hacia la conformación de un área global de educación superior, la adopción en muchas regiones del mundo del modelo anglosajón de formación de profesionales con una especial incidencia en los programas de ingeniería, la acreditación de instituciones y programas, los propósitos de homologación de los títulos de ingeniero en los diferentes contextos internacionales, los acuerdos de libre comercio y su impacto en la educación, la movilidad de estudiantes y profesionales, e incluso a nivel nacional la acción gubernamental en el campo de la inspección y vigilancia de la calidad.

La importancia de estas temáticas para la construcción del proyecto de formación de nuestros ingenieros, ha favorecido la presentación de más de 100 trabajos de profesores, directivos y estudiantes de las facultades de ingeniería del país. Luego de un riguroso proceso de selección se han organizado tres salas simultáneas para la presentación de las 30 mejores propuestas. A todos los participantes, nuestro sincero agradecimiento y recordarles que la premiación se llevará a cabo en el marco de la Asamblea General que se realizará en la ciudad de Barranquilla en el mes de Febrero en las instalaciones de la Universidad del Norte, al cual están invitados todos los delegados de las instituciones miembros.

Por otra parte, cabe resaltar la participación en esta reunión de un grupo de conferencistas nacionales y extranjeros de amplia trayectoria y reconocimiento, que tendrán a su cargo sesiones plenarias de carácter magistral. Aprovecho la ocasión para agradecer la acogida a la invitación que realizó la Asociación por parte de los profesores, ingenieros, Don Giddens, Decano de Ingeniería de Georgia Tech, Georgia Institute of Technology; Louis Martin Vega y Rafael Perez, de la Universidad del Sur de la Florida; Pierre Padilla, Director de la Escuela Nacional de Ingenieros de Metz -ENIM; Kimihiko Hirao, Decano y profesor de la Escuela de Ingenieros de la Universidad de Tokio; Gustavo Bolaños de la Universidad del Valle; Manuel Tejedor de Francia; Hernando Monroy Valencia, Presidente del COPNIA; Alfonso Orduz, Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros; Julián Cardona, Presidente de ACIEM; Iván Pacheco del Ministerio de Educación Nacional; Xiomara Zarur de ASCUN y Daniel Bogoya del ICFES, quienes realizarán su participación en diferentes sesiones temáticas acerca del aseguramiento de la calidad, tendencias en la formación de los ingenieros, y muy especialmente los invitados internacionales nos darán un visión de la realidad de la formación en ingeniería en cada uno de sus contextos que nos permitan lograr unas conclusiones propias para nuestro entorno.

Considero necesario abordar dos temas que resultan importantes, en primer lugar, debo destacar el esfuerzo que realizó la Asociación en conjunto con las Universidades y más de 50 profesores para ejecutar el contrato con el ICFES que tenía como objeto la elaboración de los Marcos de Fundamentación



Conceptual y Especificaciones de Pruebas para los ECAES relacionadas con 15 denominaciones de ingeniería, el cual se entregó de manera satisfactoria. El paso siguiente consistía en la elaboración de las pruebas del 2005, para lo cual el ICFES abrió una convocatoria pública, que incluía la preparación de 1500 preguntas para las 15 denominaciones y adicionalmente el ajuste entre las preguntas aplicadas en la primera sesión del ECAES 2004 con respecto a las estructuras y especificaciones de la prueba del 2005 dentro de la estructura de pruebas vigentes, de acuerdo con el componente, la acción de competencia y el contexto referencial evaluado, considerando que dichas preguntas no podían ser modificadas. Manteniendo un espíritu de cooperación con el ICFES, Acofi estudió detenidamente los términos de referencia y solicitó alternativas de tiempo y recursos, exponiendo algunas consideraciones, especialmente la de no incluir preguntas anteriores que fueron construidas bajo otras premisas y estructuras, que no encajan dentro del modelo elaborado para este año. En este marco, la Asociación presentó una propuesta que no se ajustaba al presupuesto asignado por el ICFES pero que permitía la participación adecuada de la academia y el entrenamiento de los profesores en la construcción de preguntas bajo el enfoque de competencias, garantizando la calidad y validez de los ECAES a aplicar. Finalmente, la convocatoria fue declarada desierta y las Universidades del Valle, UIS y Córdoba son las instituciones que fueron contratadas para preparar la prueba del año 2005. La Asociación ha señalado directamente al ICFES su preocupación por la forma como se ha dirigido el proceso.

En segundo Lugar, me permito recordar que ACOFI asume la presidencia de ASIBEI en el congreso que se llevará a cabo en Morelia, México los días 5,6 y 7 de Diciembre. Sería muy importante contar con el acompañamiento de un buen grupo de académicos de Colombia en ese evento, en la medida que ello constituye un desafío importante para la Asociación en relación al liderazgo que en el tema de la educación en ingeniería debemos ejercer a nivel latinoamericano. De hecho, desde ya podemos confirmar que estaremos organizando el evento de ASIBEI en unión a la Reunión Nacional de Ingeniería en la ciudad de Cartagena los días 16 al 19 de Octubre del 2007; tendremos dos años para preparar una excelente Reunión. De igual forma, quiero resaltar que como Vicepresidente de ASIBEI estuve participando en la Conferencia SEFI 2005 denominada "Engineering education at the cross road of civilizations" llevada a cabo en Ankara, en los primeros días del mes de septiembre.

Para terminar mi intervención expreso el agradecimiento sincero de ACOFI y de todos y cada uno de los miembros de su Consejo Directivo, al Señor Viceministro de Educación Superior, Ingeniero Javier Botero Álvarez, por haber aceptado una vez más la invitación a participar como conferencista central en este acto de instalación y por todo su apoyo. A Javier, en su condición de colega y compañero de labores en la Asociación, nuestro reconocimiento por la gestión que viene desempeñando al frente de tan importante posición. Igualmente, aprovecho la ocasión para agradecer a las instituciones que han apoyado económicamente al evento Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad del Norte, Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, Universidad de Cartagena y Universidad Tecnológica de Bolívar.

Esta XXV Reunión Nacional estará acompañada de varios actos sociales y culturales que la enaltecerán. En horas de la tarde del día de hoy, en el espléndido Teatro Heredia, la Asociación tiene preparado un acto de celebración de sus 30 años, incluyendo un reconocimiento muy especial a las personas que han contribuido de manera importante al crecimiento y fortalecimiento de la Asociación en calidades de



directores ejecutivos y presidentes. Seguidamente, la noche del jueves nos brindará la oportunidad de conocer una vista de la ciudad de noche desde el interior de la bahía y a bordo de una nave que para este efecto utilizaremos. El cierre de la jornada, el día viernes incluirá una visita a la vía perimetral de la ciudad y/o una visita a la sociedad portuaria de Cartagena.

Cada uno, como miembro del Consejo Directivo de ACOFI ha contribuido significativamente al desarrollo y consolidación de la Asociación. El acto de homenaje es ante todo una expresión de gratitud y una oportunidad para reconocer que el cargo es un honor, un compromiso de trabajo y de servicio que honra a quien lo ejerce de manera eficiente y responsable.

Les doy una cordial bienvenida!

Muchas gracias.



**Ponencias**

---

**Internacionales**



*Conferencia*

*Reforma Curricular en las Ingenierías*

**ABENGE**

Asociación Brasileira de Educación en Ingeniería

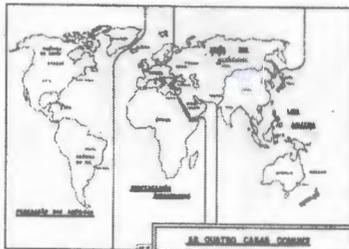


## Reforma Curricular de las Ingenierías

### ESCENARIO MUNDIAL

- La tecnología de base científica es excluyente. En consecuencia, concentra inexorablemente el poder en los niveles personal, institucional y nacional.

### Las cuatro casas comunes



### BRASIL DE 1994 → 2002

- Deuda interna → 61---→600 bi R\$  
28---→ 58 % do PIB
- Impuestos → 28---→ 36 % do PIB
- Economía en el mundo → 8° ----→ 15°
- Crecimiento del PIB → 5,9---→ 1,5%/ano
- Tasa de interés → 25%/ano



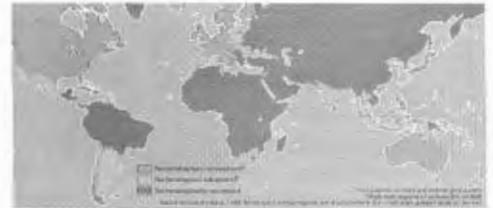
## Reforma Curricular de las Ingenierías – Córdoba -Argentina

## Educación de la Ingeniería y Directrices Curriculares en Brasil

BY WATSON, THE ECONOMIST, April 2000

### A new map of the world

Today's world is divided not by ideology but by technology. This demands, Jeffrey Sachs argues here, bold new thinking on development.



- "En el mundo actual, más vale, lo que se tiene entre las orejas que lo que se tiene debajo de los pies."

### Brasil vs Estados Unidos

	Brasil	EUA	
Territorio	8,5	9,6	mi km <sup>2</sup>
Población	174,5	280,6	mi hab.
Exp. Vida	63,2	77,4	años
Pop. Econ. Act.	79,0	141,8	mi hab
Agricultura	23,1	2,4	%
Industria	23,7	24,1	%
Servicios	53,2	73,5	%

## Brasil - Estados Unidos

	Brasil	EUA	
PIB (2002)	2,13	10,0	tr US\$
Ingreso per cap	6,5	36,3	mil US\$
Exportaciones	55,1	723,0	bi US\$
Importaciones	55,8	1.148,0	bi US\$
Org. militar	13,4	276,7	bi US\$

## Situación de la Educación de la Ingeniería en Brasil



### Cursos - Cupos - Formandos

Región	Nº de IES	Nº de Cursos	Nº de Cupos	Nº de Formandos
Norte	18	48	4.413	723
Nordeste	39	114	10.588	2.104
Sudeste	147	430	56.918	12.683
Sul	51	184	16.624	3.502
Centro-Oeste	17	47	4.634	798
Brasil	272	830	93.177	19.810

Fuente - INEP (2003)

### Porcentaje de Formandos

Número de cupos y porcentaje de formados en Brasil, por Región

Región	Nº de Cupos	Nº de Formandos	% de Formandos
Norte	4.413	723	16,4
Nordeste	10.588	2.104	19,9
Sudeste	56.918	12.683	22,3
Sul	16.624	3.502	21,1
Centro-Oeste	4.634	798	17,2
Brasil	93.177	19.810	21,3

Fuente - INEP (2003) adaptada

### Población / Cupos

Relación población brasileña por cupos y formados en Brasil en el año 2002

Región	Población x 100.000	Nº de Formandos (2002)	Nº Formandos/ Población	Cupos por 100.000 hab
Norte	128,9	723	5,6	34,23
Nordeste	476,9	2.104	4,4	22,2
Sudeste	722,9	12.683	17,5	78,73
Sul	250,8	3.502	13,96	66,2
Centro-Oeste	116,1	798	6,8	39,9
Brasil	1695,9	19.810	11,68	54,9

### Distribución de cursos de Ingeniería



Distribución de cursos de ingeniería en Brasil, por Región

### Educación en postgrados



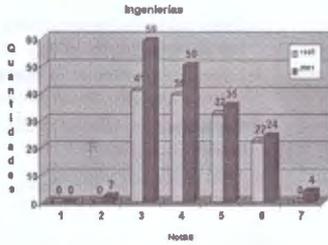
- Fortalecimiento.
- Evaluación.
- Capacidad de formar maestros y doctores.
- Investigación de punta.
- Otras necesidades.

### Pregrados y Postgrados en Ingeniería

- **Estudiantes de pregrado**
- Brasil 7/ 100 titulados
- Coréa 22/100 titulados
- **Magisters**
- Brasil 12/100.000 hab
- EUA 160/100.000 hab
- **Doctores**
- Brasil 4/ 100.000 hab
- Alemanha 30/100.000



## Postgrados



## Nuevos Rumbos en Ingeniería

- Cambio de visión sobre la educación a mediados de la década del 90.
- Programa de N.S.F. - (EUA).
- Programa PRODENGE - (1996).
- REENGE y RECOPE.
- Directrices curriculares.
- PAEPE / PROMOVE – Inicio en 2002.

## Educación y Realidad

- Contacto con los problemas reales.
- Análisis y actitudes para el trabajo en equipo.



## PRINCIPIOS

- Incentivar una sólida formación general.
- Liberación de la educación en ingeniería
  - Composición de la carga horaria.
  - Unidades de estudio.

## Maestrías y Doctorados Reconocidos

	Situación Actual		
	Maestría	Doctorado	Profesionalizante
Ciencias Agrarias	193	111	1
Ciencias Biológicas	165	123	5
Ciencias de Salud	325	226	25
Ciencias Exactas y da Terra	193	121	8
Ciencias Humanas	257	129	6
Ciencias Sociales Aplicadas	186	71	23
Ingenierías	190	103	20
Lingüística, Letras y Artes	97	57	1
Otras	87	27	20
	1693	971	109

## Educación



- Planeamiento.
- Proyecto.
- Construcción.
- Operación.
- Sostenimiento.
- Administración.

## HISTÓRICO Directrices Curriculares

- Propuesta de la Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, CONFEA, CREA, I.Es. para DIRECTRICES CURRICULARES.
- SESu/MEC
- Dirigida al MEC el 31 de marzo de 1999.
- Aprobada por el CNE el 11 de Marzo de 2002.

## Directrices Curriculares Nacionales de los Cursos de Ingeniería



- IES de Brasil
- Organización Curricular
- DCN – principios, Fundamentos, Condiciones e Procedimientos de FORMACIÓN DEL INGENIERO

## Directrices Curriculares



- Objetivo – Dotar a los Ingenieros con **COMPETENCIAS y HABILIDADES**.

## COMPETENCIA



- Aplicar conocimientos **MATEMÁTICOS, CIENTÍFICOS, TECNOLÓGICOS e INSTRUMENTALES EN INGENIERÍA**
- Planear y dirigir experimentos e interpretar resultados.

## Competencias e Habilidades

- Permanente búsqueda de actualización profesional.
- Concebir, planear y analizar sistemas, productos y procesos.
- Identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería.



## Actividades Complementarias

- Iniciación Científica
- Proyectos Multidisciplinarios
- Visitas (Inspecciones) Teóricas
- Trabajos en equipo
- Monitoría



## Directrices Curriculares



- Desarrollar y utilizar nuevas herramientas y técnicas.
- Supervisar y evaluar la operación y sostenimiento de los sistemas.
- Comunicación **ORAL, ESCRITA y GRÁFICA**.
- Interacción en equipos multidisciplinarios.

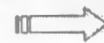
## Competencias y Habilidades

- Comportamiento Ético y Responsabilidades Profesionales.
- Evaluar los impactos de la acción sobre el **MEDIO AMBIENTE**.
- Evaluar la viabilidad **ECONÓMICA** de los proyectos de Ingeniería.



## Cursos

Proyecto Pedagógico como el conjunto de actividades a ser desarrolladas garantizará el **PERFIL** deseado



Reducir el tiempo en la **SALA de CLASES**



Trabajos individuales y en equipo

## Todo curso de Ingeniería debe tener en el currículo:

- Núcleo de contenidos básicos.
- Núcleo de contenidos especializados.
- núcleo de contenidos específicos que caracterizan la modalidad.



**Núcleo de Contenidos Básicos**  
(30% de la carga horaria mínima)

- Metodología Científica y Tecnológica
- Comunicación e Expresión
- Ciencia e Tecnología de los Materiales
- Humanidades, Ciencias Sociales y Ciudadanía.



**Núcleo de Contenidos Básicos**

- Física
- Matemática
- Química
- Administración
- Economía
- Informática



**Núcleo de Contenidos Especializados**  
(15% de la carga mínima)

- Algoritmos y Estructuras de Datos
- Bioquímica
- Ciencia de los Materiales
- Física Química



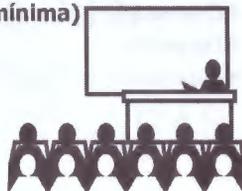
**Núcleo de Contenidos Especializados**  
(15% de la carga mínima)

- Ingeniería de Producto
- Hidráulica, Hidrología aplicada y Saneamiento Básico
- Máquinas de Flujo
- Métodos Numéricos



**Núcleo de Contenidos Especializados**  
(15% de la carga mínima)

- Operaciones Unitarias
- Calidad
- Química Orgánica
- Sistemas de Información
- Tecnología Mecánica
- Transporte y Logística



**Núcleo de Contenidos Específicos**  
(55% de CH mín)

- Extensión y profundización de los contenidos especializados.
- Contenidos destinados a formar modalidades.
- Propuestos por el IES.



**La Formación del Ingeniero incluye:**

Fases Curriculares Obligatorias



Supervisión de la Institución



Reportes Técnicos



**Formación del Ingeniero**

- Carga horaria de la fase deberá alcanzar 160 horas.
- Es obligatorio el trabajo final del curso.





- Cada institución puede tener flexibilidad para organizar sus currículos.



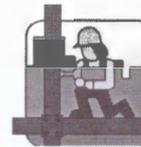
#### ***Duración de los cursos***

- Mínima de 4 años.
- Carga horaria mínima de 3000 horas ?????
- Menos fases y actividades complementarias.



#### ***CONTENIDOS ESPECÍFICOS***

- Establecidos por las I.Es.
- Garantizar competencias, habilidades y actitudes.



#### ***FASES***

- Curriculares o extracurriculares.
- Tiempo parcial o integral.
- Duración 160 horas
- Supervisión obligatoria de la I.E.



#### ***FASE***

- Metodología establecida por el proyecto pedagógico.

#### ***FASE SUPERVISADA***

- Empresas y trabajo.
- Orientación.
- Desarrollo.
- Presentación y defensa.



#### ***INTEGRACIÓN FUNDAMENTAL***

- Experiencia de los alumnos.
- Experiencia de los profesores.
- Posibilidades de trabajo.
- Crecimiento científico.
- Crecimiento tecnológico.
- Crecimiento humano.

#### ***ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS***



- Iniciación científica.
- Proyectos.
- Monitoría.
- Visitas técnicas.
- Eventos.
- Empresa JÚNIOR.

### RECONOCIMIENTO DE LAS HABILIDADES



- Organización de los currículos.
- Aprovechamiento de las competencias y las habilidades adquiridas fuera del curso.
- Evaluación.

### ESTRUCTURA CURRICULAR



- Organización en secuencia lógica.
- Serial, créditos, módulos o híbridos.
- El agrupamiento en áreas puede ser utilizado en cursos secuenciales.

ABENGE - Associação Brasileira de Ensino de Engenharia

## ACCIONES A SER DESARROLLADAS

### QUERER ESTAR



### ASPECTOS PEDAGÓGICOS



- ESTRUCTURA: Tiempo para la consolidación de los conocimientos, incentivo de las actividades complementarias.

### RELACIONES



- Intercambios de estudiantes: nacionales e internacionales.
- Evaluación de curso de origen.
- Evaluación del alumno por la I.E. de destino.

### Palabras - clave

- Tecnología
- Calidad
- Educación



Interacción e Interrelaciones entre los agentes

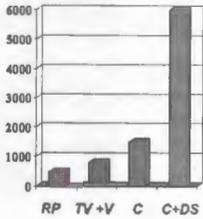
Querer  $\longleftrightarrow$  Voluntad conseguirlo

### DESAFIOS

Vocación  
Salarios  
Formación  
Estímulos

Motivación  
Carrera  
Estilo  
Compromiso

## COSTO DE EQUIPOS



RP- Retroproyector  
 TV + V - Televisión + video  
 C - Computador  
 C+DS - Computador + Datashow

## USO DEL COMPUTADOR



- Disponibilidad.
- Equipos.
- Ambientes compatibles.
- Programas.
- Recursos humanos.

## USO DEL COMPUTADOR

- Integración de los alumnos del curso.
- Trabajo en equipo.



## TEXAS A&M UNIVERSITY



## UTILIZACIÓN DE VIDEOS

- Desarrollo.
- Profesor
- Alumnos – Trabajo en equipo.



## POSICIONES



## ESTILOS DE APRENDIZAJE

- ACTIVO/ REFLEXIVO
- VISUAL/ VERBAL
- SENSORIAL/ INTUITIVO
- SECUENCIAL/ GLOBAL

## FORMACIÓN DEL PROFESOR



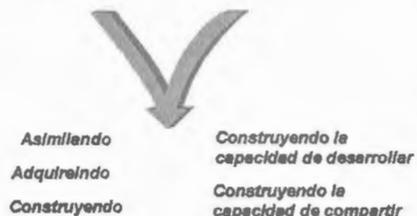
- Importancia de la educación formal.
- Motivación.
- Educación continua.

## GLOBALIZACIÓN



- Velocidad del conocimiento.
- Magnitud de las informaciones.
- Integración.

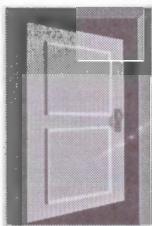
## CONOCIMIENTO



## NUEVAS EXPERIENCIAS

### UNIVERSIDADE ABERTA DA CATALÚNIA

- Alumnos estudian a través del computador.
- El contacto con el alumno es de dos veces al semestre.



## TRABAJO EN EQUIPO

- Educación ACTIVA/COOPERATIVA
- Código de Cooperación



## CÓDIGO DE COOPERACIÓN

- Cada miembro es responsable por el progreso y avance del equipo.
- Actitud de oyente activo.
- Escuchar y mostrar respeto en la participación de los otros.
- Ser breve y objetivo.

## ACCIONES A SER ACOMETIDAS

- Simulación.
- Juegos de empresas.
- Aprendiendo a hacer.
- Educación activa - Cooperativa - Ex. Ciclo de aprendizaje de KOLB.

## INFORMACIÓN:

- ABENGE
- [www.abenge.org.br](http://www.abenge.org.br)
- [www.cobenge2005.cct.ufcg.edu.br](http://www.cobenge2005.cct.ufcg.edu.br)



## *Conferencia*

# *Recent Trends and Key Issues for the Future*



### **Don P. Giddens**

Decano Escuela de Ingeniería, Georgia Institute of Technology. Georgia Tech, Atlanta (USA)

Es uno de los principales pioneros de la ingeniería biomédica en Estados Unidos. También ha realizado grandes contribuciones al programa aeroespacial del Georgia Tech Institute.

Ha estado vinculado con Georgia Tech's por más de 30 años, se destaca por haber desarrollado el programa de bioingeniería, realizando su investigación y comercialización. Es por su esfuerzo que tal programa es reconocido en el resto de Estado Unidos tanto así que en el 2001, las noticias en Estados Unidos y un informe mundial lo posicionaron como el sexto programa de más aceptación en todo el país.

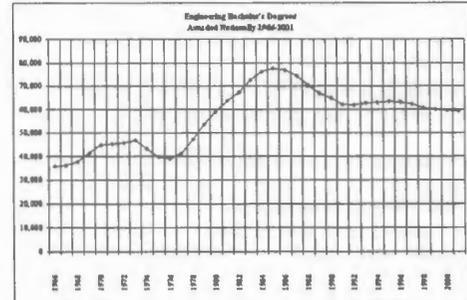
# U.S. ENGINEERING EDUCATION

## Recent Trends and Key Issues for the Future

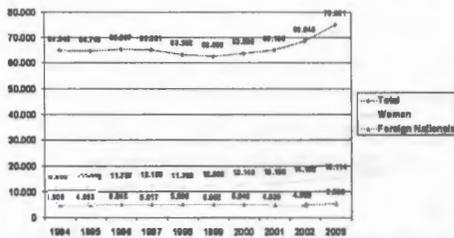
Don P. Giddens  
Georgia Institute of Technology  
Atlanta, GA

XXV National Meeting - ACOFI  
September 21- 23, 2005

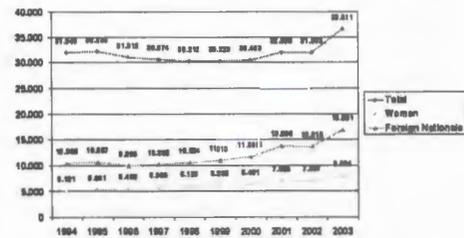
## Bachelor's Degree Trends in Engineering United States



## B.S. Degrees in Engineering



## M.S. Degrees in Engineering



## Ph.D. Degrees in Engineering

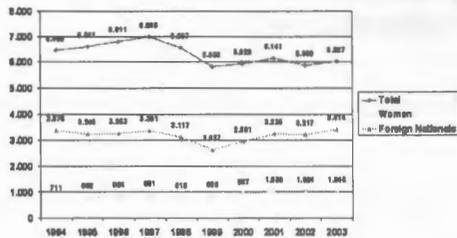
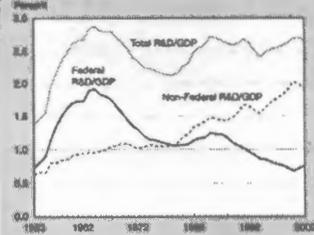


Figure 4-5  
R&D share of GDP: 1983-2002



GDP: gross domestic product  
SOURCE: National Science Foundation, Division of Science Resources Statistics, National Patterns of R&D Resources, annual series. See appendix tables 4-1 and 4-3.  
Science & Engineering Indicators - 2004

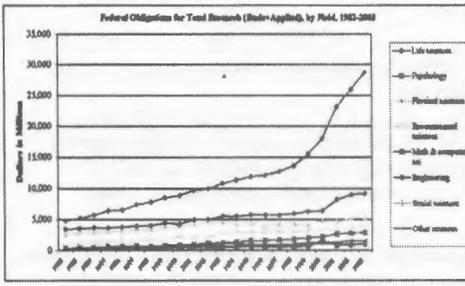


FIGURE 1 Federal funding for basic and applied research in all fields, 1982-2003. Source: NSF, 2003, 2004a.

## TRENDS IN RESEARCH AND FUNDING

- **FEDERAL FUNDING**
  - NIH STILL INCREASING, BUT AT MUCH LESS RATE
  - NSF, NASA, DOD DECREASING IN REAL \$\$
- **INDUSTRY FUNDING**
  - DEPENDS ON SECTORS
  - MOVEMENT OF R&D OFFSHORE
- **TRANS-NATIONAL RESEARCH**
  - INKREA: SING EMPHASIS, ESPECIALLY AT NIH
- **EMPHASIS ON INNOVATION AND ENTREPRENEURSHIP**

## TRENDS (cont'd)

- **LARGE, MULTI-INVESTIGATOR FEDERAL GRANTS**
  - ERC, STC, SLC, BRP, NANO-CENTERS
- **RESEARCH PRIORITIES SPECIFIED**
- **"HOT" AREAS EMPHASIZED**
  - USUALLY INTERDISCIPLINARY
  - BIO, NANO, ENERGY GETTING ATTENTION

## EXTERNAL INFLUENCES ON ENGINEERING EDUCATION (ca. 1995)

- Rapid pace of change, largely driven by technology
- Obsession with short term results
- Globalization
- Explosion of information technology
- Shifting U.S. national priorities (e.g., Defense to Health)
- U.S.-based industry moving from manufacturing to services
- Disparity in wealth (both in U.S. and globally)
- Stresses on environment
- Diversity of U.S. population

## EXTERNAL INFLUENCES – Since 1995

- Explosion in biology (molecular, genomics)
- Services, R&D moving offshore
- Another shift in national priorities (e.g., homeland security; back to defense)
- Public image of technology in U.S.
- Political, health, environmental and economic issues in the "Developing World"
- "IT'S THE ECONOMY, STUPID" – decline in U.S. ability to innovate

## KEY OPPORTUNITIES FOR U.S. ENGINEERING EDUCATION

- Bio-Z
- Bridging the nano-micro-macro worlds
- Energy
- Environment
- Infrastructure
- Security
- Technology in the Third World
- SYSTEMS!!!!

## Engineering-Specific Trends Identified by Corporate Respondents to a GT Survey:

### Integration of Engineering and Business/Social Sciences Curricula

- Need for engineers to have a knowledge base of business and social sciences. Specific examples varied, including the ability of engineers to:
  - Measure the return on investment from new innovations;
  - Understand barriers to new technology that may be posed by the regulatory environment;
  - Provide stronger project management;
  - Envision future innovative opportunities with regard to strategic business/consumer directions (i.e., wireless);
  - Adapt from a manufacturing to a high-tech service environment; and
  - Understand societal issues related to biomedicine/technology, nanotechnology.

## Engineering-Specific Trends Identified by Corporate Respondents (cont'd):

### Diversification/Globalization of Engineering Students

- **Global economy** has increased corporate needs for deploying and collaborating with a diverse group of engineers in various international markets, particularly in Asia.
- **Rate of US minorities** entering the workplace should increase, both in terms of gender and race.

## ASSESSMENT

### What have we done well?

- rigorous base in math and science, strong engineering content
- faculty quality
- emphasis on research and creativity
- effective use of reward structure
- accessible education for many

### What have we done not so well?

- integration of knowledge
- interaction with industry
- communication skills
- preparation for global marketplace
- diversity
- efficiency (excessive bureaucracy)
- communicated the excitement of engineering

## USEFUL AXIOMS

- Axiom 1. Engineers serve society
- Axiom 2. Fundamentals are fundamental
- Axiom 3. Education and training are not synonymous

## USEFUL AXIOMS (continued)

Axiom 4. There are different “characteristic times” for different processes

$$t_c(\text{education}) > t_c(\text{training})$$
$$t_c(\Delta \text{ education}) > t_c(\Delta \text{ training}) > t_c(\Delta \text{ technology})$$
$$t_c(\text{education}) > t_c(\text{politics}) > t_c(\text{industry}) > t_c(\text{Wall Street})$$

## USEFUL AXIOMS (continued)

- Axiom 5. “Passive Learning” is an oxymoron
- Axiom 6. Math/science departments will not take the lead in undergraduate engineering education reform
- Axiom 7. The public's view of education is “important, but not urgent”

## THEOREMS

- Theorem 1. Engineering schools must take the initiative in education reform.
- Theorem 2. Industry will give us a lot of advice, but really won't (can't) do very much else.



### THEOREMS (continued)

**Theorem 3.** By changing the reward structure for faculty, the characteristic time for effecting improvements in education can be reduced considerably.

**Theorem 4.** Partnerships with learning scientists and other educators lead to better teaching and learning.

### THEOREMS (continued)

**Theorem 5.** Integrating research and design throughout the engineering curriculum improves motivation and learning.

**Corollary:** The best curriculum designs are from teams of faculty and stakeholders.

### THEOREMS (continued)

**Theorem 6.** Concern for health and the environment requires that engineering education alter its content – modern biology is now a requirement.

**Theorem 7.** U.S. universities no longer have a monopoly on higher education. We have to compete internationally and with the private sector.

### "THE ENGINEER OF 2020 Visions of Engineering in the New Century"

The National Academies Press (2004, 2005)

- Technological Context of Engineering Practice
- Technological Challenges
- Societal, Global and Professional Contexts
- Aspirations for the Engineer of 2020
- Attributes of Engineers in 2020

### U.S. Health Care Facts

- \$57,000/second; \$1.779 Trillion
- 15.4% of GDP
- 7.2% projected annual growth rate
- 31% of health care costs are administrative
- \$12B - wasted in logistics per year
- 45M - uninsured 14% pop; +15M since 1989
- >35% - elderly consume (13% of pop)
- ~80% - chronic diseases
- 25% - health \$ linked to risky behaviors





*Conferencia*

*Model to Train Engineers in Japan*



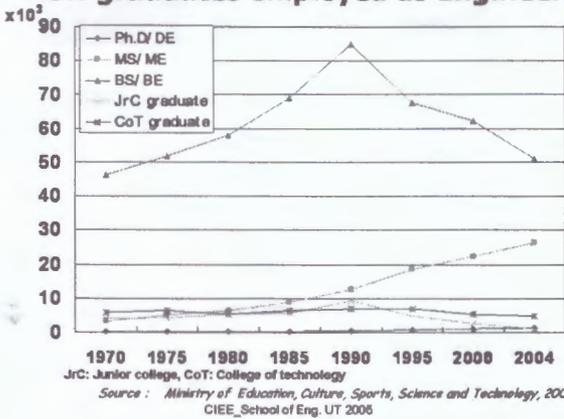
## **Kimihiko Hirao**

Decano de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Tokio, Japón.

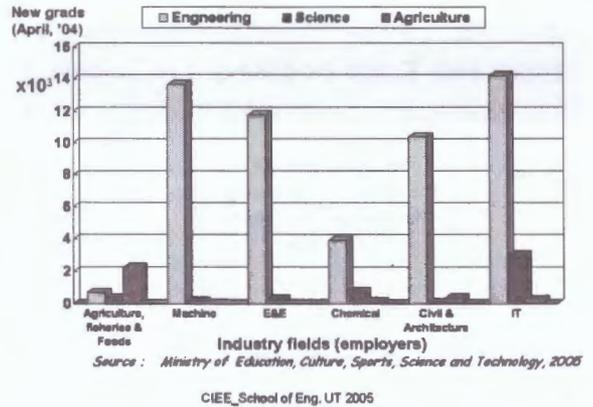
Es ingeniero químico, Magíster en ingeniería química y Doctor en ingeniería química de la Universidad de Kyoto. Miembro de la Sociedad Química de Japón. Autor de múltiples publicaciones y de más de 280 artículos sobre Química teórica y Física.

Ha realizado importantes contribuciones al desarrollo de La Teoría Molecular Relativista, UTChem, Multireference Møller-Plesset Theory y New DFT Functionals.

## New graduates employed as Engineers



## Disciplines vs. industry fields



## The University of Tokyo

Established in 1877, UT is the oldest university in Japan. As a representative of Japan, it has greatly contributed to the development of the modern Japanese state.

## University of Tokyo

Established in 1877, UT is the oldest university in Japan. As a representative of Japan, it has greatly contributed to the development of the modern Japanese state. Arguably UT is the best university in Japan.



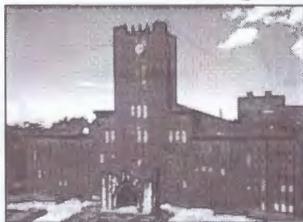
Red Gate



Tsukagawa trees

## University of Tokyo

- 10 Faculties
- 14 Graduate Schools
- 12 Research Institutes



Yasuda kodo (Auditorium)

7,600 Staffs  
 2,800 Faculty Members  
 1,300 Research Associates  
 3,400 Administrative Personnel

28,000 Students  
 15,000 Undergraduate Students  
 12,000 Graduate Students

## Academic Pursuits of UT

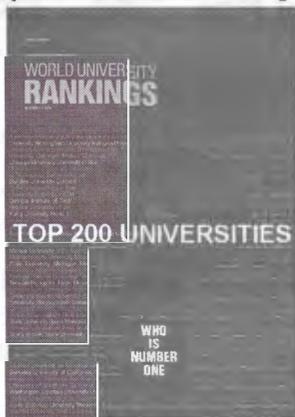
The goal of UT, based on academic freedom, lie in the pursuit of truth, creation of knowledge, and maintaining as well as developing the highest level of education and research in the world.

UT will open its doors to everyone with suitable qualifications and aptitude for learning.

To meet global demands, UT is transforming itself and undergoing necessary reforms by contributing to the exchange, creation and development of academic pursuits and knowledge in the world.

In particular, UT will strive to strengthen its links with universities in Asian-Pacific region.





CIEE\_School of Eng. UT 2005

UT trails the world's top universities

**THE WORLD'S TOP 200 UNIVERSITIES**

Criteria: Peer Review, Int'l Faculty, Int'l Student, Int'l Research, Int'l Income

Rank	University	Country	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	Harvard University	US	643	17	17	50	243	1000	
3	Massachusetts Institute of Technology	US	454	13	13	26	221	183	
4	Stanford University	US	388	38	31	74	209	208	
5	Oxford University	UK	350	57	58	30	45	731.5	
6	Cambridge University	UK	341	65	59	31	48	759.4	
7	Stanford University	US	420	9	13	28	197	688.0	
8	Yale University	US	344	34	32	39	23	488.4	
9	Princeton University	US	395	15	15	10	153	597.5	
10	ETH Zurich	Switzerland	190	32	30	4	200	589.7	
11	London School of Economics	UK	287	79	100	27	6	484.4	
12	University of Tokyo	Japan	371	3	3	30	60	482	
14	McGill University	Canada	287	20	16	66	37	248.7	
15	University of Texas at Austin	US	188	9	8	5	202	421.6	

Source: The Times Higher Education Supplement  
CIEE\_School of Eng. UT 2005

Good News

UT is highly regarded by the academic peers

PEER RANK	UNIVERSITY RANK	UNIVERSITY	COUNTRY	PEER REVIEW SCORE
	Max score			1000
1	2	University of California, Berkeley	US	828
2	1	Harvard University	US	643
3	3	Oxford University	UK	590
4	6	Cambridge University	UK	541
5	3	Massachusetts Institute of Technology	US	488
6	7	Stanford University	US	420
7	12	University of Tokyo	Japan	371
8	9	Princeton University	US	353
9	8	Yale University	US	347
10	17	Beijing University	China	322

Source: The Times Higher Education Supplement  
CIEE\_School of Eng. UT 2005

Bad News

UT scores low in the international measures

INT'L STUDENTS SCORE -- UT's Score is 3/100

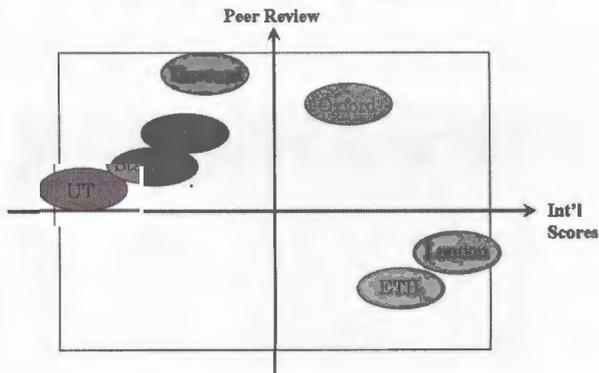
More than 2 million undergraduates now study outside their own country worldwide, and this number is growing at about 20 percent a year. A university's ability to attract them is one measure of its ambition...

INT'L FACULTY SCORE -- UT's Score is 3/100

Equally important is its ability to bring in the best academics from around the world...

CIEE\_School of Eng. UT 2005

Peer Review vs. Int'l Scores



CIEE\_School of Eng. UT 2005

Globalization is given high priority at UT

Harvard, Stanford, Cambridge, Oxford, ... these universities are the world's top ranked universities according to various surveys...

A commonality among the world's top schools is globalization. It means the globalization of human resources and promotion of interdisciplinary educations and researches...

Globalization of a university is not only required but also inevitable in the intellectual society.

CIEE\_School of Eng. UT 2005

## UT enrolment (1-May-'05)

10 Faculties  
15 Graduate Schools  
11 Research Institutes  
21 Shared facilities



Yasuda kodo (Auditorium)

7,500 Staff  
2,800 Faculty members  
1,300 Research associates  
3,400 Administrative personnel

28,800 Students  
14,900 Undergraduate students  
13,900 Graduate students

## UT Action Plan 2005 - 2008

I Education	教育
II Research	研究
III Global activities	国際的活動
IV University management	組織運営
V Finance	財務
VI Infrastructure	キャンパス環境
VII Social relations	情報発信と社会連携

## I Education

- World top education
- People of talent with knowledge and capabilities of understanding the essence, other people, as well as spirit of taking the lead
- Global citizen with culture of 21st century and refinement

- Strengthen liberal arts education
- Structure the knowledge and create new area-fusing education systems
- Develop coalition education
- "Human education" and enriched university life
- Promote advanced professional as well as recurrent education
- Top students from all over the World for the top leading UT

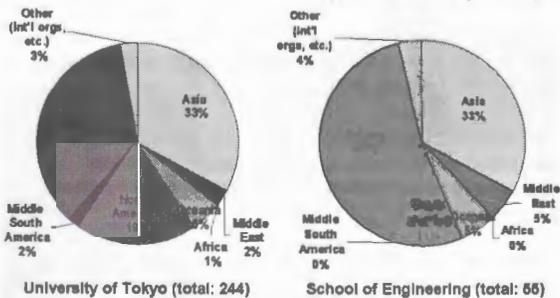
## Exchange of researchers

(1 April, 2004 - 30 May, 2005)

	Dispatched	Accepted	Total
Asia	2403	1035	3438
Middle East	54	37	91
Africa	46	16	62
Oceania	227	42	269
North America	2423	476	2901
Middle South America	110	32	142
(Columbia)	(5)	(4)	(9)
Europe	2475	688	3173
Other	35	2	37
Sum total	7773	2340	10113

## Academic exchange agreements

(as of 30 April, 2005)



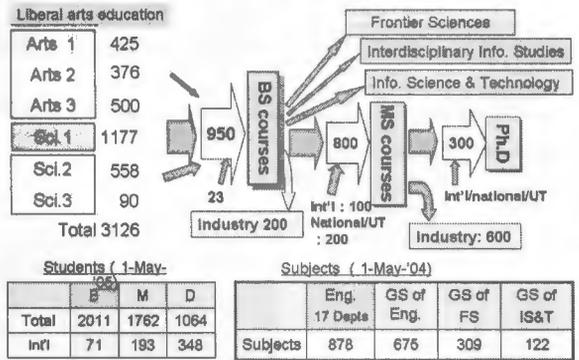
## The School of Engineering

# Innovation of education

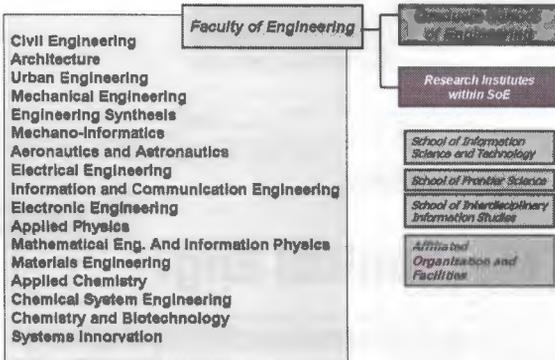
## "Late specialization"

- ▶ Liberal arts education (1.5 years) for the new era:
  - ▶ Well linked with specialty programs and further graduate programs
- ▶ Engineering and science education:
  - ▶ Structure specialty knowledge and curriculum
  - ▶ Foster leadership in the global scene

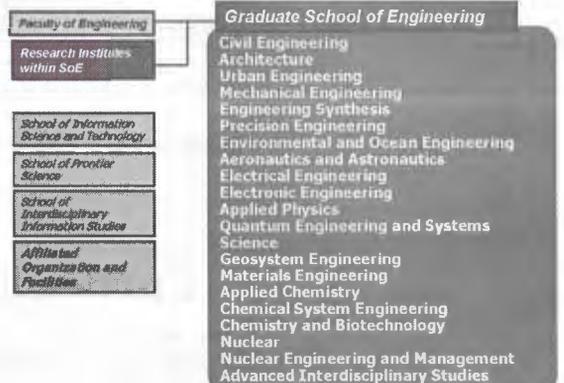
# School of Engineering



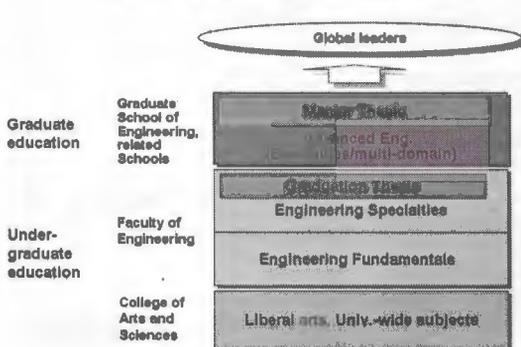
# Departments in the Faculty of Engineering



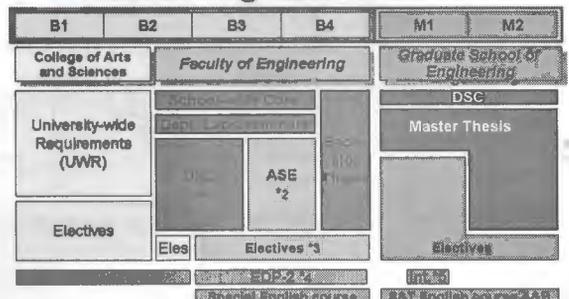
# Graduate School of Eng. and related orgs



# Layer structure of curricula



# School of Eng. course curricula



\*1 DSC: Department-Specific Core \*2 ASE: Area-Specific Elective  
 \*3: Includes internship (summer) \*4 EDP: Experimental Design Project (laboratory) courses  
 \*5 Internship (mainly summer in Japan and overseas)



# Curriculum – Architecture

Yellow: Required, Blue: Restrictive Elective, White: Elective

Year / Term	2nd yr - Winter	3rd yr - Summer	3rd yr - Winter	4th yr - Summer	4th yr - Winter	
School of Engineering Core	Mathematics I	Mathematics II	Mathematics III		Vocational Guidance	
			Mathematical Method III			
Department- / Course-Specific Core	Structural Analysis I	Structural Analysis II				
	Architectural Designing I					
	Environmental Engineering					
	Building Constructions etc.					
Department- / Course-Specific Electives		Design Basics I	Design Basics II	Design Basics III	Design Basics IV	
		History of Western Arch.	History of Japanese Arch.	History of Modern Arch.		
		Loads on Structures	Analysis of Build. Structure	Architectural Design		
		Applied Elasticity for Builds	Applied Plasticity for Buildings	Mech. Equip. for Builds I		
		Building Materials Science	Buildy Materials Planning	Mech. Equip. for Builds II		
		Build. Construction Planning	Thermal Environment in Buildings	Foundation Engineering		
		Arch. Designing Principles 2	Air & Water Environ. in Builds	Welding Engineering		
		etc.	etc.	Steel Structures		
			Principles of Arch. Designing 3	Advanced Urban Planning & Eng.		
			etc.	etc.		
	(Free Electives)	(Free Electives)	(Free Electives)	(Free Electives)	(Free Electives)	
Practices, theses, etc.	Seminars, Exercises	Architecture & Building Eng.	Building Materials	Building Structures	Steel Structures	
		Mathematics and Mechanics		Mechanical Equipment & Environmental Eng. of Builds	Reinforced Concrete Design Building Environment plan	
	Design, Theses	Architectural Design 1	Architectural Design 2	Architectural Design 3	Architectural Design 4	Graduation Defense
						Graduation Design of Architecture
						Graduation Thesis, Architecture

CIEE\_School of Eng. UT 2005

34

# Curriculum – Mechanical Eng.

Yellow: Required (\* Dept-dependent), Blue: Restrictive Elective for Mechanical Eng. Dept. Group, White: other Elective

Year / Term	2nd yr - Winter	3rd yr - Summer	3rd - Winter	4th - Summer	4th - Winter	
School of Engineering Core	Mathematics I	Mathematics II	Outline of Mech. Eng. II		Mathematics III	
				Engineers Ethics *	Mathematical Method III	
Department- / Course-Specific Core	Field Mechanics I	Field Mechanics 2			Investment Eng.	
	Thermal Engineering I	Thermal Engineering 2				
	Strength of Materials I	Strength of Materials 2				
	Mechanics I	Mechanics 2				
	etc.	etc.				
Department- / Course-Specific Electives	Design, Industry and Environment Course	Applied Mech. Eng.	Biomechanical Engineering	Bio-System Engineering		
			Applied Molecular Science 1	Applied Molecular Science 2		
			Environmental Energy Systems	Combustion eng. and envirt.		
			etc.	etc.		
			Creative Design	Design Information Eng.	Quantum & Life Science	
				Survey of Critical Industry	Technology and Management	
				etc.	etc.	
			Robotics & Micro-machine	Control System Design	Microrobots	
				Intelligent Machine Arch. 1	Intelligent Machine Arch. 2	
				Robotics	etc.	
etc.	etc.					
Intelligence & Human	Human Informatic	Neurons and Brain				
	Pattern Informatics	Special Lectures on Software				
	Software 3	etc.				
	(Free Electives)	(Free Electives)	(Free Electives)	(Free Electives)	(Free Electives)	
Practices, Labs, Exercises, theses, etc.	Mathematics and Mechanics	Simulation S/W Hands-on	S/W Design & Prog.: Hands-on			
	Mechanical Design Lab. 1	Mechanical Design Lab. 2	Creative Design Exercises 1 *			
		Mechanical Engineering Lab.	Creative Design Exercises 2 *			
		Industrial Practices *	Mechanics Design for Mechano-Informatics *			
			CAE Lab, Mechano-informatics *			
		Mechanic of Eng. Seminar		Graduation Thesis	Graduation Thesis	

CIEE\_School of Eng. UT 2005

35

# Curriculum – EEIC Eng.

EEIC: Electrical, Electronic, and Information & Communication

Yellow: Required, Blue: Restrictive Elective for EEIC, White: other Elective

Year - Term	2nd yr - Winter	3rd yr - Summer	3rd - Winter	4th - Summer	4th - Winter
School of Engineering Core	Mathematics I	Mathematics II	Mathematics III		
	Mathematical Method I		Mathematical Method III		
	Intro. to Life-science	Patent Regulation	Investment Engineering		
Department-/ Course-Specific Core		Engineering Ethics	Intro. to Cerebral Science		
	Electricity and Magnetism	Control Engineering I	Elect. Machinery & Apparatus		
	Theory of Electric Circuits 1	Essentials of Electronic Circuits	Theory of Electric Circuits 2		
	Electrical Energy Eng.	Fundamentals of Signal Analysis	Computer Networks		
	Intro. to Electronic Devices	Semiconductor Device Eng.			
Computer Programming	Computer Software				
	etc.	etc.			
Department-/ Course-Specific Electives		Energy & Global Course	Power Systems Eng. 1	Power Systems Eng. 2	
			Ionized Gas Physics and Eng.	Applied Electrical Engineering	
			Control Engineering 2	Plasma Science and Technology	
			etc.	etc.	
		Nano-physics, Information & Electronics Course	Wave Optics & Optoelectronics	Advanced Quantum Mechanics	
			Solid State Physics 1	Solid State Physics 2	
			Fundamentals of VLSI Tech.	VLSI Design	
			etc.	etc.	
		Information & Media Course	Signal Processing	Information Theory	
			Information and Communi. Eng.	Information System Eng.	
	Introduction to Systems Eng.		Media Technology		
		etc.	etc.		
	(Free Electives)	(Free Electives)	(Free Electives)	(Free Electives)	(Free Electives)
Practices, Labs, Exercises, thesis, etc.	Exercises in Mathematics			Special Lecture 1	Special Lecture 2
		Experiments, EEIC Eng. 1	Experiments, EEIC Eng. 2	Internship (for each Dept.)	
				Design & Drawing (each Dept.)	
			Exercises (for each Dept.)	Thesis (for each Dept.)	

CIEE\_School of Eng. UT 2005

36

## 21st century COE Programs in School of Engineering

COE: Center of Excellence selected under the criteria set by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Government of Japan

Category	Program title	Leader
Chemistry, material sciences	Human-Friendly Materials based on Chemistry	HIRAO, Kimihiko
Information sciences, electrical and electronic engineering	Information Science and Technology Strategic Core	TAKECHI, Masato
	Electrical Engineering and Electronics for the Active and Creative World	HOTATE, Kazuo
Mathematics, physics, earth sciences	Applied physics of strong correlation	TOKURA, Yoshinori
Mechanical, civil, architectural and other fields of engineering	Mechanical Systems Innovation	KASAGI, Nobuhide
	Center for Sustainable Urban Regeneration	OHGAKI, Shinichiro
Total no. of UT	28 programs selected	

<http://www.u-tokyo.ac.jp/coe/>

CIEE\_School of Eng. UT 2005

37



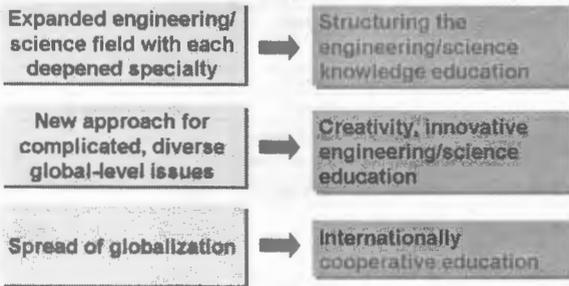
## Principle and background

SOE graduates: Engineers, researchers and managers with internationally minded leadership in the technology & science fields which are getting more and more advanced, interdisciplinary and diversified

- ▶ Engineering/science field expanded while each specialty field deepened:
  - engineering knowledge rapidly expanding
- ▶ Complicated, diverse global-level issues emerging:
  - demanding interdisciplinary/discipline-fusing approaches
- ▶ Globalization in progress:
  - forcing global competition and cooperation

## Innovating the engineering/science education

## To solve the recognized issues



## Center for Innovation in Engineering Education



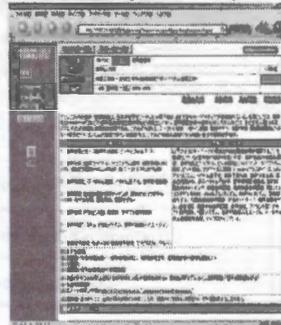
- ▶ Inaugurated on 1 April, 2005
- ▶ Integrated two existing functions:
  - ▶ Education Systems Project (since January, 2002)
  - ▶ Global Ware Project (GWP, since October, 2002)
- ▶ The two functions will collaborate further to add value to on-going innovation in engineering education
  - ▶ **Advancing the Structuring of Engineering Knowledge**
    - 1) Education on the structuring of engineering knowledge
    - 2) Innovation In Engineering Education
  - ▶ **Education for International Collaboration**
    - 1) Education for International Collaboration and Exchange
    - 2) Promotion of Support for International Activities

## Advancing the structuring of engineering knowledge

- (1) **Education on the Structuring of Engineering Knowledge**
  - ▶ Structure throughout the undergraduate and graduate Engineering curricula,
  - ▶ Structure to visualize well systematized courses and syllabi,
  - ▶ Provide support to IT-enabled education, including distance learning, e-learning, etc.
- (2) **Innovation In Engineering Education**
  - ▶ Develop and promote integrated, interdisciplinary, and multi-domain engineering education,
  - ▶ Promote and enhance Common Requirement Engineering Courses,
  - ▶ Provide experimental design project (laboratory) courses as well as support for production-oriented projects, appropriately tied with industry.

## Engineering/science knowledge structuring education

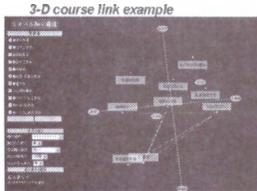
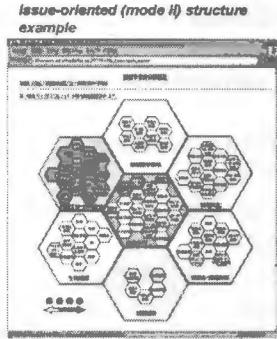
On-line syllabus example



Visual syllabus example



# Knowledge structuring examples

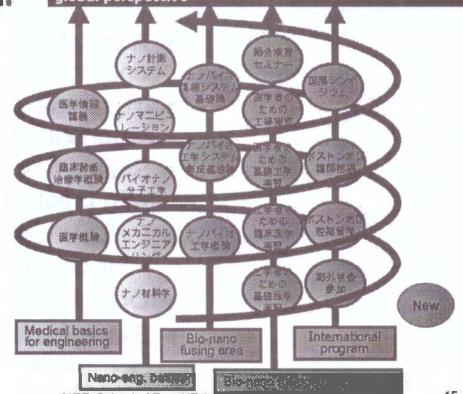


CIEE\_School of Eng. UT 2005

# Innovative education: example

A talent who understands the fundamentals of both medical science and nano-technology, and leads the activities/industry in the bio-nano-fusing field from the global perspective

Curriculum of the Joint Medical-Engineering Program



CIEE\_School of Eng. UT 2005

# Experimental design project (laboratory) courses

1<sup>st</sup>/2<sup>nd</sup> yr Summer Term in 2005

Courses	Department	Coordinator
1 Micro gravity experiments using model airplanes	Materials E.	T. Suzuki
2 Creation of new infrastructure utilizing sensor networks	Civil E.	Y. Fujino
3 Practical experience "Micro Energy"	Mech. E.	N. Kasagi
4 Robotics medical technology	Eng. Synthesis	M. Mitsuishi
5 Build a Formula car - A	Eng. Synthesis	K. Kusaka
6 Build a Formula car - C	Eng. Synthesis	K. Kusaka
7 Robot and computer	Mechano-Informatics	I. Shimoyama
8 Watch and touch nano-transistors	Electrical E	Y. Mita
9 Produce a sensor with optical fiber	Electronic. E.	S. Yamashita
10 Detect mines with millimeter wave antenna & neuro-soft.	Electrical E	A. Hirose
11 Produce a blue LED	Electronic. E.	M. Sugiyama
12 Produce a computer micro-chip	VLSI Design E. Centre	M. Ikeda
13 Artificial organs	Math. E. & Info. Physics	K. Masubuchi
14 Science/fice-science research method	Chemistry & Biotechnology	T. Suzuki
15 UROP - Undergraduate Research Opportunity programs	RCAS	M. Oshima

CIEE\_School of Eng. UT 2005

# Education for international collaboration

## (1) Education for International Collaboration and Exchange

- ▶ Development of global communication skills :

Graduate Courses: e.g.,

- Technical English for Engineers and Scientists
- Principles of the nature of the soil
- Basics in Geotechnical Engineering
- Computer Analysis of Earthquakes
- Natural disaster and urban disaster prevention, etc.

Undergraduate Seminar: e.g.,

Special English Lessons

- ▶ Mutual exchanges of students and staff with overseas universities, institutions, and industrial corporations

## (2) Promotion of Support for International Activities

- ▶ Support of educational and research activities conducted by staff members of School of Engineering
- ▶ Support for international symposium held at UT

CIEE\_School of Eng. UT 2005

# Internationally Collaborative Education

Graduate Course: English For Engineers and Scientists



International Conferences Sponsored by School of Eng.



CIEE\_School of Eng. UT 2005

# Advanced Engineering Education Series Seminar/Symposium

- Invite leading icons, educators, researchers, engineers, etc. in leading-edge education/ research areas;
- Provide opportunities of direct and hot communication among the leaders, students, teaching/research staff
- Multi-dimensional structure comprising a variety of events such as seminar/symposium lectures, model course lectures, practical exercises,
- Areas:
  - ✓ Pioneering technology,
  - ✓ Area-fusing/multi-domain issues,
  - ✓ Advanced PBL,
  - ✓ etc.

CIEE\_School of Eng. UT 2005

## Internship in School of Engineering

- ▶ A variety of opportunities and courses provided for both undergraduate and graduate students,
- ▶ Japanese as well as overseas corporations, public organizations, institutes, etc.,
- ▶ Seek a link of intern student's research/education in UT with practical industry experiences,
- ▶ Flexible period for each case from a couple of weeks to a longer period, e.g., two-six months,
- ▶ Organized by Department, CIEE, COE, self, etc.
- ▶ Examples: major companies/orgs.
  - ▶ Toyota, Sony, Panasonic, NTT, IHI, Japan Rail Ways, NEC, Ministry of Land Infrastructure and Transport, ...
  - ▶ Lawrence Berkeley National Laboratory, Asian Development Bank, AIR LIQUIDE, IBM, Microsoft, .....

**Thank You for Listening**

Contact information:

<http://www.t.u-tokyo.ac.jp/epage/>

<http://www.t.u-tokyo.ac.jp/>





## *Conferencia*

# *Las Nuevas Estrategias Pedagógicas para Adaptar las Enseñanzas Tecnológicas a la Evolución del Medio Socioeconómico*

**Manuel Tejedor**

Inspector de la Educación Nacional en Paris, Francia

Título de Profesor Técnico en la École Normale Nationale d'Apprentissage de París con capacitación para enseñar las ciencias y las técnicas industriales en las disciplinas de mecánica, electrotécnica y electrónica. Título universitario de estudios cinematográficos de carácter etnográfico de la Universidad de Paris I. Doctor en ciencias de la información y de la comunicación de la Universidad de Paris X.

Se desempeña como Inspector de la Educación Nacional y formador de Profesores en Ciencias y Técnicas Industriales en la Academia de Paris, ha sido asesor en ingeniería pedagógica ante las instituciones de formación de los países de Suramérica; es investigador y consultor en el campo de los materiales didácticos y ha escrito diversos documentos pedagógicos en las distintas ramas de la enseñanza profesional y en la formación pedagógica de los profesores de ciencias y técnicas industriales.

# LAS NUEVAS ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS PARA ADAPTAR LAS ENSEÑANZAS TECNOLÓGICAS A LA EVOLUCIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

*De una problemática socioeconómica a la respuesta que puede aportar el sistema educativo,*

## SUMARIO

### 1 – INTRODUCCIÓN

### 2 – EVOLUCIÓN DEL CONTEXTO INDUSTRIAL Y LAS NECESIDADES DE FORMACIÓN

2.1 - De las tareas manuales a la gestión de los flujos de información..

2.2 – Las nuevas necesidades de la industria en competencias profesionales, y los nuevos métodos de gestión del personal

### 3.- EL NUEVO PERFIL DE LOS TÉCNICOS DE NIVEL SUPERIOR

### 4 – EL NUEVO PERFIL DEL PROFESOR

### 5.- ORGANIZACIÓN DE LAS FORMACIONES TECNOLÓGICAS PARA HACER FRENTE A LA CONSTANTE EVOLUCIÓN DEL CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

5.1 – Las exigencias de la formación tecnológica mediante la adquisición y la evaluación de las competencias

### 6 – ENFOQUE DE UNA NUEVA DIDÁCTICA

6.1– Las finalidades

6.2 – Elegir y aplicar métodos pedagógicos adaptados

6.3 – Pedagogía por objetivos

6.3-1 – Definición

6.3-2 – Contribuciones de la pedagogía por objetivos

6.3-3 – Nivel de las adquisiciones

6.4 –La evaluación

6.4-1 – Definición

6.4-2 – Contribuciones de la evaluación formativa

### 7 – Los Referenciales de los títulos tecnológicos, una nueva organización de las competencias profesionales y una nueva expresión de la cultura tecnológica como vector de transformación del medio socioeconómico

7-1 – Definición

7-2 – Descripción

7-3 – Aplicación del Referencial : principios generales

### 8 – LA FORMACIÓN DE LOS PROFESORES DE TECNOLOGÍA

## ANEXOS

ANEXO 1 : DEFINICIÓN DE LAS RELACIONES ENTRE : OFICIO → TÍTULO → FORMACIÓN → EMPLEO

ANEXO 2 : ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES ETAPAS Y COMPETENCIAS NECESARIAS PARA REALIZAR UN PROYECTO TECNOLÓGICO

ANEXO 3 : PRESENTACIÓN Y LÍMITES DE LA ENSEÑANZA ENCICLOPÉDICA

ANEXO 4 : CONSTRUCCIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES

ANEXO 5 : *PRICIPALES ETAPAS PARA REDACTAR LOS OBJETIVOS PEDAGÓGICOS*

ANEXO 6 : ESQUEMA GENERAL DE UN CURSO MEDIANTE LA PEDAGOGIA POR OBJETIVOS

ANEXO 7 : EJEMPLO DE REALIZACIÓN DE UN REFERENCIAL Y DE SU ESTRUCTURA INTERNA

## 1 – INTRODUCCIÓN

La competitividad internacional se manifiesta entre otras cosas por un extraordinario desarrollo de las tecnologías en todos los ámbitos de la actividad económica. El desarrollo de las sociedades post industriales toman en cuenta más que nunca las cuestiones del acceso al conocimiento y a las competencias profesionales.

Con esta nueva "economía del conocimiento", el lugar, los métodos y el contenido de la educación están en el centro de las reflexiones. Ya que la formación de los jóvenes debe, a la vez, dar acceso al empleo, preparar al desafío permanente de los cambios tecnológicos y formar a ciudadanos responsables.

¿ En el marco de esta problemática, cuál debe ser el proyecto educativo? Las elecciones son difíciles, que se trate de las estrategias educativas, de las financiaciones, de la implicación de los protagonistas económicos (principalmente las empresas) o de la formación de los profesores.

Este nuevo reparto trastorna las enseñanzas tradicionales tanto en el contenido como en sus finalidades. Las enseñanzas técnicas y profesionales, más globalmente llamadas las *enseñanzas tecnológicas* ya que los conocimientos conceptuales toman cada vez más una amplia parte en el dominio del oficio, son las más concernidas por esta renovación.

Se trata sobre todo de romper con la idea, anticuada desde hace tiempo, de que la enseñanza de un oficio es aprender "*cómo hacer*", mientras que se trata en primer lugar de saber "*qué hacer*" ante las situaciones problemas que se deben solucionar.

El proyecto educativo ya no sólo consiste en transmitir competencias técnicas, sino que debe también ayudar a los alumnos a apropiarse una cultura básica a través de las ciencias, la tecnología y las técnicas, sin la cual no hay conocimientos críticos, y por consiguiente tomas de iniciativas. Tener una cultura básica significa pues controlar gestiones de pensamiento.

En efecto, lo que importa hoy, ante la complejidad de las situaciones profesionales y de las repercusiones a nivel social (rápida transformación de los puestos de trabajo y de las competencias individuales), es por una parte, saber acceder a las informaciones y clasificarlas en función del contexto de trabajo, y por otra parte saber movilizar los conocimientos para actuar en un marco determinado y argumentar las elecciones. Resolver situaciones problemas es tomar conciencia de que toda solución es a menudo un compromiso que depende del contexto social y/o económico.

El acto de aprender es infinitamente complejo. La organización del pensamiento y el aprendizaje de un conocimiento resultan de la actividad mental del que estudia. Él aprende a través de lo que él es, y a partir de lo que él ya conoce. Sólo él está en condiciones de incluir y movilizar sus conocimientos, pero no puede aprender solo. Ahora bien, es absolutamente necesario inscribir a los alumnos, a todos los alumnos, en una dinámica de progreso, aprendizaje y éxito. Es el porvenir de una sociedad el que está en juego. Participar a la dinámica de la cultura contemporánea y administrar su complejidad no puede ser sino el asunto de todos. En el marco de un proyecto educativo, cada profesor debe tener las herramientas para analizar y acompañar la evolución de sus alumnos.

En este sentido, las evaluaciones de masa aparecen como la novedad más destacada de estas dos últimas décadas. El objetivo consiste en dotar a los profesores de métodos pedagógicos susceptibles de guiarlos para mejor detectar, durante la formación, las adquisiciones y las dificultades de los alumnos ; y a continuación adaptar las estrategias de aprendizaje o definir las acciones de "remediación". La evaluación esta pues integrada al acto pedagógico : es una evaluación formativa.

Hacer hincapié en esta función particular de la evaluación representa una verdadera "*revolución cultural*", cuyas herramientas conceptuales aún no son adquiridas por el conjunto de los profesores.

Lo que sigue intenta exponer y justificar las estrategias pedagógicas aplicadas actualmente por el sistema educativo francés para responder a la evolución de las necesidades y las exigencias del medio socioeconómico, y también para desarrollar ante los alumnos y estudiantes capacidades y competencias portadoras de porvenir.

## 2 – EVOLUCIÓN DEL CONTEXTO INDUSTRIAL Y LAS NECESIDADES DE FORMACIÓN

### 2.1 – De las tareas manuales a la gestión de los flujos de información.

Desde los años 80 la informatización de la producción transformó completamente las técnicas de trabajo y obligó a las profesiones más directamente vinculadas a la producción a redefinir sus competencias y revisar sus calificaciones. En efecto, las nuevas tecnologías, al transformar los equipamientos industriales (cada vez más controlados por microprocesadores) inducen nuevos métodos de concepción y producción, y llaman a nuevas competencias y otras relaciones en la empresa.

El trabajo ya no consiste, ahora, en producir directamente algo, sino en supervisar, controlar, mantener, optimizar, mejorar los métodos y los sistemas de producción. La industria entró en una fase dicha “*post taylorismo*” o post industrial.

El profesional, generalmente ante una pantalla, solo o colectivamente, debe ser capaz de controlar los flujos de informaciones. Debe analizarlos, jerarquizarlos, administrarlos. Debe también estar atento a los acontecimientos que ocurrirán durante el proceso de producción y, si es posible, anticiparlos.

Estas nuevas formas de producción, donde los operadores “orquestan” las máquinas en función de las señales que las controlan o que ellas emiten, dan la medida del cambio profundo de la naturaleza del trabajo, y anuncian la aparición de una nueva categoría de cuadros técnicos de nivel superior, más autónoma, más responsable y más creativa en la concepción de los productos y de la fabricación.

**El operador técnico ya no es más el que hace, sino más bien el que permite de hacer. Las aptitudes personales para actuar, orientar la acción, presentar propuestas y otras actitudes (*el saber ser*) se consideran como un valor profesional determinante para el porvenir de las empresas.**

### 2.2 – Las nuevas necesidades de la industria en competencias profesionales, y los nuevos métodos de gestión del personal

Para continuar las actividades comerciales y, en consecuencia, su existencia, las empresas deben continuamente desarrollar nuevos productos, nuevos métodos de trabajo : la innovación es el metrónomo de la nueva economía. De ahí la necesidad de informarse sobre las novedades industriales (productos, materiales, aplicaciones científicas, etc.) y sobre el plan económico (la Bolsa, evolución del mercado, competitividad internacional, etc.) para defenderse, supervisar, conquistar nuevos mercados.

Para enfrentar este nuevo contexto, las empresas esperan del sistema educativo que forme cuadros técnicos altamente cualificados, que sepan más por supuesto, pero sobre todo diferentemente, para que sean, ante los cambios tecnológicos, un vector dinámico que facilite las adaptaciones. En este sentido deberían también estar formados a la comprensión del medio ambiente socioeconómico y a los criterios técnico científicos que orientan su evolución.

Sin embargo, las esperas de las empresas en personal altamente cualificado no bastan ya para ser competitivas. La fuerza de propuesta y la toma de iniciativas ante los problemas que deben solucionar los técnicos son también valores determinantes para el porvenir de una empresa.

Cada vez más el desarrollo de las tecnologías, las aplicaciones científicas y las realizaciones técnicas, son el resultado de la aplicación de competencias colectivas. La complejidad de las situaciones profesionales no permite ya a un único individuo establecer la « buena respuesta » o definir el buen proyecto.

#### Observaciones:

*Todo cambio tecnológico implica cambios sociales y le corresponde al sistema educativo no sólo formar a los cuadros altamente cualificados para responder a la demanda, sino también ayudar al conjunto de la población a dar el salto cualitativo que le permita evolucionar en armonía con el nuevo contexto económico. En efecto si se consideran todas las componentes que entran en las nuevas formaciones, estamos en presencia de un conjunto de conocimientos cuya articulación genera nuevos conocimientos que influyen sobre la economía. Estamos en presencia de una auténtica “cultura” autónoma y portadora de otros posibles. La cultura tecnológica es un crisol donde se elaboran los cambios socioeconómicos. Es una realidad que la cultura académica y tradicional no puede ignorar.*

Por otra parte, la evolución rápida de los oficios, su complejidad implican la adquisición de conocimientos básicos más profundos. Esta situación aboga por el siguiente principio: **“Ninguna formación general puede prescindir de la preparación a una competencia profesional, ninguna formación profesional puede prescindir de la consolidación de las competencias básicas que da la educación general”** (Informe : REALIZAR EUROPA MEDIANTE LA EDUCACIÓN Y LA FORMACIÓN)

Las competencias colectivas resultan de la conjugación de competencias individuales (ordenar conocimientos diferentes o ordenar una manera diferente de aplicar los conocimientos). El resultado es superior a la suma de los conocimientos y experiencias individuales.

Las capacidades de elaboración a varios ponen en juego las dimensiones afectivas de las personas, lo que implica la necesidad para cada grupo de aprender a conocerse para pensar conjuntos, y en esta misma dinámica, aprender también a administrar los fenómenos de poder internos y externos, ya que la responsabilidad colectiva es una condición necesaria para producir nuevos conocimientos o definir y conducir nuevos proyectos.

Para favorecer este potencial de creatividad la organización administrativa (la jerarquía vertical) debe también adaptarse para que todos estén motivados y se sientan corresponsables del proyecto de la empresa ante la competitividad internacional. Una buena organización es la que sabe hacer surgir los talentos y reconocer el valor de las personas. Y por esta forma de relación, desarrollar la cultura de la empresa (su originalidad, lo que hace su fuerza). Las empresas como los grandes laboratorios aparecen como crisoles donde se desarrolla y se invierte la inteligencia colectiva.

El saber y la capacidad de innovar son los valores que definen el porvenir de las sociedades modernas y, en este sentido, la competitividad de las empresas favorece y respalda la competitividad de las naciones.

### 3 – EL NUEVO PERFIL DE LOS TÉCNICOS DE NIVEL SUPERIOR

La relación tradicional "hombre/máquina" va desapareciendo en favor de una nueva relación «hombre/equipo/ empresa» más abierta a tareas polivalentes y más creativas. Con este nuevo contexto el campo de acción del técnico se vuelve más amplio con más responsabilidades, lo que implica un elevado grado de autonomía y adaptación. En este sentido su formación debe permitirle, entre otras acciones, saber :

- Conducir un trabajo personal (autonomía) o en equipo mediante la apropiación de modos de pensar y de trabajar en red para participar con eficacia a la organización y la optimización de las actividades del grupo, o con los otros miembros del departamento (servicios de mantenimiento, servicios comerciales, servicios de Dirección, etc), y presentar propuestas en consecuencia.
- Hacer síntesis claras y sucintas para facilitar las tomas de decisión.
- Autodocumentarse para ayudar a la empresa a seguir la evolución de las nuevas tecnologías, de las técnicas operatorias, de la calidad de los productos, etc

Los intercambios y la puesta en común de las competencias, las formas de cooperación interdisciplinaria, la elaboración de nuevos conocimientos a raíz de la resolución de los problemas encontrados son las bases de la nueva organización del trabajo. Estos nuevos métodos de producción, que se basan sobre los recursos humanos, desarrollan la cultura de la empresa y su competitividad.

Formar a un técnico, en un mundo donde la movilidad es la norma, es también formarlo a la polivalencia profesional.

El **ANEXO 1** pone de relieve la estrecha relación que une el OFICIO con sus niveles de calificación, el TÍTULO que determina un nivel de maestría del oficio, la FORMACIÓN construida mediante una pedagogía que abre perspectivas de porvenir, y el EMPLEO cuyas competencias están en constante evolución.

La armonización de estos distintos campos da la medida de la dificultad para el Sistema Educativo de adaptar las formaciones a la evolución y a las exigencias del medio socioeconómico. Los métodos tradicionales de enseñanza no permiten seguir el movimiento.

Para enfrentar esta esfera de influencia de los conocimientos, se debió redefinir la naturaleza de estos bajo un ángulo más dinámico para que el alumno sea protagonista de su formación (¿cómo hacemos para aprender?), y se debió también redefinir los métodos de evaluación de las adquisiciones (¿que es conocer?) .

Las investigaciones en pedagogía y en didáctica de las disciplinas contribuyen a la definición de otra relación al saber (apropiárselo desde el punto de vista de una herramienta de investigación y transformación), y de ponerlo a un nivel más fácilmente alcanzable a un mayor número de alumnos por métodos ad hoc, con el fin de hacer de ellos protagonistas que vendrán a enriquecer la cultura colectiva.

La dicotomía entre SABER y SABER HACER (técnico) se reduce, y es cada vez más difícil definir la influencia de la tecnología en la cultura general y la influencia de la cultura general en el desarrollo de la tecnología. Los conocimientos tecnológicos, al volverse cada vez más complejos, se asemejan a un saber académico aplicado a la tecnología.

#### 4 – EL NUEVO PERFIL DEL PROFESOR

La evolución constante del contexto socioeconómico impone a los profesores de las enseñanzas tecnológicas nuevas exigencias. Si la calidad de su saber sigue siendo el elemento dominante, la forma en que él ayuda al alumno a construir el suyo y a forjar sus competencias toma una importancia cada vez más grande.

El desarrollo de las tecnologías de la información y de la comunicación (Internet, multimedia, etc.) amplió y modificó su espacio de enseñanza. Éste toma formas variadas, así :

□ Dentro del establecimiento (Centro de formación, colegio, universidad) debe :

- para favorecer la autonomía de sus alumnos en la búsqueda de informaciones y la adquisición de nuevos conocimientos, introducir la utilización de los ordenadores [*multimedia educativos + Internet*].
- suscitar la autoevaluación y ayudar a la formalización de las competencias adquiridas.
- facilitar la transferencia de las capacidades en otras situaciones, en otros contextos, con el fin de ampliar la comprensión de los alumnos, desarrollar su confianza sobre sus potencialidades para abordar situaciones desconocidas de ellos.

□ Exteriormente (ámbitos de aplicación de las adquisiciones), debe :

- garantizar el seguimiento de los alumnos en período de prácticas en las empresas, y actualizar la adecuación de la formación con la evolución de las competencias.
- ayudar a los alumnos a invertir los conocimientos adquiridos durante los períodos de prácticas con un aporte de elementos conceptuales (científicos, tecnológicos) o racionalizando las técnicas de trabajo aplicadas en la empresa.

Una experiencia que no está formalizada no resulta adquirida, sólo es un conocimiento empírico, sobre cuál no puede apoyarse otros conocimientos.

El conjunto de estas observaciones pone de manifiesto que el primer objetivo de la formación es permitir a los que viene destinada, no aprender de manera enciclopédica sino, ante un problema dado, saber elaborar el conocimiento que conduce a la solución. El objeto de la formación es pues hacer adquirir los medios necesarios (conocimientos, procesos operatorios, análisis crítica del riesgo en la toma de iniciativa, autonomía de acción) para alcanzar esta meta.

**Aquí la formación tiene una vocación fundamental de transmisión de los conocimientos y de construcción de los métodos que permiten hacerlos evolucionar.**

#### 5 – ORGANIZACIÓN DE LAS FORMACIONES TECNOLÓGICAS PARA HACER FRENTE A LA CONSTANTE EVOLUCIÓN DEL CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

El balance de las necesidades de competencias tecnológicas obliga a un cuestionamiento de las formaciones tradicionales para favorecer la adquisición de conocimientos orientados hacia la resolución de problemas tecnológicos y económicos cada vez más complejos. Para lograr estos nuevos objetivos de formación, el contenido de la enseñanza se estructura en adelante en forma de competencias.

##### 5.1 – Las exigencias de la formación tecnológica mediante la adquisición y la evaluación de las competencias

La competencia es, por definición, un conjunto de conocimientos, de técnicas operatorias (saber hacer) y de actitudes (saber ser) que permiten a un individuo ejercer con eficacia una actividad que apunta un objetivo. Es una capacidad claramente definida y evaluable en su contexto de aplicación (*Ver capítulo 6.3 – Pedagogía por objetivos*).

Sin embargo esta definición que se limita – solamente – a la actividad que se sabe evaluar, no debe ocultar la suma de conocimientos que implica su aplicación. En efecto, la competencia es a la imagen de un iceberg. La parte emergida y visible del conocimiento operativo (el saber hacer) da solamente una idea muy fragmentaria de los conocimientos sumergidos sobre los cuales se basa la actividad operatoria. Por eso, la formación y la evaluación de los técnicos mediante la adquisición de competencias, deben tener en cuenta el conjunto de estos conocimientos, sin los cuales el oficio no sería más que una suma de habilidades empíricas y sin perspectivas. (véase Anexo 2)

*Ejemplo* : un técnico de mantenimiento, formado a las técnicas de la investigación (saber definir una cadena de relaciones de causa a efecto según los síntomas observados) para determinar y reparar las causas de disfunción sobre las máquinas, será más eficaz y se adaptará más fácilmente a la evolución de su contexto de trabajo que el que se formó a la reparación mediante la simple utilización de una larga lista de averías ("checklist"), es decir, comprobar en un orden cronológico las averías posibles específicas a la máquina, y la simple aplicación de la consigna de reparación. Sólo se reparará el material si los síntomas de la avería fueron inscritos en la lista de control; su formación (limitada a la adquisición de algunas recetas) y sus conocimientos técnicos no le permiten tomar otras iniciativas. Es otra forma de la organización científica del trabajo (taylorismo), y al igual que los conocimientos empíricos, esta forma de saber no conlleva ninguna perspectiva de porvenir ni para el reparador ni para la empresa a medio plazo.

Generalmente se puede distinguir las formaciones cerradas, que consiguen comportamientos bien definidos de antemano (caracterizadas por la escasa toma de iniciativas), y las formaciones abiertas que corresponden al desarrollo de conductas ad hoc (actitudes) para enfrentar las distintas situaciones.

Se puede hablar de formación abierta cuando la respuesta que se debe dar a una situación que plantea un problema depende de la iniciativa del que actúa. Él es quien decide del proceso y de las competencias tecnológicas que deben aplicarse. El desarrollo de estas actitudes implica la aplicación de métodos pedagógicos innovadores y portadores de porvenir, y condena las formaciones que favorecen la adquisición de recetas y otras formas de conocimientos empíricos.

Para responder a estas nuevas exigencias, la formación debería globalmente favorecer el desarrollo de :

- la capacidad de aprender (saber formalizar las observaciones, dar sentido a las adquisiciones, etc.)
- la capacidad de comunicar (exponer claramente, presentar y argumentar; dialogar, redactar)
- la capacidad de diagnosticar (peritaje),
- la capacidad de hacer elecciones (jerarquizar las prioridades, decidir, resolver).

## **ANEXO 2 : "ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES ETAPAS Y COMPETENCIAS NECESARIAS PARA REALIZAR UN PROYECTO TECNOLÓGICO"**

### **Observaciones:**

En el marco de la "Contribución al desarrollo de la personalidad (actitudes) mediante la evaluación formativa" del anexo 2, es difícil apreciar las cualidades imaginativas o una respuesta original. La creatividad puede expresarse con facilidad en el ámbito artístico, algo menos en el ámbito científico, y de manera poco significativa en el ámbito técnico.

Se puede observar que aunque se precise en el enunciado de un problema que "se acepta toda forma de solución", el alumno vacila y se refrena ante una solución original aceptable. Más que cualquier otro "creador", se condiciona al técnico, en el marco de su formación, para la finalidad de su trabajo. Debe actuar en respuesta a una necesidad aportando soluciones, por eso repugna al juego gratuito de las suposiciones.

El trabajo de la materia, su puesta en forma, el tiempo son criterios costosos que limitan la acción de la imaginación y en consecuencia la creatividad. Sin embargo, esta capacidad debe estar presente en los criterios de evaluación, para que se tenga en cuenta y forme parte de la formación de los técnicos. Las respuestas a los futuros problemas no son una reproducción de las técnicas del pasado. Los técnicos deberán, cada vez más, inventar las soluciones para productos que no existen aún, y producir nuevos conocimientos.

Una de las maneras de llevar a los estudiantes a ser inventivos, a ser una fuerza de propuesta, es estimularlos a solucionar los problemas técnicos inspirándose de las recientes innovaciones de las patentes registradas en su ámbito de estudio, o mejor aún depositar ellos mismos patentes. Por esta forma de desafío, los alumnos se convierten en protagonistas críticos del medio ambiente profesional y lo hacen evolucionar.

Sin embargo, el desarrollo de las capacidades y competencias mencionadas, tiene sentido si éstas forman parte de una estrategia y de una reflexión llevadas por los métodos de resolución de problemas. Estos métodos estructuran el conjunto de los conocimientos según una lógica y una coherencia operatoria para concebir, producir, vender, mantener, etc

## **6 – ENFOQUE DE UNA NUEVA DIDÁCTICA**

### **6.1– Las finalidades**

El conocimiento no se limita a una sucesión de informaciones racionalmente organizadas, es superior a la suma de las informaciones que lo definen (enunciar el principio de Arquímedes no significa que se comprende esa ley y que se sepa aplicarla).

El saber se define aquí como una organización de conceptos, de métodos que permiten abordar la realidad para transformarla. Para dominar esta forma de saber, es decir, hacerlo operativo, debe ser analizado y reconstruido por el alumno mediante actividades que van a transformar y reestructurar sus representaciones previas.(1) [pág. 7]

**Incumbe pues al profesor construir las condiciones de aparición de este proceso de transformación de las representaciones, es decir, organizar la estrategia pedagógica que enganchará el aprendizaje de los nuevos conocimientos.**

En este proceso el alumno debe estar en el centro de un sistema de adquisición y evaluación de los conocimientos que lo guía y le ayuda a superar sus dificultades.

Esta nueva forma de enseñanza se basa principalmente sobre :

- LOS MÉTODOS PEDAGÓGICOS ACTIVOS (§ : 6.2)
- LA PEDAGOGÍA POR OBJETIVOS (§ : 6.3)
- LA EVALUACIÓN FORMATIVA (§ : 6.4)

### **6.2 – Elegir y aplicar métodos pedagógicos adaptados**

Los métodos pedagógicos son numerosos y se clasifican comúnmente en dos grupos:

- a) Los métodos afirmativos centrados sobre el profesor;
- b) Los métodos activos centrados sobre el alumno.

#### **a) Los métodos afirmativos reúnen principalmente :**

- los métodos frontales en los que el profesor, directamente o indirectamente, presenta los conocimientos a los alumnos (ej.: exposición magistral, proyección de un audiovisual de presentación de un tema);
- los métodos demostrativos a través de los cuales el profesor presenta los conocimientos a los alumnos pero, al mismo tiempo, muestra lo que explica y, si llega el caso, hace experimentar a los alumnos los comportamientos que deben reproducir (ej.: el profesor que explica y muestra cómo ajustar un medidor, una experiencia de química, otras manipulaciones);

### **ANEXO 3 : “PRESENTACIÓN Y LÍMITES DE LA ENSEÑANZA ENCICLOPÉDICA”**

#### **b) Los métodos activos:**

Consisten en hacer adquirir al alumno conocimientos, competencias, a su iniciativa y por su actividad propia. La situación pedagógica debe sugerir al alumno cuestiones cuyo tratamiento le aporta una experiencia y nuevos conocimientos.

Los métodos activos toman apoyo sobre la motivación del alumno y deben provocar el deseo de acción y el desarrollo de actividades.

### **ANEXO 4 : « CONSTRUCCIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES »**

#### **c) Elección del método**

No existen buenos o malos métodos. Todos tienen sus ventajas y sus inconvenientes, pero deben adaptarse lo mejor posible a los objetivos de la secuencia educativa, de ahí la imperativa necesidad para cualquier pedagogo de conocer las contribuciones y los límites de cada método.

Una secuencia educativa es una mezcla de varios métodos, una alternancia entre progresión individual e intercambios colectivos. La elección depende de varios criterios como : la naturaleza de las nociones o conceptos que los alumnos deben dominar al término de la lección, las particularidades del público, la coherencia del método con los objetivos pedagógicos, el respeto del tiempo impartido para la formación, las exigencias del examen, etc

(1) Conviene aquí destacar la dificultad de hacer adquirir a los alumnos un modo de pensar racional : « Para el científico, el conocimiento sale de la ignorancia como la luz de la oscuridad. El científico no ve que la ignorancia es un tejido de errores positivos, tenaces, solidarios. No se da cuenta de que la oscuridad espiritual tiene una estructura y que, en estas condiciones, toda experiencia objetiva correcta debe siempre determinar la corrección de un error subjetivo. Pero no se destruyen los errores uno por uno fácilmente. Están coordinados entre sí. El espíritu científico sólo puede constituirse destruyendo el espíritu no científico. » BACHELARD : La Philosophie du Non - P.U.F., 1973, p. 8

Sin embargo, la experiencia pedagógica nos enseña que un conocimiento solo se substituye a las preconcepciones si hay un interés de parte del alumno (papel de la motivación), y si aprende a utilizar las nuevas adquisiciones; de ahí la necesidad de ponerlo en frente de una serie de situaciones adaptadas a su nivel de aprendizaje.

### 6.3 – Pedagogía por objetivos

#### 6.3-1 – Definición

Un objetivo pedagógico es lo que se pretende lograr mediante una acción de formación. Describe un resultado, bajo la forma de un comportamiento observable, que el alumno podrá realizar y justificar en el marco de una evaluación.

Con la pedagogía por objetivos ya no se trata de aplicar un programa o de pedir a los alumnos "seguir bien el curso", sino de organizar el aprendizaje según objetivos claramente definidos y evaluables, y de observar las dificultades encontradas por los alumnos para apropiarse los conocimientos y remediarlas mediante la evaluación formativa.

Este modo de centrar la formación sobre el alumno obliga al profesor a una revisión completa de los métodos clásicos de enseñanza (análisis crítico de los cursos ex cátedra). En efecto, la pedagogía por objetivos implica un análisis y una aclaración de lo que «transportan» las enseñanzas tradicionales, y una mejor localización de las capacidades que se deben desarrollar para facilitar las adquisiciones, lo que pide una mejor comprensión de la personalidad de los alumnos que formar, principalmente a nivel cognoscitivo.

Lo escrito anteriormente muestra la naturaleza y la importancia del trabajo de preparación del profesor. Debe, entre otras cosas, seriar, jerarquizar y profundizar los conceptos que se deben enseñar, transformarlos sobre el plan didáctico en conocimientos asimilables por los alumnos, es decir, en objetivos de aprendizaje.

**ANEXO 5 :** Descripción de las «*PRICIPALES ETAPAS PARA REDACTAR LOS OBJETIVOS PEDAGÓGICOS*»

**EJEMPLO DE UN OBJETIVO OPERATIVO Y DE SU EVALUACIÓN** [Definido en el Referencial (§ : 7)]

TÍTULO: Bachillerato Profesional de electrotécnica		CAPACIDAD C2 : INFORMARSE – COMUNICAR Comunicar con la clientela y los proveedores
SE DA : (Las condiciones de realización)	SE PIDE : (Las competencias que se deben evaluar) <i>El alumno será capaz de:.....</i>	SE EXIGE : (Los Indicadores de evaluación)
<input type="checkbox"/> La solicitud formulada por el cliente <i>(puede ser por ejemplo un cambio de material en su casa o una instalación para su futura casa).</i> <input type="checkbox"/> La documentación técnica relativa al equipamiento proyectado. <input type="checkbox"/> Los catálogos, las tarifas. <input type="checkbox"/> El dossier cliente. <input type="checkbox"/> Los documentos mercantiles consustanciales a la empresa. <input type="checkbox"/> Los dossiers de los proveedores	<input type="checkbox"/> Definir los elementos que permiten el establecimiento del pliego de condiciones. <input type="checkbox"/> Proponer al cliente las características técnicas, económicas y estéticas de las soluciones posibles. <input type="checkbox"/> Presentar y discutir un presupuesto. <input type="checkbox"/> Justificar los plazos de realización.	<input type="checkbox"/> Una formulación en lengua técnica de las necesidades del cliente. <input type="checkbox"/> Elecciones tecnológicas aclaradas <input type="checkbox"/> Una definición y justificación de los costos <input type="checkbox"/> La realización de una planificación <input type="checkbox"/> La utilización de una lengua adaptada al interlocutor (sin términos técnicos que oscurezcan el discurso).

*El problema planteado y la documentación deben estar conformes con la realidad y la actualidad técnica del momento.*

*Las competencias que se debe evaluar deben estar en adecuación con la realidad y las necesidades de las empresas.*

*La calidad de los resultados exigidos debe corresponder a la calificación que da el título, esta exigencia acredita su valor.*

**Observaciones :** *Pertenece al profesor responsable de la formación definir el contenido (tecnología, ciencias, normas, etc.) que deberá hacer adquirir a los alumnos con arreglo a sus conocimientos previos, y la estrategia pedagógica que deberá también aplicar para llevarlos a apropiarse los nuevos conocimientos y pasar con éxito la prueba.*

*El balance de la evaluación permite también al profesor evaluar la calidad de su curso, su estrategia pedagógica, las posibles modificaciones que deberá introducir (cambio de método, nuevos materiales didácticos, etc.)*

*Con este sistema los contenidos académicos tradicionales están bien presentes, pero se enseña a los alumnos a articularlos, adaptarlos o completarlos si es necesario, para solucionar los problemas inherentes al oficio (marco privilegiado de la interdisciplinariedad).*

#### 6.3-2 – Contribuciones de la pedagogía por objetivos

Definir los objetivos pedagógicos permite esencialmente :

construir o utilizar los Referenciales de los oficios con la preocupación de conectar la formación con las situaciones profesionales, sociales o culturales que deberán asumir los alumnos.

elegir convenientemente los métodos y actividades de aprendizaje que se propondrán a los alumnos. La formación no tiene entonces por único objeto la transmisión de conocimientos, debe también permitir cambios *de comportamiento*.

□ evaluar de manera pertinente los resultados de la formación ; el objetivo, tras haber sido definido en términos de *comportamientos observables (el alumno será capaz de:...)* y de nivel de adquisición, la evaluación se referirá precisamente, y sin sorpresa para los alumnos, a estos dos criterios.

- aclarar los objetivos de la formación para todos los participantes del sistema educativo, principalmente :
- ↳ para el alumno que puede así elegir una formación, conociendo los objetivos de ésta, y puede evaluar su progresión y adaptar sus actividades de aprendizaje en el marco pedagógico que se le propone,
  - ↳ para la institución o los comanditarios (empresas) de la formación que pueden negociar claramente con los profesores los resultados esperados ;
  - ↳ para los profesores, en un equipo de formación. La definición y la aplicación de los objetivos facilitan los intercambios entre ellos sobre la didáctica, las modalidades de utilización de los recursos educativos, etc.( valoriza la calidad de las formaciones y la Institución).
  - ↳ para los adultos que desean elevar su nivel de competencia, reconvertirse en otro oficio, etc, pueden, después de un balance de las competencias, formarse para adquirir las competencias que les falta, y obtener el título. Por ese modo los Referenciales permiten insertar a los empleados, a los obreros y a los técnicos de distintos niveles en el tejido socioeconómico, y limitar así el desempleo.

## **6.4 –La evaluación**

### **6.4-1 – Definición**

La evaluación tiene esencialmente dos funciones, es pedagógica por una parte, social (selección) por otra parte.

Estas dos funciones se definen del siguiente modo :

- ↳ **Evaluación formativa** : permite al alumno y al profesor ajustar sus itinerarios en función de las dificultades encontradas (*Evaluación = Diagnosticar + Toma de Decisión*);
- ↳ **Evaluation sumativa** : permite en forma de balances con relación a un marco de referencia, constatar el nivel de las competencias que el alumno adquirió. La evaluación sumativa se reconoce socialmente a través de la selección y/o el título

### **6.4-2 – Las contribuciones de la evaluación formativa**

La evaluación formativa es un objetivo de formación integrada a la adquisición de los conocimientos. Tiene por objeto desarrollar en el alumno actitudes de autoevaluación que lo llevan a ser capaz de situarse por sí mismo en su proceso educativo y de asumir así su propia formación.

En la práctica diaria del profesor la *evaluación formativa* implica :

- Una información clara y completa del alumno sobre los objetivos de la secuencia educativa, la estrategia propuesta para alcanzarlos, las competencias que deberá adquirir y los niveles de exigencia con los cuales será evaluado. Son los términos de un "*contrato de formación*" que implica un compromiso moral y personal del alumno.
- Una práctica pedagógica que favorece el seguimiento individual del trabajo del alumno (conocimientos utilizados, marcha seguida para lograr los objetivos, etc), y mediante esta dedicada atención enseñarle otra relación al saber, éste debe ser «conquistado». Para que el alumno descubra su propia estrategia, sus potencialidades, su modo de funcionamiento para solucionar los problemas, debe estar en situación de autoevaluación con relación a los objetivos que debe lograr, es decir, de interrogación personal sobre sus propias capacidades, sobre su propio planteamiento, y así estar en condiciones de situarse frente a los objetivos presentados. Esta actitud debería ayudarlo por una parte, a determinar hacia dónde debe orientar sus esfuerzos, y por otra parte a plantear más fácilmente las cuestiones que responden a sus interrogaciones.
- Un comportamiento que permite :
  - la instauración en el grupo de alumnos de un clima favorable a los intercambios y a la confrontación de las ideas. En este «*crisol-aula*» donde se estructuran los conocimientos, el profesor aparece esencialmente como un guía competente y exigente ;
  - la instauración de un tipo de relación individual *Profesor <=> Alumno* basada en un diálogo en el cual el profesor sabe escuchar y se esfuerza en comprender y guiar al alumno.
  - hacer una autocrítica sobre la estrategia pedagógica aplicada, sobre los materiales didácticos utilizados, sobre las mejoras que se deben aportar. Más generalmente **hacer del acto pedagógico una herramienta de investigación y perfeccionamiento de la formación.**

**ANEXO 6 : «ESQUEMA GENERAL DE UN CURSO MEDIANTE LA PEDAGOGIA POR OBJETIVOS»**



## **7 – Los Referenciales de los títulos tecnológicos, una nueva organización de las competencias profesionales y una nueva expresión de la cultura tecnológica como vector de transformación del medio socioeconómico**

### **7-1 – Definición**

El Referencial de un título es un documento institucional y nacional que describe las competencias mínimas esperadas de los candidatos a un examen profesional : *Certificado de aptitud profesional, Bachillerato profesional, Título de Técnico de Nivel Superior, etc.*

El Referencial se elabora en Grupos de Trabajo llamados *Comisiones Profesionales Consultivas (C.P.C.)*. Están constituidas de representantes de los jefes de empresa (25%), de representantes de los empleados (25%), de representantes del Ministerio de la Educación (30 %), de representantes de otros Ministerios (20%). Cuando el documento está redactado, se publica en el Diario Oficial.

### **7-2 – Descripción**

El Referencial de un título se subdivide en dos partes :

#### **A. REFERENCIAL DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES :**

Tiene por objeto contabilizar y describir las actividades profesionales que se pueden confiar al titular del diploma del oficio en cuestión. Se trata de la descripción de los trabajos que el técnico puede asumir en toda autonomía, después de un período de adaptación al empleo.

#### **B – REFERENCIAL DE CERTIFICACIÓN :**

Tiene por objeto describir las competencias, los conocimientos científicos y tecnológicos que debe poseer el titular del diploma para ejercer su actividad profesional con las exigencias requeridas por el nivel de calificación que le da el título.

Las informaciones contenidas en este documento son organizadas y detalladas con el fin de servir de marco de referencia para :

- Situar las capacidades y las competencias específicas a cada actividad profesional del oficio y los vínculos que unen todos estos datos.
- Definir la progresión de la formación según de las competencias que se deben adquirir,
- Presentar el Reglamento del examen, y las modalidades de obtención del título,
- Elaborar los exámenes, y la certificación de las adquisiciones. Conviene aquí precisar que representantes de las empresas participan en la evaluación de los alumnos.

El **ANEXO 7** da un «*EJEMPLO DE REALIZACIÓN DE UN REFERENCIAL Y DE LA ESTRUCTURA INTERNA*»

### **7-3 – Aplicación del Referencial : principios generales**

La utilización del Referencial y los procedimientos para evaluar las competencias adquiridas permiten superar la simple transmisión de los contenidos disciplinarios y conocimientos enciclopédicos cuya finalidad no se ve siempre, para favorecer la adquisición de una cultura pluridisciplinar que permite a los futuros técnicos solucionar los problemas tecnológicos en una sociedad en constante evolución, y también adaptarse a la evolución de los empleos en las empresas y otros sectores de la economía.

El éxito de las formaciones tecnológicas definidas por el Referencial del oficio está supeditado a la instauración por el profesor de un plan de formación con una estrategia pedagógica rigurosa, lo que implica :

- Organizar y estructurar la formación según las competencias que se debe adquirir. El Referencial informa al profesor de los objetivos terminales que debe dominar el alumno al final de su formación para pasar las pruebas del examen, pero el profesor debe definir las etapas intermedias según el nivel de los alumnos ;
- Razonar en términos de objetivos y competencias y ya no en términos de contenidos de enseñanza. Éstos no son ausentes sino que se definen y se organizan según los problemas técnicos que se deben solucionar (pedagogía del proyecto técnico); *Ver ANEXO 9 para la definición de los términos.*
- Participar en la organización de los períodos de prácticas de los alumnos en las empresas, y asegurar con el tutor el seguimiento de la formación ;
- Aplicar una pedagogía que implica al alumno en la elaboración y la apropiación de los conocimientos (pedagogía por objetivos). Debe ser el artesano de sus conocimientos, y aprender a actualizarlos en el marco de la formación continua.

## 8 – LA FORMACIÓN DE LOS PROFESORES DE TECNOLOGÍA

El presente desarrollo pedagógico que va de una problemática social, es decir, la necesidad de adaptar la sociedad a la evolución del contexto socioeconómico, a la respuesta que puede aportar el sistema educativo, a través de la renovación de sus métodos pedagógicos (cambiando los modos de pensar y actuar), intenta de poner de manifiesto que la competencia pedagógica de los profesores encargados de las enseñanzas tecnológicas es un elemento determinante para formar las futuras generaciones de cuadros técnicos capaces, ante los cambios tecnológicos y la competitividad internacional, de ser una fuerza de propuesta y de innovación en las empresas e instituciones.

En efecto, preparar a los técnicos de nivel superior a hacer frente a situaciones desconocidas aportando soluciones innovadoras, depende aún más de la manera de aprender y de dar sentido a los conocimientos tecnológicos, que del dominio de las técnicas operatorias, por muy complejas que sean. Por supuesto, éstas son necesarias, pero no suficientes, ya que es imperativo superar la condición de ejecutante, y ser un experto que ayude a la toma de decisiones en su ámbito de competencias.

Es un verdadero cambio cultural el hecho de que los profesores sean capaces de formular objetivos, analizarlos, situar el nivel y establecer las situaciones de aprendizaje adecuadas.

Este trabajo no se puede dejar a especialistas que compondrían sabiamente los "buenos" objetivos y los "buenos" métodos para alcanzarlos, reduciendo la función del profesor a la de un simple intermediario entre el que aprende y el banco de objetivos; esta normalización sería una forma de robotización de los individuos. Formar a un técnico es también formar a una personalidad, y por consiguiente, a un ciudadano, sólo el profesor puede definir las necesidades de formación de los alumnos y las estrategias pedagógicas mejor adaptadas.

Cuando un técnico sale de la escuela para ir a trabajar en la industria, es raro que se le planteen bien los problemas que debe enfrentar. No hay una hoja que le da el enunciado del problema que resolver; debe saber definir lo que puede ser un problema en su contexto profesional, es decir, saber clasificar y jerarquizar sus observaciones, diagnosticar, hacer elecciones, definir estrategias de trabajo, etc..

Ante estas nuevas normas de trabajo, la pedagogía aplicada en las formaciones tecnológicas ya no puede limitarse a una práctica frontal (cursos ex cátedra), puramente disciplinaria y enciclopédica.

Es necesario utilizar las herramientas de individualización de los aprendizajes y adaptarlas al ritmo y al nivel de los alumnos, y también favorecer la instauración de las pedagogías diferenciadas, transversales, fundadas sobre la realización de proyectos pluridisciplinarios.

Cabe aquí mencionar también que la introducción de la enseñanza asistida por ordenador con la utilización de programas informáticos y multimedia de formación permite enriquecer la didáctica de los profesores si saben invertir estos nuevos apoyos pedagógicos.

La pedagogía mediante la imagen numérica interactiva conduce al alumno a ser productor y protagonista del curso apropiándose de manera interactiva, y según sus capacidades cognoscitivas.

Tenemos aquí una nueva forma de enseñanza en plena expansión que transforma el medio ambiente educativo y sociocultural. La imagen numérica ayuda a aprender diferentemente.

Además, estas nuevas prácticas de enseñanza imponen subdividir a los alumnos en pequeños grupos, e instaurar métodos activos con objetivos pedagógicos claros y formas de evaluación más centradas en la manera de aprender del alumno.

El paso de una pedagogía tradicional más bien frontal a una pedagogía por proyecto más bien individualizada es una cuestión compleja que afecta la formación de los profesores tanto en las nuevas tecnologías de la información como en las pedagogías activas y en las nuevas formas de evaluación.

**La respuesta a este desafío supera la única voluntad de los profesores. No puede sino ser la expresión de un proyecto educativo puesto al servicio de un proyecto de sociedad.**

Manuel TEJEDOR

CONSULTOR Y FORMADOR DE PROFESORES  
PARA LAS CIENCIAS Y LAS TÉCNICAS INDUSTRIALES



*Conferencia*

*El Espacio Europeo de la Educación Superior  
en Ingeniería*



**Pierre Padilla**

Director Escuela Nacional de Ingenieros de Metz, ENIM, Francia.

Profesor honorario de la Universidad de Cuyo en Mendoza (Argentina). En 1976 dirigió los laboratorios de ingeniería mecánica de la Escuela Nacional Superior de Formación Técnica de Cachán. Fue director de producción de WABCO-WESTINGHOUSE. Posteriormente, se integró al ENSET en calidad de director de estudios de la sección de ingeniería mecánica. En 1992, se reincorporó a la industria y más concretamente al CETIM donde era, desde 1987, jefe del departamento de producción mecánica. En Septiembre de 1994, lo nombran Director de la Escuela Nacional de Ingenieros de Metz, Francia. De 1996 a 1998, toma la dirección del Laboratorio de Ingeniería Industrial y Producción Mecánica del Instituto Superior de Ingeniería Mecánica y Fabricación integrada por ordenador de Metz. Desde enero de 1999, es Presidente del Centro Estudios y de Investigación de Industria.

## La estructura de los estudios

### Dos niveles progresivos: Grado y Postgrado

- Comprende enseñanzas básicas y de formación general, junto a otras orientadas a la preparación para el ejercicio profesional. 180-240 créditos.
- Los contenidos de los planes de estudios se dividen: Contenidos Formativos Comunes (dgp) y Específicos (discrecionalmente por la universidad).
- Los contenidos formativos comunes serán, entre un 50 y un 75 por cien del total de créditos de la titulación, incluyendo, en su caso, Proyecto Fin de Carrera o Examen Final.
- Para cada materia se deben concretar: objetivos, conocimientos, aptitudes y destrezas a adquirir, contenidos y créditos.
- Se podrá establecer convenios entre universidades extranjeras para obtener un único o doble título.

Grado

Grado

RD

## La estructura de los estudios

### Dos niveles progresivos: Grado y Postgrado

- Los Masters tendrán entre 60 y 120 créditos, dedicados a la formación avanzada académica o profesional, especializada o multidisciplinar, o a la iniciación a la investigación.
- Los estudios oficiales de Master se organizarán y realizarán mediante el procedimiento que establezca cada universidad.
- Su implantación necesita informe favorable de la Comunidad Autónoma y del Consejo de Coordinación Universitaria.
- El título de Master es oficial y con validez en todo el territorio nacional.

Master

PostGrado

RD

## La estructura de los estudios

### Dos niveles progresivos: Grado y Postgrado

- Tienen como finalidad la formación avanzada del doctorando en técnicas de investigación.
- La formación podrá organizarse en cursos, seminarios u otras actividades dirigidas a la formación investigadora. Incluirá la elaboración y presentación de la Tesis Doctoral.
- Realizados 60 créditos en programas oficiales de postgrado o teniendo el título de Master podrá solicitar su admisión en el Doctorado, si ha completado un mínimo de 300 créditos en el conjunto de estudios de Grado y Postgrado.
- El grado de Doctor representa el nivel más elevado en educación superior y acredita el más alto rango académico.

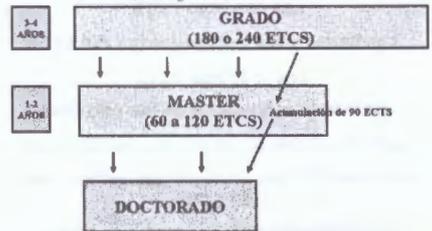
Doctorado

PostGrado

RD

## ESPAÑA

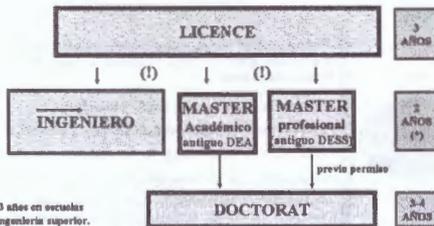
Edad de ingreso en la universidad: 18 años



Proyectos de Reales Decretos, diciembre de 2003

## FRANCIA

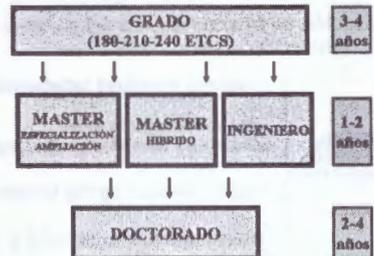
Edad de ingreso en la universidad: 18-19 años



(\*) 3 años en escuelas de Ingeniería superior. Se accede tras dos años previos en otra institución.

## ALEMANIA

Edad de ingreso en la universidad: 19 años



## ITALIA

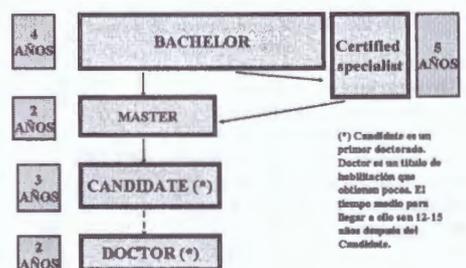
Edad de ingreso en la universidad: 19 años



Reforma de 1999

## RUSIA

Edad de ingreso en la universidad: 17-18 años



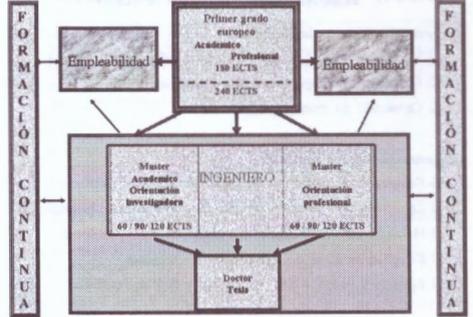
(\*) Candidato es un primer doctorado. Doctor es un título de habilitación que obtienen pocos. El tiempo mínimo para llegar a ello son 12-15 años después del Candidato.

## La estructura de las enseñanzas

Un esquema flexible pero comparable



## La estructura de las titulaciones



## La formación del profesorado ante el reto del EEES

## Un sistema de innovación y de formación

- El ECTS es un intento de estructurar el sistema de enseñanza-aprendizaje como una actividad formativa que pone el énfasis en la actividad del alumno.

- Sería un error contraponer la enseñanza del docente a la actividad de aprendizaje del alumno.

- Hay que evitar malas prácticas docentes pero no la buena docencia, y entender que el aprendizaje tiene otros caminos, otros tiempos y otras oportunidades que no son el tiempo del profesor en la hora de clase.

- El cambio pedagógico que reclama el ECTS es una apelación a reestructurar las actividades de aprendizaje de los estudiantes, y las de enseñanza del profesor/a, así como los tiempos a invertir en ellas, en unos determinados espacios y utilizando unos recursos determinados.

## Un sistema de innovación y de formación

- El reto consiste en establecer un sistema flexible que permita imaginar diversas situaciones de enseñanza-aprendizaje

-Niveles de intervención en el proceso enseñanza-aprendizaje:

- Actividades
- Tiempos
- Recursos
- Espacios

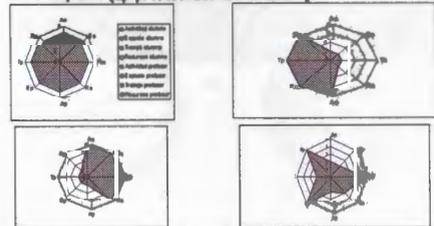
-Agentes del proceso enseñanza-aprendizaje:

- Profesorado
- Alumnado
- Responsables Institucionales
  - o Departamentos
  - o Centros
  - o Rectorado

## Un sistema de innovación y de formación

-Niveles (ejes) de intervención en el proceso enseñanza-aprendizaje:

- Actividades (Ap:profesorado -Aa:alumnado)
- Tiempos (Tp:profesorado -Ta:alumnado)
- Recursos (Rp:profesorado -Ra:alumnado)
- Espacios (Ep:profesorado -Ea:alumnado)



## Exigencias a las que la tarea docente ha de dar respuesta

-Evolución rápida de la sociedad en lo referente a sus estructuras, su organización, su sistemas productivos y de distribución e intercambio: Exige una formación profesional nueva y cambiante.

-La evolución acelerada del conocimiento científico, tecnológico, cultural y de comunicación: Exige enfatizar el valor de aprender a aprender durante toda la vida.

-Desarrollo continuo del conocimiento profesional del docente: Exige la reflexión sobre su práctica docente, su formación y su actualización.

En consecuencia, el objetivo esencial de la formación en la educación superior ha de ser capaz de:

-Preparar ciudadanas y ciudadanos con:

- conocimientos, capacidades y habilidades generales y relativas a parcelas específicas del saber, que garanticen un ejercicio profesional competente.
- competencia en el ejercicio de dichos conceptos, procedimientos y actitudes en situaciones prácticas, y en la resolución de problemas vinculados al ejercicio de la profesión.

## Habilidades y competencias

-Competencias genéricas:

- Capacidad de analizar y sintetizar
- Capacidad de organizar y planificar
- Capacidad de plantear y resolver problemas
- Capacidad para tomar decisiones fundamentadas

-Competencias sistémicas:

- Capacidad de aplicar conocimientos en situaciones prácticas
- Capacidad de aprender
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
- Capacidad de liderazgo
- Habilidad para trabajar de forma autónoma
- Habilidad para indagar/investigar
- Creatividad

## Habilidades y competencias

### -Competencias instrumentales básicas:

- Habilidades en técnicas de comunicación, oral y escrita
- Capacidad para gestionar la información
- Capacidad de manejo de ordenadores

### -Competencias interpersonales:

- Capacidad de crítica y autocrítica
- Capacidad de trabajar en grupo y equipos interdisciplinarios
- Habilidades comunicación con expertos de otras áreas
- Compromiso ético con los problemas sociales
- Aprecio y respeto a la diversidad y multiculturalidad

## Exigencias para el profesor/a universitarios

- Responder a las exigencias del conocimiento disciplinar e interdisciplinar.
- Ser capaz de concretar y acomodar los programas a situaciones peculiares y cambiantes del grupo de estudiantes.
- Establecer estrategias metodológicas de enseñanza y evaluación.
- Diseñar y desarrollar materiales didácticos presenciales y virtuales.
- Planificar adecuadamente las actividades y sus ritmos.
- Organizar la utilización eficiente de los espacios y los tiempos.
- Ser capaz de diagnosticar y hacer el seguimiento del aprendizaje del individuo y del grupo.

### -En definitiva: Ser capaz de:

- Planificar
- Desarrollar
- Evaluar
- Revisar

Su práctica docente y la eficiencia de su intervención

## Objetivos y procedimientos

### -OBJETIVOS

- Estimular el aprendizaje relevante en contenidos y métodos del correspondiente ámbito del saber de la titulación.
- Fomentar el desarrollo de la curiosidad intelectual, la indagación, el contraste, la iniciativa, la creatividad, ...
- Promover la adquisición de capacidades y hábitos de estudio, el trabajo cooperativo, la resolución de problemas prácticos y la transferencia del conocimiento.
- Estimular actitudes de respeto y comprensión de la complejidad fundamentada de la realidad de cada ámbito del conocimiento.

### -PROCEDIMIENTOS

- Promover una enseñanza no masificada, basada en grupos más reducidos y flexibles, así como la enseñanza más personalizada.
- Promover un conocimiento teórico, práctico y aplicado conectado con la realidad, promoviendo la resolución de problemas y situaciones de escenarios reales que ayuden a comprenderla.
- Provocar un aprendizaje activo y cooperativo.

## Objetivos y procedimientos

### -PROCEDIMIENTOS

- Promover hábitos de contraste de opiniones e interpretaciones.
- Utilizar estrategias metodológicas variadas y flexibles, orientadas a la consecución de los objetivos planteados en las diferentes actividades planificadas.
- Utilizar las TICs como instrumentos facilitadores del aprendizaje y de la comunicación de los estudiantes.
- Conceder un papel relevante a las tutorías individuales y grupales.
- Evaluar el aprendizaje de los estudiantes con técnicas capaces de valorar los conocimientos, habilidades y actitudes asociados a las competencias personales y profesionales.
- Utilizar la evaluación de los aprendizajes como un instrumento al servicio del aprendizaje, y de la revisión de los procesos y métodos de enseñanza-aprendizaje aplicados.
- Conveniencia de integrar los procedimientos y métodos didácticos de las enseñanzas presencial y virtual.

## La evaluación de la docencia: como instrumento de potenciación de la función docente

## Objetivos y Características de la evaluación docente

### □ Objetivos:

- o Mejorar los objetivos, recursos, procesos y resultados de la función docente individual, colectiva e institucional.
- o Incrementar el reconocimiento y la valoración efectivos de la función docente.

### □ Características básicas de los sistemas de evaluación de la docencia del profesor o la profesora:

- o Deben tener una dimensión múltiple en sus fuentes de información.
- o Deben tener una dimensión temporal en sus fuentes de información.
- o Deben ser consensuados y ampliamente aceptados.
- o Deben tener consecuencias individuales y colectivas.
- o Deben incentivar la mejora de la calidad docente.
- o Deben estar certificados por órganos externos acreditados por su competencia (no sólo por las leyes).

## 3. Experiencia docente

### 3.1. Trayectoria docente universitaria

- Dedicación docente en años de experiencia
- Docencia acreditada en 1er y 2º ciclo
- Docencia acreditada en 3er ciclo
- Dirección de proyectos fin de carrera, tesinas, DEA ...

### 3.2. Informes de evaluación

- Evaluación por responsables académicos, según modelos oficiales
- Evaluación por alumnado y egresados
- Evaluación por pares de prestigio, externos a la institución

## 3.4. Publicaciones de carácter docente

- Artículos en revistas
  - Libros en editoriales con ISBN
  - Capítulos de libros en editoriales con
  - Ponencias en Congresos recogidas en Actas
  - Comunicaciones y posters en Congresos recogidas en Actas
  - Patentes, modelos de utilidad de carácter pedagógico
- ### 3.5. Otras
- Becas, bolsas y ayudas para formación docente

## Los nuevos programas europeos La cooperación interuniversitaria



## ERASMUS MUNDUS 2004- 2008

### Objetivo general

- Promover la calidad de la enseñanza superior europea favoreciendo la cooperación con terceros países, con objeto de mejorar el desarrollo de recursos humanos y de promover el diálogo y la comprensión entre los pueblos y culturas

### Objetivos específicos

- Enseñanza superior de calidad como valor añadido europeo, atractivo más allá de sus fronteras
- Permitir adquirir cualificación y experiencia en la UE a titulados superiores
- Desarrollar una cooperación más estructurada y mayor movilidad entre la UE y terceros países
- Aumentar la accesibilidad y mejorar el perfil y visibilidad de la enseñanza en la UE

Financiación ⇨ 230 millones de euros

Decision N° 25172/2004/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 7 de diciembre de 2003

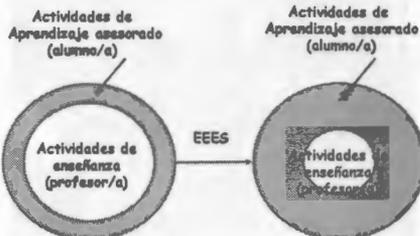
## ERASMUS MUNDUS 2004- 2008

- Acción 1 : Máster Europeos  
Etiqueta de excelencia protegida "ERASMUS Mundus"  
Duración media 15 meses, duración máxima 20 meses (60/90/120 ECTS)
- Acción 2 : Becas a estudiantes de fuera de Europa para la realización de los másters europeos  
Profesores visitantes
- Acción 3 : Asociaciones con centros de enseñanza superior de países terceros: másters conjuntos con terceros países  
Movilidad europea estudiantes y profesores hacia terceros países
- Acción 4 : Mejora de la capacidad de atracción de la enseñanza superior europea
- Acción 5 : Medidas de apoyo técnico

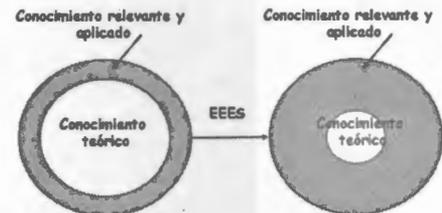
## ERASMUS MUNDUS 2004- 2008

- Acción A : Máster de la Unión Europea  
Etiqueta de excelencia (20 másters, 2 MEuros por año)  
Duración media 15 meses, duración máxima 20 meses (90/120 ECTS)
- Acción B : Becas a estudiantes de fuera de Europa para la realización de los másters europeos (2000 becas, 68 MEuros por año)  
Profesores visitantes (62 MEuros por año)
- Acción C : Asociaciones con centros de enseñanza superior de países terceros: másters conjuntos con terceros países. (9 MEuros por año)  
Movilidad europea estudiantes y profesores hacia terceros países
- Acción D : Mejora de la capacidad de atracción de la enseñanza superior europea (3 MEuros por año)

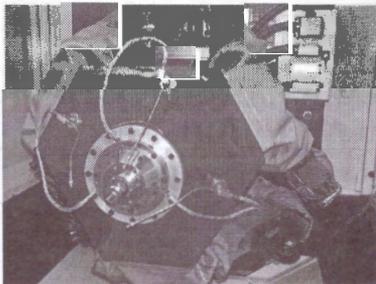
## Conclusiones



## Conclusiones

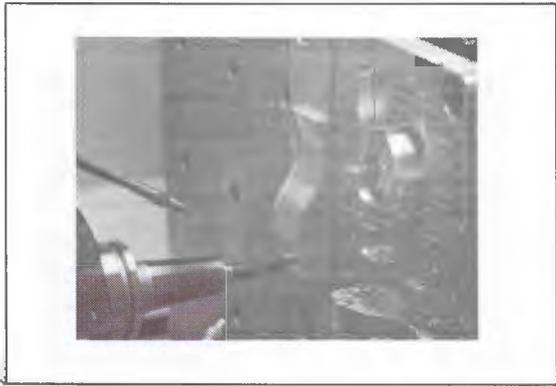


## L'HEXAPODE DE L'ENIM



## HEXAPODE UTGV





**POSTE DE TRAVAIL TP**



**VISOCONFERENCES**



**UTGV**



**60% DE TP**



**❑ MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN**





*Conferencia*

*Articulación de los Niveles Técnico Profesional,  
Tecnológico y de Ingeniería*

**Louis A. Martín-Vega**

Decano Facultad de Ingeniería, Universidad del Sur de Florida, USA

**Rafael A. Pérez**

Vice Director de Ciencias de Computación, Universidad del Sur de Florida, USA

## LOS NIVELES EN USA

- Técnico Profesional      *"technician"*  
2 años
- Tecnólogo      *"Engineering Technologist"*  
2 años  
4 años
- Ingeniero      *"Engineer"*  
4-5 años

## COLEGIOS UNIVERSITARIOS EN USA

### "Community Colleges"

- 2 años de universidad
  - programas de títulos
  - programas de transferencia universitaria

## TÉCNICO PROFESIONAL

- Programa de 2 años
- Instituciones Técnicas Profesionales
- Colegios universitarios
  - Más cursos de Humanidades, Ciencias Sociales, Inglés
- No son acreditados por ABET

## TECNÓLOGOS

- Programas de 2 y 4 años
- Colegios universitarios
- Universidades
- Pueden ser acreditados por ABET

## INGENIERÍA

- Programas de 4-5 años
- Maestría
- PhD
- Universidades
- Acreditados por ABET

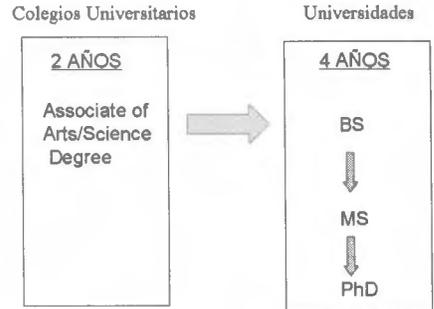
## LO QUE ES COMÚN

- Cursos de 1º y 2º año tienen numeración uniforme
- Cursos de colegios universitarios son aceptados en las universidades
- Los mismos requisitos de educación general para ingenieros y tecnólogos
- ABET acredita programas de tecnología de 2/4 años y los de ingeniería

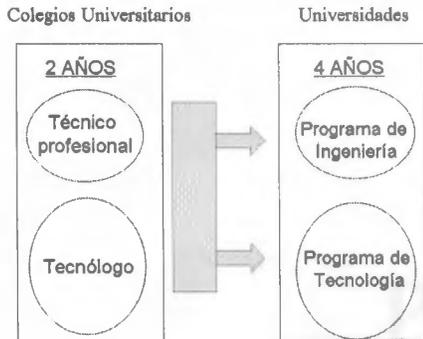
## LO QUE ES DIFERENTE

- Más matemáticas y química para ingenieros
- Cursos de especialización
- Acreditación

## ARTICULACIÓN PRINCIPAL



## ARTICULACIÓN



## OPORTUNIDADES

*The Chronicle of Higher Education – 8 de sept, 2005*

- Reclutamiento
  - “20 % de ingenieros obtuvieron  $\geq 10$  créditos en colegios universitarios”
  - “40% de graduados con BS y MS en 1999 y 2000 asistieron a colegios universitarios”
  - “Existe un mayor porcentaje de minorías étnicas en colegios universitarios”

## SUGERENCIAS

*The Chronicle of Higher Education – 8 de sept, 2005*

- Mejorar el sistema de transferencia de créditos
- Crear procedimientos formales para mejor comunicación entre los colegios universitarios y las universidades
- Mejorar esfuerzos de cooperación para reclutamiento

**Ponencias**

---

**Nacionales**



## *Conferencias*

- *El Modelo de Formación de Ingenieros en Colombia*
- *Resultados de las Estratégias de Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior*



### **Javier Botero Álvarez**

Viceministro de Educación Nacional

Ingeniero Civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá. Ph. D. en Física de University Baton Rouge. (Louisiana. EE. UU.). Director de Educación Superior del Ministerio de Educación Nacional, 2002. Profesor Titular de la Escuela Colombiana de Ingeniería. Investigador en Sistemas Complejos, Física Atómica, Condensación de Gases Cuánticos, Profesor Visitante en la Universidad de Ulm en Alemania y Universidad de Tennessee en EE. UU., Director de Datos Atómicos y Moleculares en el Organismo Internacional de Energía Atómica.



Libertad y Orden

Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia

Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



## "El Modelo de Formación de Ingenieros en Colombia"

Javier Botero Álvarez  
Viceministro de Educación Superior  
Cartagena, septiembre 21 de 2005

Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



## "El Modelo de Formación de Ingenieros en Colombia"

1. Panorama Internacional
2. La Autonomía Universitaria
3. Elementos Principales

Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



### CONSIDERACIONES

1. Rápida expansión
2. Gran heterogeneidad y diversidad en la oferta y la demanda
3. Globalización
4. Esfuerzos regionales de homogenización por competencias (Bologna L-M-D, Tunning, 6x4)
5. Tendencia hacia reconocimiento de sistemas de acreditación y aseguramiento de calidad más que de contenidos curriculares
6. Establecimiento de redes de instituciones, programas, centros y grupos de investigación y organismos acreditadores
7. Titulaciones intermedias

Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



### Duración promedio de los programas de Ingeniería en diferentes países

- América Latina 5 años (Promedio)
- Estados Unidos, Canadá 4 años (BS o BE)
- Francia 3 años (Después de DEUG -2 años-, Equivale a Master)
- España 2 años - Los títulos de Ingeniería pertenecen al llamado 2do ciclo, el cual exige haber cursado estudios de 1er ciclo (3 años para título de Ingeniero Técnico)

Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



## El Modelo de Formación de Ingenieros en Colombia

1. Panorama Internacional
2. La Autonomía Universitaria
3. Elementos Principales





## AUTONOMÍA UNIVERSITARIA

### 1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE 1991

#### Artículo 69

Se garantizará la autonomía universitaria. Las universidades podrán darse sus propias directivas y regirse por sus propios estatutos, de acuerdo con la ley.

#### Artículo 67

La Educación es un derecho público que tiene una función social.

Corresponde al Estado regular y ejercer la suprema inspección y vigilancia de la educación con el fin de velar por su calidad, por el cumplimiento de sus fines y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos ..."

RELACIÓN DERECHO-DEBER POR CUANTO SU RECONOCIMIENTO Y SU LIMITACIÓN ESTÁ CONTENIDA EN LA MISMA CONSTITUCIÓN.



## AUTONOMÍA UNIVERSITARIA

### 2. LEY 30 de 1992

Libre desarrollo de las tres funciones principales: Docencia, Investigación y Extensión

#### Artículo 28

La autonomía universitaria en la Ley 30 se concibe como la capacidad de las universidades a darse y modificar sus estatutos, designar sus autoridades académicas y administrativas, crear, organizar y desarrollar sus programas académicos, definir y organizar sus labores formativas, académicas, docentes, científicas y culturales, otorgar los títulos correspondientes, seleccionar a sus profesores, admitir a sus alumnos y adoptar sus correspondientes regímenes y establecer, arbitrar y aplicar sus recursos para el cumplimiento de su misión social y de su función institucional.

#### Artículos 31 y 32

Fomento, inspección y vigilancia



## El Modelo de Formación de Ingenieros en Colombia

1. Panorama Internacional
2. La Autonomía Universitaria
3. Elementos Principales



## Elementos Principales

1. Movilidad, flexibilidad y articulación
2. Formación por competencias
3. Mejoramiento continuo



### 1.1 Movilidad, Articulación y Flexibilidad



### 1.2 Estructuración de programas en créditos Académicos

**Antecedente Inmediato**  
Decreto 880 de  
Es retomado por el  
Decreto 2566 de  
2003

**Antecedente Remoto**  
Unidades de Labor  
Académica, ULA's  
Prioridad sobre el trabajo del  
o con el docente. Su  
aplicación no fue  
satisfactoria.



## 1.2 Estructuración de programas en créditos Académicos

**Crédito: unidad de medida del trabajo académico**

Deben estar acompañadas de procesos de acompañamiento y de estímulo al trabajo formativo autónomo del estudiante.

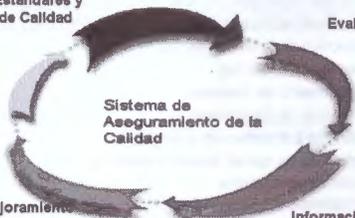
Énfasis en procesos de aprendizaje más que de enseñanza.



## 3. Mejoramiento Continuo

Definición de Estándares y Condiciones de Calidad

Evaluación



Planes de mejoramiento

Información y Análisis



## SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD



## 2. Formación por Competencias

Competencias Generales

- Comunicativas
- Matemáticas
- Científicas
- Ciudadanas

Competencias Laborales

- Profesionales generales
- Específicas



## Evaluación integral y continua

Estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingreso (ICFES)</li> <li>• Permanencia (IES)</li> <li>• Finalización (ECAES)</li> </ul>
Programas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación (CONACES)</li> <li>• Funcionamiento (CONACES)</li> <li>• Acreditación Alta Calidad (GNA)</li> </ul>
Instituciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación (CONACES)</li> <li>• Funcionamiento (CONACES)</li> <li>• Acreditación Institucional (GNA)</li> </ul>



¡MUCHAS GRACIAS!





Libertad y Orden

Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia

## Resultados de las Estrategias de Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior

Javier Botero Álvarez  
Viceministro de Educación Superior  
Cartagena, Septiembre 21, 2005

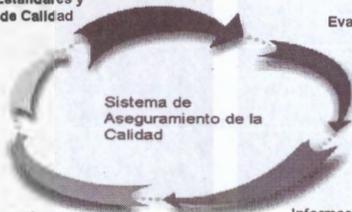
jbotero@mineducacion.gov.co



### Ciclo de Calidad de la Educación Superior

Definición de Estándares y  
Condiciones de Calidad

Evaluación



Planes de mejoramiento

Información y  
Análisis



### Aseguramiento y Mejoramiento de la Calidad

- **Garantía de Calidad:**
  - Protección de los estudiantes
  - Protección de la sociedad
- **Fomento de la Calidad:**
  - Mejoramiento del Sistema
  - Búsqueda de Excelencia
- **Provisión de Información y Análisis:**
  - Reducción de asimetrías de información
  - Rendición de Cuentas
  - Transparencia
  - Referentes



### Sistema de Evaluación

Estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingreso (ICFES)</li> <li>• Permanencia (IES)</li> <li>• Finalización (ECAES)</li> </ul>
Programas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación (CONACES)</li> <li>• Funcionamiento (CONACES)</li> <li>• Acreditación Alta Calidad (CNA)</li> </ul>
Instituciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación (CONACES)</li> <li>• Funcionamiento (CONACES)</li> <li>• Acreditación Institucional (CNA)</li> </ul>



### SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD





### AVANCES

- **Condiciones Mínimas de Calidad (CONACES):**  
1.704 programas con registro calificado  
1.607 programas en proceso de evaluación.
- **Registros Simples otorgados:** regularización de 9.800 estudiantes de 153 programas
- **Acreditación de alta calidad (CNA):** 49 programas de alta calidad en 2003 y 22 en 2004. En curso: 495



### REGISTROS CALIFICADOS

Nivel de formación	Registros calificados
TÉCNICOS	34
TECNOLÓGICOS	131
UNIVERSITARIOS	519
ESPECIALIZACIÓN	33
MAESTRÍA	5
DOCTORADO	2
<b>TOTAL</b>	<b>723</b>

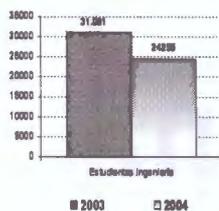


### ECAES: Exámenes de Calidad de la Educación Superior

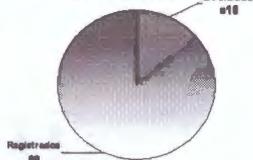
Evaluar el nivel de competencias desarrolladas por los estudiantes de último año de los programas de formación profesional, para aportar información a las instituciones de educación superior acerca de sus fortalezas y debilidades como proyecto educativo.



Número de Estudiantes que Presentaron ECAES en Ingeniería



Programas Evaluados Vs. Existentes por Denominación



### Programas en proceso de Evaluación para registro calificado

Nivel de formación	En Sala	Amue	Vieja
TÉCNICOS	20	12	8
TECNOLÓGICOS	48	25	25
UNIVERSITARIOS	133	20	108
ESPECIALIZACIÓN	13	3	9
MAESTRÍA	0	0	2
DOCTORADO	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>426</b>	<b>60</b>	<b>154</b>



### PROGRAMAS ACREDITADOS ÁREA DE INGENIERÍAS

Nivel de formación	No. de programas
TÉCNICOS	6
TECNOLÓGICOS	14
UNIVERSITARIOS	80
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>



### Antecedentes ECAES Ingeniería

- Fueron diseñados por la comunidad académica bajo la coordinación de ACOFL
- Primera aplicación: 2002 – Ingeniería Mecánica.
- Segunda aplicación 2003: 105 programas en 16 áreas.



### Participación de Ingeniería en los ECAES

	Estudiantes	Egresados	Total
<b>Total Evaluados</b>	<b>57541</b>	<b>1360</b>	<b>58901</b>
<b>Ingenierías</b>	<b>30549</b>	<b>532</b>	<b>31081</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>53,1</b>	<b>39,1</b>	<b>52,8</b>

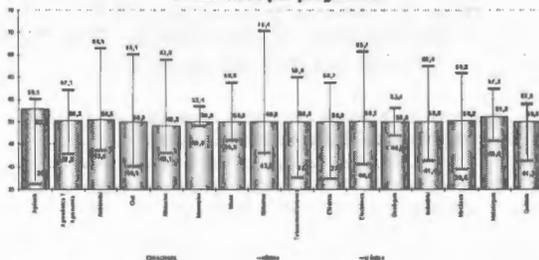


## Detalle por programas

PROGRAMA	Estudiantes	Egresados
ING. AGRONÓMICA Y AGRONOMÍA	854	84
ING. DE TELECOMUNICACIONES	451	1
INGENIERÍA AGRÍCOLA	222	4
INGENIERÍA AMBIENTAL	2113	44
INGENIERÍA CIVIL	3693	33
INGENIERÍA DE ALIMENTOS	777	30
INGENIERÍA DE MATERIALES	82	1
INGENIERÍA DE MINAS	208	0
INGENIERÍA DE SISTEMAS	8332	208
INGENIERÍA ELÉCTRICA	793	8
INGENIERÍA ELECTRÓNICA	3608	43
INGENIERÍA GEOLÓGICA	114	0
INGENIERÍA INDUSTRIAL	6149	86
INGENIERÍA MECÁNICA	1770	8
INGENIERÍA METALÚRGICA	122	4
INGENIERÍA QUÍMICA	1073	23
TOTAL INGENIERÍAS	30549	532
TOTAL GENERAL	67641	1360



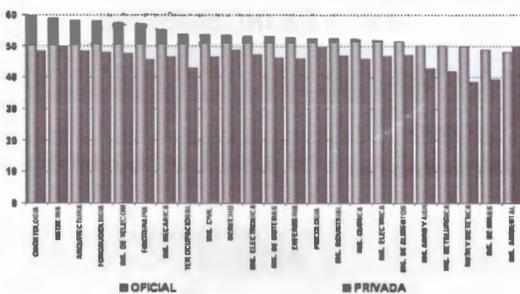
## Promedios máximos y mínimos nacionales ECAES 2004 por programas



Fuente: ICOPES. Cálculos MEN.



## Resultados ECAES IES Oficiales y Públicas 2002 - 2004



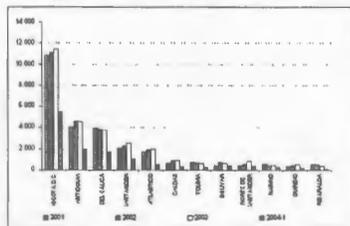
## GRADUADOS COLOMBIA Observatorio Laboral para la Educación

## OBSERVATORIO LABORAL PARA LA EDUCACIÓN

- Base estadística sobre profesionales graduados por: i) área de conocimiento, ii) nivel, iii) distribución geográfica e iv) institución.
- Condiciones de inserción laboral de los profesionales: i) ingresos, ii) % empleabilidad, iii) ocupación y iv) satisfacción.
- Monitoreo de las tendencias del mercado laboral de profesionales.
- Avances: En desarrollo. Resultados en mayo del 2005.

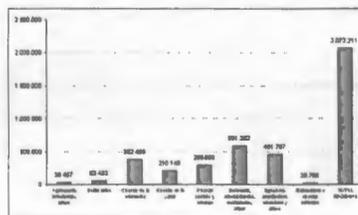


## Área de Conocimiento: Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines Total graduados por año, según departamento



Fuente: Base de Datos de Ingresos IES, año 2005  
En estos departamentos para los años 2001 a 2004-1 se concentran el 92% de los graduados en el AC Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines

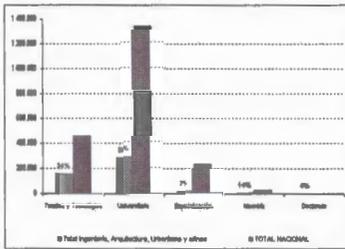
## Inventario de Graduados 1964 - 2004, según Área del Conocimiento



Fuente: Observatorio Laboral para la Educación, MEN



Área de Conocimiento: Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines  
Inventario de Graduados 1964 – 2004, según nivel de formación



Fuente: Observatorio Laboral y de Formación, 2004

Área de Conocimiento: Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines  
Inventario de Graduados 1964 – 2004, según nivel de formación

Nivel de Formación	Tercer y Cuarto	Quinto	Sexto	Séptimo	Octavo	Total
Ingeniería de sistemas, biotecnología y afines	6.202	4.000	6.400	600	0	17.202 (2,9%)
Ingeniería industrial y afines	10.700	10.800	1.520	1.400	0	34.420 (5,8%)
Ingeniería civil y afines	10.200	27.200	1.800	1.100	0	40.300 (6,7%)
Arquitectura y afines	10.000	27.600	200	200	0	38.000 (6,3%)
Ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines	11.200	10.800	1.800	120	0	23.920 (4,0%)
Ingeniería eléctrica y afines	6.800	30.800	270	200	0	38.070 (6,3%)
Ingeniería eléctrica y afines	7.200	10.000	450	400	0	18.050 (3,0%)
Ingeniería agropecuaria, dietética y afines	6.200	6.000	200	20	0	12.420 (2,1%)
Ingeniería agropecuaria, pecuaria y afines	6.500	6.100	10	0	0	12.610 (2,1%)
Ingeniería química y afines	1.000	11.800	150	1.400	0	14.350 (2,4%)
Ingeniería mecánica, aeronáutica y afines	2.800	6.100	1.100	270	0	10.270 (1,7%)
Ingeniería mecánica, aeronáutica y afines	1.100	8.000	120	100	0	9.320 (1,6%)
Ingeniería química, biotecnología y afines	1.100	6.000	60	10	0	7.170 (1,2%)
Ingeniería aeronáutica y afines	20	4.700	100	20	0	4.820 (0,8%)
Otros ingenieros	40	1.100	300	10	0	1.450 (0,2%)
Ingeniería arquitectónica y afines	200	200	0	0	0	400 (0,1%)
<b>Total Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines</b>	<b>102.800</b>	<b>300.700</b>	<b>16.900</b>	<b>4.900</b>	<b>0</b>	<b>425.300</b>
<b>Total</b>	<b>400.000</b>	<b>1.300.000</b>	<b>200.000</b>	<b>50.000</b>	<b>0</b>	<b>2.000.000</b>

Fuente: Observatorio Laboral y de Formación, 2004



Área de Conocimiento: Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines  
Graduados 2001 – 2004-1, Ocupados en el sector formal

NIVEL BÁSICO DEL CONOCIMIENTO	Graduados 2001		Graduados 2002		Graduados 2003		Graduados 2004-1	
	Total	Ocupados	Total	Ocupados	Total	Ocupados	Total	Ocupados
ARQUITECTURA Y AFINES	2.047	1.075	2.019	1.044	2.222	1.068	1.139	604
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA Y AFINES	416	259	708	502	757	524	387	291
INGENIERÍA AGRÍCOLA, FORESTAL Y AFINES	280	115	200	100	211	161	199	90
INGENIERÍA AERONÁUTICA, AERONÁUTICA Y AFINES	709	462	770	490	820	494	500	288
INGENIERÍA AERONÁUTICA, AERONÁUTICA Y AFINES	626	300	487	240	801	395	290	121
INGENIERÍA AMBIENTAL, SANITARIA Y AFINES	737	611	734	520	1.070	689	771	404
INGENIERÍA BIOMÉDICA Y AFINES	90	48	130	60	180	110	197	108
INGENIERÍA CIVIL Y AFINES	2.689	1.627	3.088	1.880	3.062	1.864	2.646	1.671
INGENIERÍA DE MINAS, METALURGIA Y AFINES	344	210	300	190	420	267	314	190
INGENIERÍA DE SISTEMAS, TELEMÁTICA Y AFINES	8.247	6.434	8.236	6.400	9.797	6.647	6.488	3.254
INGENIERÍA ELÉCTRICA Y AFINES	890	700	900	670	916	633	610	380
INGENIERÍA ELÉCTRICA, TELECOMUNICACIONES	2.870	1.744	3.200	2.020	3.620	2.220	2.420	1.480
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y AFINES	4.807	3.217	6.200	3.700	6.600	3.770	5.480	3.260
INGENIERÍA MECÁNICA Y AFINES	1.520	890	1.600	1.000	1.800	1.060	1.140	600
INGENIERÍA QUÍMICA Y AFINES	740	480	680	440	900	620	600	370
OTROS INGENIEROS	201	120	100	50	100	60	80	40
<b>Total Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines</b>	<b>21.791</b>	<b>12.251</b>	<b>25.110</b>	<b>14.950</b>	<b>30.700</b>	<b>17.100</b>	<b>17.130</b>	<b>12.130</b>

Fuente: Observatorio Laboral y de Formación - Censo de Profesiones, ocupados en el sector formal

\* Clasificación de Ocupados: se define como ocupado aquella persona calificada al Registro Estadístico de Actividades  
\* Para obtener el total de ocupados en el sector formal

Área de Conocimiento: Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines  
Graduados 2001 – 2004-1, Ocupados en el sector formal

NIVEL BÁSICO DEL CONOCIMIENTO	Graduados 2001 - 2004-1	
	Total	Ocupados
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA Y AFINES	2.318	1.646
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y AFINES	10.820	13.056
INGENIERÍA ELÉCTRICA Y AFINES	3.671	2.376
OTROS INGENIEROS	179	122
INGENIERÍA ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y AFINES	12.269	8.964
INGENIERÍA QUÍMICA Y AFINES	2.661	1.842
INGENIERÍA MECÁNICA Y AFINES	5.920	3.719
INGENIERÍA DE SISTEMAS, TELEMÁTICA Y AFINES	21.018	13.088
INGENIERÍA AMBIENTAL, SANITARIA Y AFINES	3.422	2.365
INGENIERÍA DE MINAS, METALURGIA Y AFINES	1.264	860
INGENIERÍA CIVIL Y AFINES	11.260	6.862
INGENIERÍA AERONÁUTICA, AERONÁUTICA Y AFINES	1.730	1.000
INGENIERÍA BIOMÉDICA Y AFINES	590	347
INGENIERÍA AGRONÓMICA, PECUARIA Y AFINES	2.911	1.791
ARQUITECTURA Y AFINES	7.817	4.623
INGENIERÍA AGRÍCOLA, FORESTAL Y AFINES	1.862	629
<b>Total Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines</b>	<b>106.796</b>	<b>67.527</b>

Fuente: Observatorio Laboral y de Formación - Censo de Profesiones, ocupados en el sector formal

\* Clasificación de Ocupados: se define como ocupado aquella persona calificada al Registro Estadístico de Actividades  
\* Para obtener el total de ocupados en el sector formal



¡Gracias por su  
Atención!





*Conferencia*  
*Ecaes de Ingeniería*

**José Daniel Bogoya Maldonado**

Director General del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES)

Ingeniero Químico, Magíster en Ingeniería de Sistemas y Profesor Titular con distinción de Maestro Universitario de la Universidad Nacional de Colombia, dedicado a las áreas de termodinámica, simulación de procesos y evaluación de la calidad de la educación. Participante y Conferencista en Eventos Académicos realizados en distintas Universidades de América Latina, Estados Unidos y Europa y Autor de publicaciones en sus áreas de trabajo, las últimas con tesis propias acerca del tema de la evaluación. Responsable del diseño e implementación de proyectos de evaluación de estados de desarrollo de competencias, dirigidos a estudiantes de los niveles de educación primaria, secundaria, media y superior.

Director del Departamento de Ingeniería Química, Director del Departamento de Admisiones, Vice-Rector de Recursos Universitarios y Gerente Nacional de UNISALUD en la Universidad Nacional de Colombia



Libertad y Orden

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL  
República de Colombia



Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



### ESTRUCTURA DE PRUEBA (2003 - 2004)

Ejemplo Ingeniería Química

COMPONENTES	Nº DE PREGUNTAS POR COMPONENTE
Matemática	16
Física	11
Química	16
Humanidades	5
Económico Administrativo	6
Técnicas y Herramientas de Ingeniería	6
Termodinámica	12
Balace de Materias	7
Fenómenos de Transporte	9
Química y Diseño de Reactores	6
Operaciones Unitarias	14
Control	5
Diseño y Análisis de Procesos	5
Comprensión Lectora	20
<b>Nº total de preguntas</b>	<b>140</b>



Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



### TIPOS DE .....

- **Tipo VIII**, una afirmación y una razón, donde:
  - Si la afirmación y la razón son verdaderas y la razón explica la afirmación, respuesta: **A**
  - Si la afirmación y la razón son verdaderas y la razón NO explica la afirmación, respuesta: **B**
  - Si la afirmación es verdadera, pero la razón es una proposición FALSA, respuesta **C**
  - Si la afirmación es FALSA pero la razón es una proposición VERDADERA, respuesta **D**
  - Si tanto la afirmación como la razón son FALSAS, respuesta **E**



Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



57. Por un ducto circular fluye un cierto caudal de un gas de baja densidad. Para el mismo caudal, si se aumenta la temperatura, disminuye la presión (Tipo VIII)

#### PORQUE

Para los gases de baja densidad, la viscosidad aumenta con la temperatura

- A. 5.9 % (-.63)
- B. 12.7 % (-.48)
- C. 9.5 % (-1.02)
- D. 40.2 % (-.85)
- E. 31.4 % (-1.00)



Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



## ECAES DE INGENIERÍA

Daniel Bogoya M.

Septiembre 23 de 2005



Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



### TIPOS DE PREGUNTA

- **Tipo I**, un enunciado y cinco opciones de respuesta (A, B, C, D, E), solo una válida.
- **Tipo IV**, un enunciado y cuatro opciones (1, 2, 3, 4).
  - Si 1 y 2 son correctas, respuesta: **A**
  - Si 2 y 3 son correctas, respuesta: **B**
  - Si 3 y 4 son correctas, respuesta: **C**
  - Si 2 y 4 son correctas, respuesta: **D**
  - Si 1 y 3 son correctas, respuesta: **E**



Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



### EJEMPLO DE ÍTEMES

27. Al calentar un gas contenido en un recipiente rígido, se produce el siguiente cambio. (Tipo I)

- A. aumento de su entropía 85.7% (.50)
- B. disminución de su grado de desorden 3.0% (-.60)
- C. aumento de su volumen 7.9% (-.64)
- D. disminución de la presión 1.3% (-1.27)
- E. disminución de la energía interna 1.9% (-.07)



Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



### METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO

1. Leer las hojas de respuestas
2. Depurar el archivo de lectura
3. Aplicar el escalograma de Guttman
4. Aplicar teoría de respuesta al ítem modelos de Rash
5. Realizar análisis estadístico de ítems
6. Estimar la dificultad de cada ítem



7. Estimar la habilidad de los evaluados
8. Asignar puntaje a cada caso de respuestas correctas
9. Asignar un puntaje a cada caso de respuestas correctas por componente
10. Establecer la calificación cualitativa.

## 2. Depurar archivos

### Sesión a sesión se establecen:

- Dobles registros
- Presentes sin respuestas
- Ausentes con respuestas
- Registros sin lectura

### Unidas las dos sesiones:

- Registros con lectura incompleta.

### Antes de procesar los datos,

- Se retiran aquellos ítems respondidos correctamente por todas las personas que presentaron la prueba o por ninguna.
- Se retiran aquellos evaluados que respondieron correctamente todos los ítems o ninguno de ellos.

## 5. Realizar el análisis estadístico de los ítems.

Con base en los indicadores de correlación, ajuste, confiabilidad frecuencia de respuesta por opción y el reporte de preguntas dudosas, se decide cuales ítems deben considerarse en la calificación.

## 1. Leer las hojas de respuestas

Captura de la información diligenciada por el usuario.

La lectura se hace sesión a sesión.  
 El resultado es un archivo texto.

## 3. Aplicar el escalograma de Guttman Detectar casos extremos.

Evaluado	Ítems									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
B	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
C	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
D	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
E	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
F	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
G	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
H	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
I	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

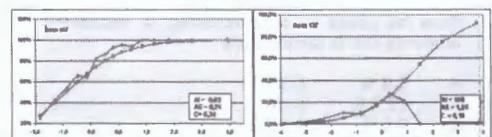
## 4. Aplicar la teoría de respuesta al ítem con un parámetro - Modelo de RASCH

Este modelo establece los indicadores que permiten analizar la confiabilidad estadística de los ítems.

## Ejemplo de curvas reales ECAES 2004

Ítem aceptado

Ítem rechazado



Curva Real  
 Curva Esperada



### 6. Estimar la dificultad de cada ítem.

Está relacionada con la probabilidad de dar una respuesta incorrecta a un ítem.

Permite determinar si el ítem es adecuado para los objetivos de la prueba.

Una medida negativa indica un ítem fácil y una positiva, un ítem difícil.

### 8. Asignar un puntaje a cada caso de respuestas correctas.

De acuerdo con la siguiente ecuación:

$$P_i = \left( \frac{H_i - \mu_H}{\sigma_H} \right) \times 10 + 100$$

donde,

- $i$  : 1,2,3,..... $x$  y  $x$  es el número de casos de respuestas correctas.
- $P_i$  : puntaje asignado a un estudiante con  $i$  respuestas correctas.
- $H_i$  : habilidad asignada a un estudiante con  $i$  respuestas correctas.
- $\mu_H$  : habilidad promedio de la población evaluada.
- $\sigma_H$  : desviación estándar de las habilidades.

### 10. Establecer la calificación cualitativa.

La escala de habilidades se divide en tres rangos:

BAJO, si  $H_{i,c} \leq \mu_{H,c} - \frac{\epsilon_c}{2}$

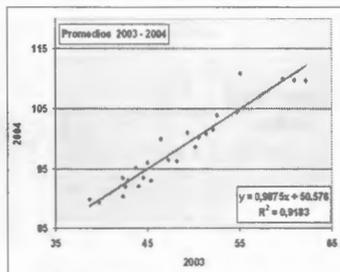
MEDIO, si la habilidad es  $\mu_{H,c} - \frac{\epsilon_c}{2} < H_{i,c} \leq \mu_{H,c} + \frac{\epsilon_c}{2}$

ALTO, si la habilidad es  $H_{i,c} > \mu_{H,c} + \frac{\epsilon_c}{2}$

donde,

- $\epsilon_c$  : error promedio de las habilidades para el componente c.
- $c$  : se refiere al componente evaluado.

### Correlación Ingeniería Mecánica



### 7. Estimar la habilidad de los evaluados.

Está relacionada con el nivel de dominio o probabilidad de dar respuestas correctas ante un conjunto de ítems.

Permite asignar un puntaje de acuerdo con el número de respuestas correctas.

Está centrada en cero.

Una habilidad negativa indica un dominio bajo y una positiva, un dominio alto.

### 9. Asignar un puntaje a cada caso de respuestas correctas por componente

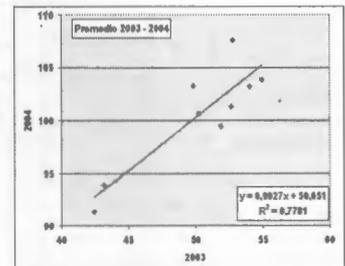
De acuerdo con la siguiente ecuación:

$$P_{i,c} = \left( \frac{H_{i,c} - \mu_{H,c}}{\sigma_{H,c}} \right) \times 1 + 100$$

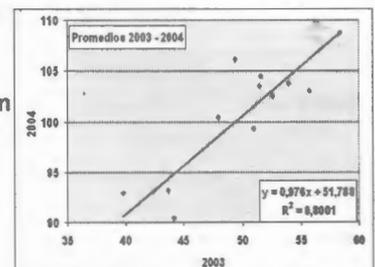
donde,

- $P_{i,c}$  : puntaje asignado a un estudiante con  $i$  respuestas correctas en el componente c.
- $H_{i,c}$  : habilidad asignada a un estudiante con  $i$  respuestas correctas en el componente c.
- $\mu_{H,c}$  : habilidad promedio de la población evaluada en el componente c.
- $\sigma_{H,c}$  : desviación estándar de las habilidades en el componente c.

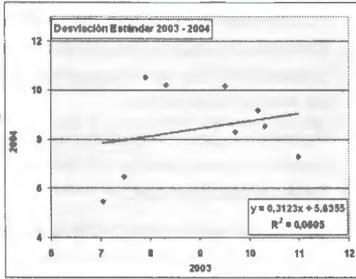
### Correlación Ingeniería Química



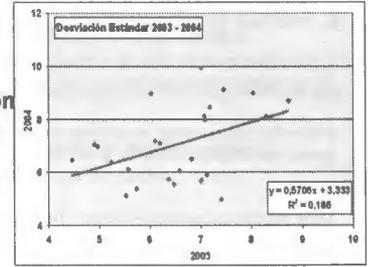
### Correlación Ingeniería Eléctrica



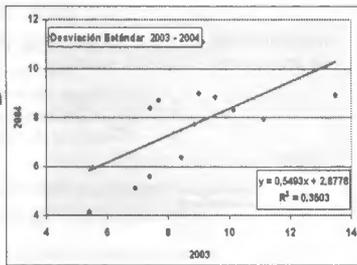
### Correlación Ingeniería Química



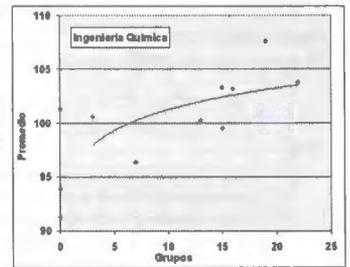
### Correlación Ingeniería Mecánica



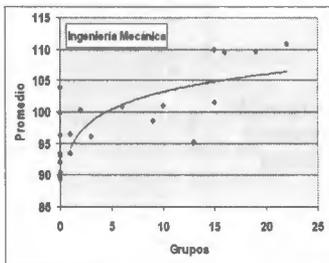
### Correlación Ingeniería Eléctrica



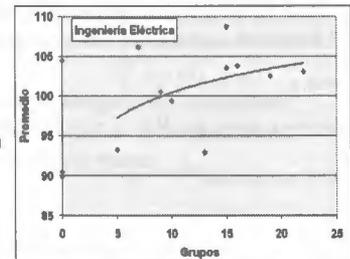
### Ecaes y Grupos de investigación Ingeniería Química



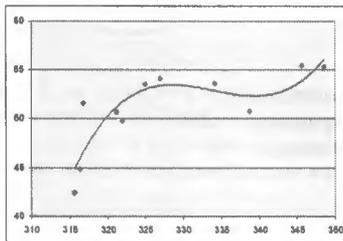
### Ecaes y Grupos de investigación Ingeniería Mecánica



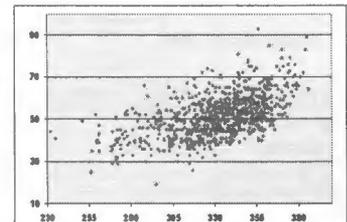
### Ecaes y Grupos de investigación Ingeniería Eléctrica



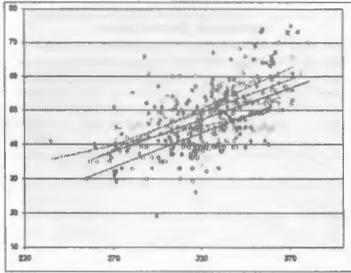
### Ecaes 2003 Icfes



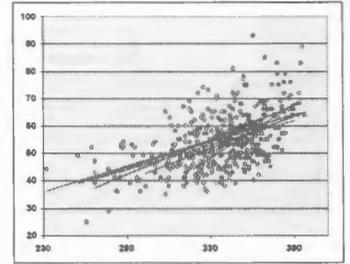
### Ecaes 2003 Icfes



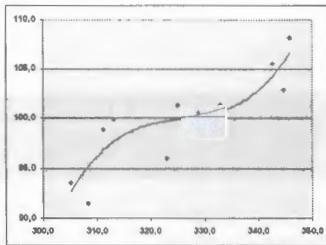
Ecaes 2003 Icfes



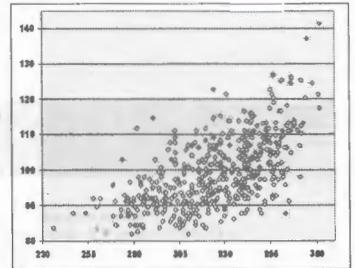
Ecaes 2003 Icfes



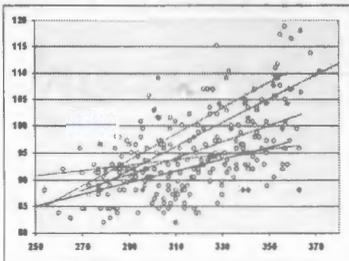
Ecaes 2004 Icfes



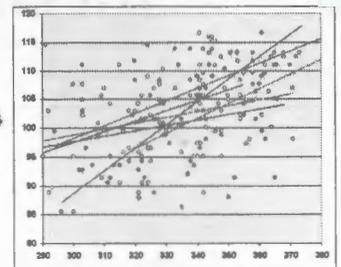
Ecaes 2004 Icfes



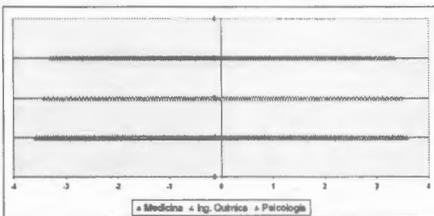
Ecaes 2004 Icfes



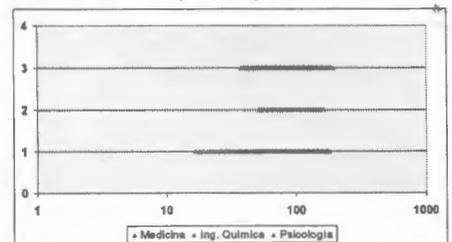
Ecaes 2004 Icfes

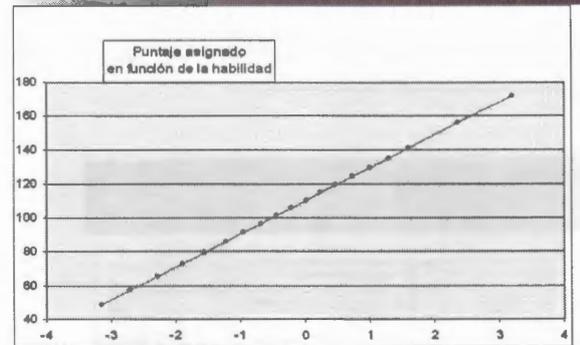
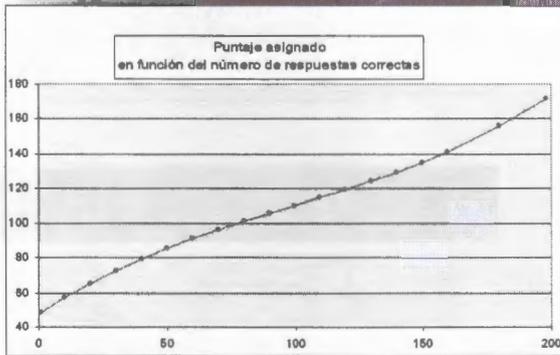
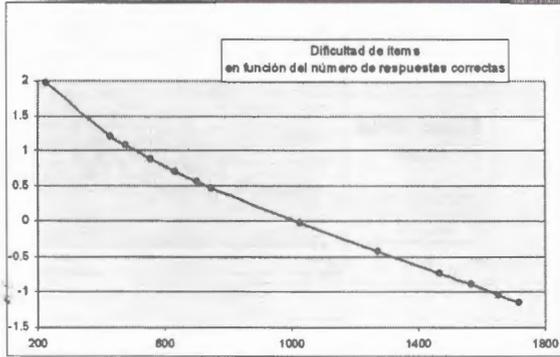


Escalas de habilidades



Escalas de puntajes





Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos



*Conferencia*

*Visión General de las Competencias Profesionales  
en Ingeniería*

**SAI**

Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos



## Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos SAI

Participación en la Reunión Nacional de  
Facultades de Ingeniería ACOFI

Conversatorio sobre la Visión Gremial de las  
Competencias Profesionales en Ingeniería

Cartagena de Indias  
Septiembre 22 de 2005

1

## Visión Futura de la Ingeniería en Colombia de la Comisión Académica de la SAI

### CONSIDERACIONES GENERALES

- Con anterioridad a la exposición sobre la visión de las competencias, es necesario considerar la visión sobre próximo futuro de la ingenierías tanto en Colombia como en el mundo globalizado.

La SAI considera que las ingenierías serán de dos visiones diferentes que se complementan y se traslapan en sus competencias

2

I. La Ingeniería de los "bienes tangibles de producción" que se refieren a la transformación de los recursos naturales por medios físicos, técnicos y que involucran la conservación del medio ambiente por medio de la aplicación de los siguientes conocimientos.

3

Ciclo 1  
de créditos

Ciencias básicas  
Máxima exigencia  
y obligatorias

Matemática  
Física  
Química  
ó Biología

4

Ciclo 2  
de créditos

Conceptos básicos de cada Ingeniería aplicados a la solución de problemas de la transformación de los recursos naturales y su conservación.

Materias tales como: mecánica, materiales, herramientas, informática y demás asignaturas de cada especialidad de la Ingeniería. Obtención de información, manejo estadístico y de proyectos. Lógica aplicada.

5

Ciclo 3  
de créditos

Conceptos complementarios requeridos para la formación integral del Ingeniero en áreas sociales, económicas, financieras políticas, administrativas y culturales. Ética y valores.

Estos conocimientos se obtendrán según la región donde se ejercerá la profesión, así como en las áreas del contexto globalizado. Capacitación en relaciones interpersonales, interprofesionales, expresión oral y escrita y dominio bilingüe. Amplia facilidad y flexibilidad en materias de este ciclo.

6

## II. INGENIERÍA DEL SERVICIO

Complementa la eficiencia de la anterior Ingeniería y las demás profesiones y actividades productivas y administrativas requeridas para la producción de bienes y servicios.

Esta Ingeniería debe emplear la lógica aplicada que se adquiere con el ejercicio y profundidad de la ciencias básicas. Tendrá los siguientes ciclos de créditos.

7

### Ciclo 1 de créditos

#### Ciencias básicas

Máxima exigencia  
y obligatorias

Matemática  
Física  
Química  
ó Biología

8

### Ciclo 2 de créditos

Conceptos amplios y profundos sobre economía, administración, matemáticas aplicadas, modelación, simulación, informática, normas labores y aspectos políticos.

Comercio Nacional e Internacional.  
Aspectos contables y financieros.  
Obtención de información y manejo estadístico y de proyectos.

9

### Ciclo 3 de créditos

#### Conceptos complementarios

Sociología y geopolítica.  
Cultura general de país y de la región donde ejercerá la profesión.  
Ética y valores. Expresión oral y escrita. Bilingüismo.

Amplios conocimientos en el manejo del trabajo Interpersonal e interprofesional. Metodología de la toma de decisiones y su práctica. Amplia facilidad y flexibilidad en materias de este ciclo.

10

## ACTIVIDAD NECESARIA PARA TODAS LAS INGENIERÍAS

Capacitación continua durante el ejercicio profesional del graduado, en las áreas requeridas de su actualización.

11

## Competencias del profesional de la Ingeniería en el mundo globalizado

### I.

- Obtener información y definir el problema.
- Plantear soluciones con alternativas técnicas, económicas y financieras.
- Proponer procesos y sistemas que conduzcan a proyectos para la solución del problema.
- Tomar decisiones y elegir la alternativa más favorable.

12

### II.

- Comunicación clara y sencilla entre personas y profesionales con diferentes actividades y especializaciones, por medios gráficos y simbólicos con complementos hablados y escritos.

13

### III.

- Evaluar la solución técnica y/o científica con los conocimientos económicos y financieros. Analizar los efectos ambientales, sociales, políticos y culturales del proyecto en la zona o región del país donde se desarrollará.

14

#### IV.

- Aceptar como normales las variaciones en la planeación, procesos y procedimientos del proyecto durante su desarrollo y puesto en marcha.

#### V.

- Cooperar al desarrollo social y a la equidad en las áreas del proyecto con un comportamiento ético que genera la paz.

16

#### VI.

- Utilizar las ciencias básicas que generan el razonamiento lógico que caracteriza al ingeniero.
- Resolver problemas con base en las anteriores competencias y los conocimientos técnicos de cada especialidad.

16

Todas las "competencias" se deben desarrollar con los procesos propuestos por los psicólogos, en la metodología ya expresada en el estudio realizado por ACOFI, para el "ICFES" en los exámenes ECAES de la Ingeniería Civil. Metodología que comprende la "Interpretación", "Argumentación" y "Proposición" las cuales conducen a racionalizar los procedimientos de aprendizaje.

17

#### CONCEPTO DE LA SAI PARA LA FORMACIÓN DEL INGENIERO

- Además de las competencias ya expuestas, la SAI conceptúa que es indispensable que los estudios de secundaria preparen con mayor intensidad en la matemática a los estudiantes que ingresaran a la Ingeniería. De no ser así se requeriría preparación adicional en las universidades.

18

- Además conceptúa la importancia de los estudios universitarios complementarios y la capacitación continua en todos los niveles para lograr la educación integral del ingeniero y su permanente actualización para poder influir positivamente en la dirección del país a través de la equidad y su desarrollo.

19

#### APORTE DE LA SAI PARA LA ARTICULACIÓN DEL INGENIERO CON EL EJERCICIO RESPONSABLE DE SU PROFESIÓN

- Creemos que debe existir una importante relación entre nuestro gremio, las entidades universitarias y las instituciones oficiales directivas de la educación a nivel nacional, regional y local, para obtener los objetivos de la formación integral de los ingenieros y definir los medios de control del ejercicio de la profesión.

20



**GRACIAS ACOFI  
POR LA INVITACIÓN  
Y A LOS PRESENTES  
POR SU ASISTENCIA**

21



## *Conferencia*

# *Algunas Experiencias en la Formación de Ingenieros*



## **Gustavo Bolaños Barrera**

Profesor Escuela de Ingeniería Química, Universidad del Valle, Colombia

Ingeniero Químico de la Universidad Nacional de Colombia, Magíster en Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander, y Ph.D. en Ingeniería Química de la Universidad de Clemson (Estados Unidos). Ha sido asociado postdoctoral en la Universidad de Clemson y en la Universidad de Michigan, en donde trabajó con Scott Fogler en la tercera edición del conocido libro Ingeniería de Reacciones Químicas.

Es profesor titular adscrito a la Escuela de Ingeniería Química de Universidad del Valle, en donde ha sido dos veces Director del Programa de Ingeniería Química. En los últimos años ha ofrecido un seminario - taller sobre Técnicas de Enseñanza para Ciencias e Ingeniería en varias facultades de Ingeniería del país, que ha llegado a más de 400 profesores universitarios.

# Algunas Experiencias en la Formación de Ingenieros

Gustavo Bolaños  
Escuela de Ingeniería Química  
Universidad del Valle

XXV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería  
Cartagena, Septiembre 22 de 2005

© 1998 Randy Glasbergen. E-mail: randy@glasbergen.com www.glasbergen.com



'Bienvenida a la Universidad. ... sé que su título es en Ingeniería y que no recibió formación para enseñar, pero a todos nos pasó lo mismo. ... buena suerte'

© 1998 Randy Glasbergen. E-mail: randy@glasbergen.com www.glasbergen.com



'Así que usted va a llenar nuestro cupo docente ... este es el programa del curso ... buena suerte'

## Algunas preguntas

- Cómo aprenden las personas?
- Cómo planear, ejecutar y evaluar un curso?
- Cómo crecer como profesor?

## Pregunta 1 Cómo aprenden las personas?

## Indicador de Myers-Briggs

- Actitud hacia flujo de energía mental
  - Extroversion vs. Introversión E vs I
- Funciones de percepción
  - Sensing vs. Intuition S vs N
- Funciones de evaluación de información
  - Thinking vs. Feeling T vs F
- Actitud hacia tiempo y espacio
  - Judgment vs. Perception J vs P

### Actitud hacia flujo de energía mental

#### EXTROVERTIDO (E)

- Confía en el aprendizaje por ensayo y error
- Puede ser impaciente con tareas largas
- Orientado a la acción
- Responde a cambios en el entorno

#### INTROVERTIDO (I)

- Quiere analizar antes de actuar
- Tiene profundidad de concentración
- Orientado a ideas
- Puede ignorar cambios en el entorno.

### Funciones de percepción

#### SENSOR (S)

- Le gusta aprender por experiencia
- Le gusta ensayar y practicar pero si no es complejo
- 'y eso ... para qué sirve?'
- Prefiere aprender lo específico antes que lo general

#### INTUIDOR (N)

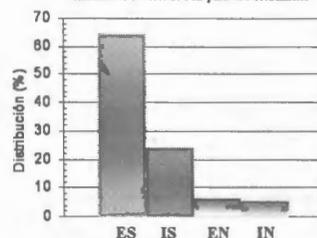
- Le gusta la innovación y lo complejo
- Se aburre con la rutina y el ensayo
- Coloca énfasis en las posibilidades
- Prefiere aprender lo general antes que lo específico

### El sistema favorece los grupos I-N

- Clases magistrales:
  - Profesor es fuente de conocimiento
  - Poca participación estudiantil
  - Material bastante simbólico (modelos matemáticos)
  - Enseñanza deductiva (es eficiente)

### A quién favorece la clase magistral?

Resultados del test de MB para 450 estudiantes



### Cómo llegar a la mayoría?

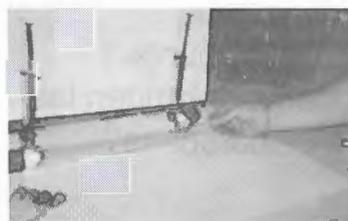
- Aprendizaje activo
  - Talleres participativos
  - Trabajo en equipo
- Aprendizaje cooperativo
- Demostraciones experimentales
- Laboratorios menos demostrativos



Papel a partir de bagazo de caña  
Taller de Ing Química (2º semestre)



Mermelada de borojó  
Taller de Ing Química (2º semestre)

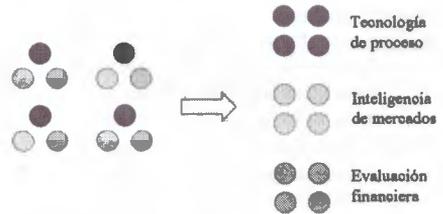


Demostración experimental: Difusión en fase gaseosa  
Fenómenos de transporte III (6º semestre)



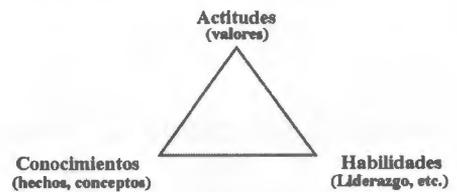
Demostración exptal: Evaporación de un líquido volátil  
Fenómenos de transporte III (6º semestre)

## Aprendizaje cooperativo



## Pregunta 2 Cómo planear y evaluar un curso?

## Sobre qué debemos trabajar?



## Habilidades deseables

- Habilidad de aprendizaje independiente e interdependiente.
- Habilidad para resolución de problemas (reales).
- Pensamiento crítico y creativo.
- Habilidad para trabajo en equipo.
- Habilidades de comunicación.
- Habilidades de autoevaluación.
- Pensamiento global e integrativo.

## Actitudes

- Participación en la sociedad
- Responsabilidad con nuevas generaciones
  - Actitud de respeto ambiental
  - Actitud de respeto social
- Comportamiento ético

Copyright 1997 World Bank. www.worldbank.com



\*El objetivo de este curso es enseñar los principios de Ingeniería\*

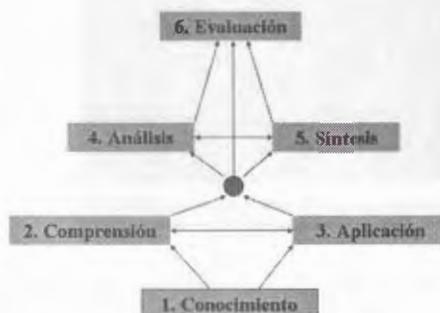
## Objetivo instruccional

- Describe el producto deseado para el proceso de enseñanza
  - El producto es un comportamiento o desempeño del alumno (diferente del que tenía antes)
  - El producto **NO** es lo que el instructor va a hacer. Es lo que el alumno va a estar haciendo al final del proceso

## Por qué es importante?

- Para el profesor un objetivo instruccional claramente formulado es clave para:
  - Seleccionar contenidos apropiados
  - Seleccionar métodos instruccionales
  - Hacer exámenes relevantes, justos.
- Para el estudiante es clave para:
  - Evaluar su progreso en el proceso de instrucción
  - Organizar sus esfuerzos de aprendizaje
  - Ser evaluado justamente sobre aspectos relevantes y medibles.

## Taxonomía de Bloom



## Diseño de Procesos Químicos

### Objetivos instruccionales

1. Seleccionar alternativas de procesamiento para una industria química
2. Evaluar alternativas de proceso desde el punto de vista técnico y económico.
3. Elaborar diagramas de flujo de proceso y establecer las condiciones de operación.
4. Presentar proyectos de diseño preliminar de procesos de industrias químicas.
5. Evaluar el desempeño técnico de un proceso y analizar los resultados de implementar modificaciones.

## Diseño de Procesos Químicos

### Habilidades que contribuye a desarrollar

1. Uso de computadores en cálculos técnicos
2. Uso de recursos de información: patentes
3. Presentación oral y escrita de material técnico
4. Trabajo en equipo

Objetivo	Actividades			
	Clases	Talleres	Confer.	Proyecto
1	X		X	
2	X	X	X	X
3	X			X
4	X	X		X
5		X		
Hab 1	X	X		X
Hab 2				X
Hab 3		X		X
Hab 4	X	X	X	X
HORAS	24	21	3	144

## Características de un buen equipo de trabajo

- Composición heterogénea
- Cumplimiento de metas en el tiempo
- Manejo apropiado de imponderables
- Distribución de tareas y coordinación
- Resolución satisfactoria de conflictos
- Habilidad de comunicación de resultados

## Trabajo en equipo

- Cada equipo lo arma el instructor
- El proyecto de diseño se establece con base en "benchmarking" (12 semanas)
- Se ofrece retroalimentación sobre trabajo en equipo en los talleres
- Se solicita autoevaluación del grupo
- Se da retroalimentación sobre comunicación (Presentaciones, memorandos)

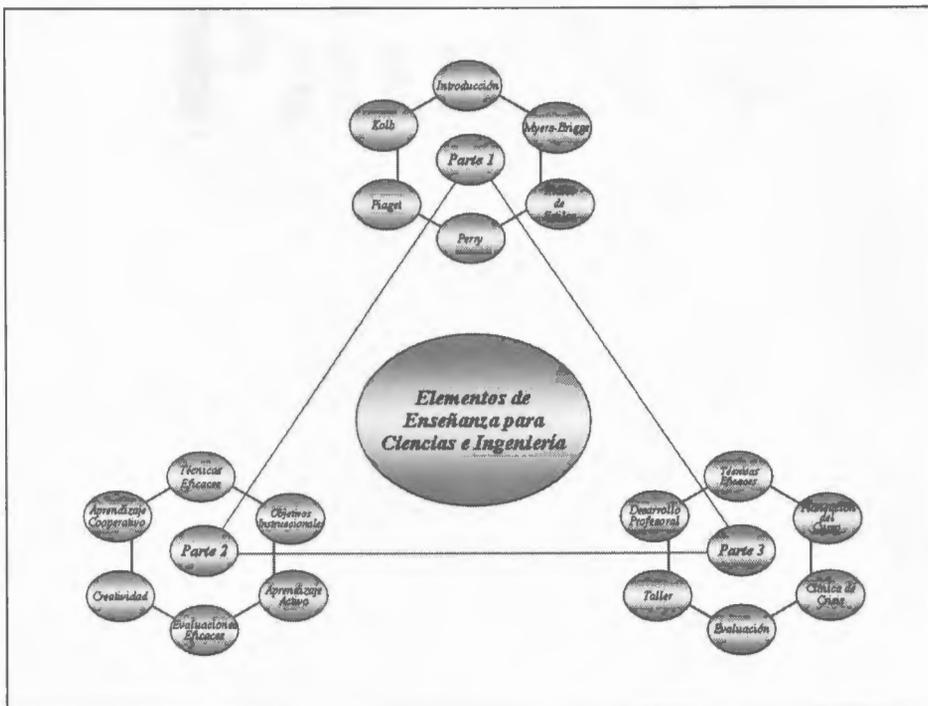
## Pregunta 3 Cómo crecer como profesor?

## Algunos aspectos a desarrollar

- Administración del tiempo
- Participación y conducción de reuniones
- Dirección de proyectos
- Entendimiento de problemas estudiantiles
- Conocimiento sobre enseñanza y aprendizaje



"Profesor, lo llaman del ICES... que si ya tiene listas las preguntas del ECAES"







## *Panel 1*

# *Debilidades y Fortalezas del Sistema de Aseguramiento de la Calidad en la Formación*

**Fecha:** Miércoles 21 de septiembre

**Moderador:** Germán Santos Granados, Escuela Colombiana de Ingeniería

**Relator:** Jairo Lopera Pérez, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.

### Preguntas:

1. ¿Cuáles considera usted que han sido los principales aportes que ha hecho el Sistema de Aseguramiento de la Calidad en la Educación? ¿Cuáles considera las principales deficiencias?
2. ¿Qué sugeriría modificar o complementar para mejorar los procesos de aseguramiento (o promoción) de la calidad vigentes en Colombia?
3. ¿Es factible homologar los procesos de aseguramiento de calidad del sistema de educación superior de Colombia ante otros países, especialmente, los mas desarrollados?
4. ¿Que recomendaría para poder financiar los planes de mejoramiento que desarrollan las instituciones de educación superior para su proyecto de aseguramiento de la calidad?

**Ernesto Acosta G.,**  
Sala de Ingeniería CONACES

1. La Sala lleva un poco más de un año otorgando el registro calificado, el impacto sobre la calidad no se ve de manera inmediata; esperamos que en aproximadamente 5 años se pueda ver el verdadero impacto sobre la calidad de los programas.

Se ha detectado deterioro de la estabilidad laboral del profesorado que incide en otros factores como Investigación y autoevaluación.

La autoevaluación tiene como su primer impacto positivo de frente a la calidad, a los planes de mejoramiento. Se ven las mejoras en Bibliotecas, incremento de la investigación con la creación de mas grupos de investigación, ampliación y mejoras en las redes de Internet; creando conciencia de tener unos buenos mínimos de calidad en contra de las universidades de "garaje".

Entre las dificultades o deficiencias del sistema está el volumen tan grande de programas para evaluar, lo que impide hacer una buena reflexión y hacer asesorías, sólo estamos haciendo chequeo, algo parecido a una "máquina de Registros Calificados".

Otras dificultades:

- La imprevisión, los presupuestos que se requieren
- El bajo pago a los pares académicos
- Los pares saben mucho del tema, pero muy poco sobre evaluación, se necesita un programa permanente de capacitación.

Se propone por parte del panelista: crear un plan de formación de pares académicos y crear y aplicar un plan de acompañamiento a las instituciones, de baja calidad o que se les niegue el Registro Calificado.

2. Lo más factible por ahora sería homologar los procesos de calidad con el sistema de calidad de México.
3. Se necesita más gestión de los rectores para conseguir recursos con entidades internacionales.

**Alberto Ocampo U.**  
Vicepresidente ACOFI

1. En los estatutos de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI, fundada en 1975, se contempla:

Artículo 3°. Objetivo: El objetivo de la Asociación es propender por el impulso y mejoramiento de la calidad de las actividades de docencia, extensión e investigación en Ingeniería que imparten las Facultades de Ingeniería del país.

Para el cumplimiento del objeto antes descrito la Asociación dedicará especialmente sus esfuerzos a:

- Promover y apoyar actividades que impulsen el mejoramiento de la calidad de las actividades académicas, con las instituciones nacionales e internacionales que ofrezcan programas de ingeniería, con entidades del Estado, con entidades privadas, con el sector productivo y con asociaciones gremiales.
- Participar en los organismos de asesoría, concertación, gestión y control de unidades públicas y privadas.
- Asesorar al Gobierno Nacional en materia de educación en ingeniería.
- Difundir el quehacer académico, investigativo y de servicios de las Facultades de Ingeniería como estrategia de apoyo al mejoramiento de la calidad de la educación en esta disciplina.
- Promover la formación ética dentro de los programas de Ingeniería.

De otro lado, la ley 30 del 29 de diciembre de 1992, por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior en Colombia, en su artículo 19 especifica que: "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.

Estas instituciones están igualmente facultadas para adelantar programas de formación en ocupaciones, profesiones o disciplinas, programas de especialización, maestría, doctorados y post - doctorados, de conformidad con la presente ley".

Además, en dicha ley se sientan las bases de lo que conforma actualmente el Sistema Nacional de Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior:

- Registro calificado de programas de pregrado y especialización.
- Acreditación de calidad de programas de pregrado.
- Acreditación de calidad de instituciones.
- Exámenes de calidad de la educación superior - ECAES.
- Observatorio del mercado laboral.

Son los elementos anteriores, los que motivan a ACOFI a apoyar, promover y participar en las acciones que propenden por la consolidación del sistema, con el convencimiento que las actividades desplegadas por las instituciones de educación superior para atender los lineamientos de análisis en los diferentes procesos de evaluación, unas veces de manera voluntaria y en otras obligatoria, han contribuido al mejoramiento de la calidad en sus funciones misionales de investigación, docencia y extensión. Es decir, en la mayoría de los casos se ha dado un reencuentro con la idea de universidad contemplada en el artículo 19 de la ley 30, y se ha buscado un mayor equilibrio en el desarrollo de dichas funciones.

Se debe resaltar que acoger el Sistema Nacional de Aseguramiento de la Calidad por parte de las instituciones de educación superior, no debe convertirse en un fin en si mismo, sino en un medio de seguimiento y control, contemplado como una de las etapas del proceso administrativo de toda organización, como son: La planeación, la organización, la ejecución, la evaluación y el control.

Como todo proceso de innovación y cambio, la implementación del sistema de aseguramiento ha tenido sus dificultades, superables en la medida que todos los actores involucrados puedan participar con criterio constructivo, con un único objetivo y es el de alcanzar altos estándares de calidad en la educación superior del país, como uno de los factores importantes para el desarrollo, en esta sociedad del conocimiento.

ACOFI, como ente que reúne de manera voluntaria a la gran mayoría de Facultades de Ingeniería en Colombia, siempre ha participado de manera activa y propositiva en las actividades de mejoramiento de los sistemas de formación, en lo concerniente a las ingenierías, habiendo sido bien acogidas sus recomendaciones por las diferentes esferas de decisión. Hemos mantenido una interlocución permanente con el Ministerio de Educación, el ICFES, el C.N.A y la CONACES especialmente con la sala de ingeniería, pues hace parte de nuestros objetivos misionales propender por la calidad en la enseñanza de la ingeniería.

2. Actualmente, existe expectativa en la Asociación respecto a unas inquietudes y propuestas presentadas al ICFES respecto a los próximos ECAES para ingeniería, pensamos que se van a tomar las mejores decisiones en procura de garantizar la calidad y validez de las pruebas aplicadas.

Una debilidad evidente de estas pruebas, es el corto tiempo asignado para la elaboración de las preguntas, sumada a un cambio metodológico en el diseño a partir del año 2005. Un elemento tan importante del



sistema de aseguramiento de la calidad, como son los ECAES, deberían tener el banco de preguntas listo, por lo menos, un semestre antes de la aplicación de la prueba.

La movilización de amplios sectores académicos que soportan la operatividad y validez del sistema de aseguramiento de la calidad, requiere de permanentes programas de formación y capacitación, donde se presenten y discutan las políticas, estrategias, aspectos técnicos y metodológicos respecto a los diferentes procesos de evaluación incorporados para la medición de los rasgos de calidad que presentan las instituciones de educación superior en Colombia, lo anterior, realimentado mediante talleres de autoevaluación del sistema donde los actores de los procesos presenten sus recomendaciones, es aspectos tales como: Logísticos, financieros, metodológicos, dentro de principios de mejoramiento continuo.

Además, se debe mantener la política de publicaciones, donde se presenten los lineamientos, guías y fundamentos teóricos que se consideren, deben estar inmersos al interior de los procesos de formación y que son considerados como distintivos de una educación de calidad para el país.

El tratar temas como la formación y evaluación por competencias, criterios distintivos de la calidad para registro calificado, la formación en educación superior para el desarrollo versus el observatorio del mercado laboral, entre muchos otros, le permiten aclarar a los actores del sistema de educación superior su quehacer respecto a las funciones básicas de investigación, docencia y extensión.

3. Dados los cambios dramáticos que se han vivido por la transición de una economía tradicional a la nueva economía, mediada por el avance tecnológico, el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, con la consecuente globalización (internacionalización) hacen que la educación superior se convierta en uno de los pilares fundamentales de desarrollo para los países en esta sociedad del conocimiento, es por ello que la UNESCO lidera un proceso de reflexión iniciado en 1995, donde publica un documento de orientación titulado "Cambio y desarrollo en la educación superior" y que lo consolida mediante la "Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: Visión y acción" y "Marco de acción para el cambio y el desarrollo de la educación superior", aprobados por la Conferencia Mundial sobre Educación Superior, el 9 de octubre de 1998 en París, los lineamientos allí contenidos sirven de marco de referencia a los países para orientar sus discusiones sobre calidad y pertinencia de la de la educación superior y es así como, por ejemplo, los ministros de educación de la comunidad europea aprueban la declaración de Bolonia en 1999, conteniendo dentro de sus líneas de acción la promoción de la cooperación europea en aseguramiento de la calidad de la educación superior, como respuesta de las universidades a dicha declaración y con el fin de alcanzar los objetivos propuestos surge el proyecto "Tuning - Sintonizar las estructuras educativas en Europa" y posteriormente los proyectos Tuning - América Latina y 6 x 4 UEALC, cuyos propósitos generalmente se centran en cuatro ejes de análisis:

- Competencias (genéricas y específicas)
- Créditos académicos
- Evaluación y acreditación
- Formación para la innovación e investigación

Dentro de este ambiente de análisis y discusión en procura de lograr acuerdos de homologación y reconocimiento entre sistemas de educación superior de los países, ACOFI en su área de interés como es el de promover y validar la calidad de la formación de ingenieros en Colombia, ha mantenido una importante actividad internacional en esta dirección y es así como en 1998 participó en la fundación de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI), en Madrid y entre sus temas

prioritarios se encuentran, la acreditación de los programas de ingeniería por parte de los entes gubernamentales de cada país y la homologación de los entes acreditadores considerados "significativamente equivalentes", con el fin de conformar redes de aseguramiento de la calidad entre los países miembros.

Con lo anterior, es fácil deducir que se están madurando las condiciones para que los gobiernos y específicamente los Ministros de Educación, en sus encuentros sectoriales de organismos internacionales como la UNESCO, OEI, OEA, etc. y de acuerdo a los grados de desarrollo de los sistemas de aseguramiento de calidad de los países, impulsen mediante acuerdos o declaraciones un sistema internacional de homologación de los procesos para el reconocimiento de la calidad de programas e instituciones de educación superior en las regiones.

4. Este es un tema bastante sensible, pues siendo la educación superior uno de los pilares para el desarrollo de esta sociedad del conocimiento, se esperaría de los gobiernos un esfuerzo importante de fomento y apoyo a los procesos de mejoramiento de la calidad en las instituciones de educación superior, pero la realidad es que los recursos disponibles son bastante limitados, lo cual no permite atender adecuadamente y por parte de las instituciones, los planes derivados de los procesos de autoevaluación.

En este punto podríamos retomar las recomendaciones que en su momento hicieron los rectores de las universidades colombianas (congregados en ASCUN), en el documento "Agenda de políticas y estrategias para la educación superior colombiana 2002 - 2006", en el aparte de Fortalecimiento Financiero de la Educación Superior, una de las estrategias plantea creación de fondos financieros para que las instituciones de educación superior puedan acceder a recursos del estado o de créditos internacionales para fortalecimiento de la investigación, formación de docentes, desarrollo de programas tecnológicos, incorporación de las tecnologías de información y comunicaciones, mejoramiento de laboratorios, ampliación y recuperación de infraestructura, etc. Es decir, se requieren recursos frescos que apoyen el desarrollo integral de instituciones comprometidas con el Sistema de Aseguramiento de la Calidad en el país.

**Virgilio Niño Cruz,**  
Consejo Nacional de Acreditación CNA

Para el representante del CNA, se plantearon además de las anteriores, las siguientes preguntas:

- ¿Cuál ha sido el avance del proceso de acreditación en Colombia?
- ¿Qué análisis ha realizado el CNA del efecto de la acreditación?
- ¿Cuáles considera que son las debilidades de sistema?
- ¿Considera que la acreditación puede ser adelantada por organismos independientes del CNA pero autorizados por este mismo?
- ¿En qué etapa se encuentran los acuerdos de equivalencia para homologar el sistema de acreditación colombiano con otros países?

El representante del CNA expresó algunas ideas que de alguna manera dan respuesta algunas de las preguntas, dado que el tiempo no permitió una dedicación a cada una como el los panelistas anteriores:

- Una preocupación permanente, es el fomento del tema, la Ley 30 habla de Acreditación de Instituciones y no de programas
- El CNA no desacredita, hace recomendaciones, hoy hay 10 instituciones con acreditación Institucional.
- EL CNA trabajó con el registro calificado para Salud, Educación e Ingenierías.

- Con la ayuda de ACOFI se trabaja en los indicadores específicos para ingeniería
- El CNA hace parte de la Agencia Internacional de Acreditación, se debe explotar esta relación para generar procesos de acreditación, como la Red Iberoamericana de Acreditación.
- Tenemos un comité mixto: Colombia, Chile, USA, para acreditar 5 instituciones de República Dominicana.
- Es fundamental el plan de capacitación de pares, hay que incluir PARES que no necesariamente sean académicos, para tener en cuenta los "sueños de la industria".

Para terminar el panelista representante del CNA enfatiza en puntos comunes con sus compañeros de panel:

- Necesidad del plan de capacitación de PARES académicos.
- Planes de Mejoramiento y hacer seguimiento
- Trabajar en la Internacionalización: Homologación de títulos.
- Todos los procesos de calidad han enriquecido a la comunidad académica.
- Hay que tener cuidado con el manejo de la Información sobre los resultados de la evaluación a los programas y a las instituciones.
- Buscar la relación con la empresa, para que ella participe en la evaluación.



## Panel 2

# Modelos y Tendencias en la Formación de Ingenieros

**Fecha:** Jueves 22 de septiembre

**Moderador:** Gustavo Bolaños, A., Universidad del Valle

**Relator:** Francisco Javier Rebolledo, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

### Pregunta:

1. Para la región del mundo que usted representa, ¿cuáles serían los aspectos mas relevantes que deben caracterizar el nuevo paradigma en la formación de ingenieros

Los Panelistas realizaron sus intervenciones, las cuales se resumen en los siguientes términos:

**Kimihiko Hirao,**  
Universidad de Tokio, Japón:

La ingeniería debe ser en los próximos años, enfocada hacia el entendimiento de los problemas de la humanidad, a partir de un importante énfasis y estudio de lo fundamental; este conocimiento fundamental de las ciencias durante 1 año o año y medio es esencial para la formación del ingeniero. Los Ingenieros, deberán salir para ser exitosos en la industria, la sociedad y la academia de una manera profesional.

**Don P. Giddens,**  
Georgia Tech Institute, Atlanta, Estados Unidos:

Los sistemas de ecuación en ingeniería deben ser prácticos y generar en los estudiantes y profesionales la capacidad para interactuar y resolver problemas de sistemas cada vez mas complejos. En Estados Unidos se habla de aprender a partir de la experiencia, enfatizando en la investigación, según los requerimientos de las empresas y compañías, que necesitan desarrollar ingeniería. Los estudiantes deben ser capacitados a partir

de experiencias prácticas y problemas del mundo real, es así como Georgia Tech tiene dentro de su plan de estudios un semestre de trabajo en empresa e incluso la posibilidad de tener prácticas en el extranjero. La Investigación en los programas de Doctorado y Maestría en las Universidades del futuro, no debe hacerse solo por hecho de investigar, sino por el impacto que significa crear algo útil para la industria y con importante impacto social, humano y ambiental.

**Pierre Padilla,**

Escuela Nacional de Ingenieros, Metz, Francia:

Las prioridades del mundo y su desarrollo están cambiando y van a cambiar en los próximos años. Se tratará cada vez de hacer más con menos recursos. Esto implica la adaptación del ingeniero a un mercado laboral diferente. Será necesario guardar los valores esenciales. Se resalta la importancia de formación de doctores in situ, en su lugar de origen para entender los problemas en laboratorios locales de investigación. El ingeniero deberá tener flexibilidad para adaptarse al País y a las demandas Internacionales al mismo tiempo y deberán ser tan reactivos como la industria. Las Universidades deberán invertir más en la profesionalización y apoyo al docente y reducir los costos en los procesos de formación. La Universidad debe pensar en este sentido en su integración con la Empresa y en la reducción de los componentes teóricos. Hoy es importante la adaptación de la Universidad al mercado laboral. Se requiere construir Universidad a partir de nuestra cultura y confianza en nosotros mismos.

**Javier Páez Saavedra,**

Presidente ACOFI. Colombia

En la última reunión de SEFI, la Asociación de Facultades de Ingeniería Europea, se trabajaron dos aspectos importantes, que preocupan en Europa, en relación con la formación de Ingenieros:

1. La necesidad de buscar el mejoramiento de estrategias pedagógicas para el aprovechamiento de los estudiantes y 2. La disminución del interés de los jóvenes para abordar problemas de ingeniería y ciencias. En América Latina actualmente se busca facilitar en la Universidades los esquemas de movilidad e intercambio estudiantil, como una importante oportunidad para los estudiantes de ingeniería. Se mencionan las preocupaciones actuales de las Facultades de Ingeniería en Colombia en relación con temas como: duración de los programas (4 o 5 años), en América Latina la tendencia ha sido a manejar 5 años; manejo de sistema de créditos y sus implicaciones para lograr una formación básica importante que incluye la responsabilidad del estudiante frente al programa académico; la inclusión de las biociencias en los programas de formación de ingenieros; la discusión del modelo de formación basado en competencias y no en conocimientos; el tema de las posibilidades de doble titulación, como una oportunidad para estudiantes que deseen ampliar su espectro de trabajo y competencias; la implementación a nivel de América Latina de un modelo de acreditación que pueda ser homologado entre nuestros Países.

Terminadas estas intervenciones surgieron algunas preguntas de los asistentes así:

**Primer Pregunta:**

Se preguntó a Kimihiko Hirao, de la Universidad de Tokio, si las asignaturas de Ciencias Humanas y Sociales incluidas en los planes de estudio de su Universidad eran obligatorias.

Respuesta:

Si son obligatorias.

### **Segunda Pregunta:**

Dirigida a todos los panelistas: ¿Cómo se puede ayudar a propiciar la creación de propias Empresa desde la Universidad?

Respuesta:

**Pierre Padilla**, Escuela Nacional de Ingenieros, Metz, Francia: Actualmente existe un déficit de ingenieros, se debe buscar que con dos años de estudio de ingeniería ya exista una capacidad para crear empresa. En Francia de todas maneras se limita esta posibilidad por los trámites legales que implica la creación de una empresa.

**Don P. Giddens**, Georgia Tech Institute, Atlanta, Estados Unidos: Buscar la generación de empresas a partir de las investigaciones de la Universidad es lo ideal. Georgia Tech tiene experiencias interesantes, los egresados mantienen su vínculo con la Universidad y aprovechando sus experiencias administrativas regresan a buscar apoyo en la investigación de la academia.

**Kimihiko Hirao**, Universidad de Tokio, Japón: La Universidad del Japón es una Universidad corporativa, por ello los profesores no pueden crear empresas, además no les interesa.

**Javier Páez Saavedra**, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia: En Colombia es muy incipiente el desarrollo dentro de las Universidades del espíritu emprendedor, se debe trabajar mucho en los próximos años en este sentido.

### **Tercera Pregunta:**

Se preguntó a Javier Páez, de la Universidad del Norte, si ACOFI disponía de estudios de seguimiento al sistema de créditos.

Respuesta:

Acofi, no tiene este tipo de estudios.

### **Cuarta Pregunta:**

Se preguntó a Javier Páez, de la Universidad del Norte, sobre que opinaba ACOFI sobre un ciclo básico común de 1.5 años para todas la Ingenierías.

Respuesta:

Lo importante no es tanto si es común o durante cuanto tiempo, lo importante es que las ingenierías deben definir con suficiente claridad su ciclo básico, de acuerdo con las competencias que se quieran obtener en esa etapa del proceso de formación.

### **Comentarios Finales:**

Finalmente se presentaron algunas intervenciones o comentarios de los asistentes, que se resumen así: Se menciona que es difícil en muchas ocasiones, impulsar en los profesores el espíritu emprendedor para creación de empresa, y por tanto transmitirlo a los estudiantes, porque la mayoría de ellos se interesan mas por investigar que por generar empresa.

Es importante que el Gobierno Colombiano establezca unas directrices para apoyar la movilidad de estudiantes, incluyendo posibilidades de apoyo económico a través de líneas de crédito.

Se requiere impulsar los programas de Maestría en Docencia Universitaria, es una necesidad que sea hecha evidente en el desarrollo de los Programas de Ingeniería. Si no son Maestrías y esto resultase muy ambicioso, por lo menos programas a nivel de diplomados o talleres en aras de fortalecer la profesionalización del docente Ingeniero.



## Panel 3

# *Competencias en Educación Superior: Orientaciones para la Aplicación de Modelos para la Formación de Ingenieros*

**Fecha:** Viernes 23 de septiembre

**Moderador:** David Stephen Fernandez Mc Cann, Universidad de Antioquia.

**Relator:** Juan Manuel Barraza, Universidad del Valle.

### **Panelistas:**

- Louis A. Martin-Vega, Decano Escuela de Ingeniería, Universidad del Sur de la Florida, (USA).
- Daniel Bogoya M., Director Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, (ICFES)
- Galo Adán Clavijo, Investigador y consultor
- Xiomara Zarur, Coordinadora Académica, Asociación Colombiana de Universidades (ASCUN)

### **Preguntas**

1. ¿Por qué ahora las competencias en educación superior?

**Daniel Bogoya**  
ICFES

Porque conduce a la formación de ciudadanos autónomos. Para formar con autonomía, para crecer de manera propia. Competencia se utiliza para decir cualquier cosa, para resolver problemas. Usualmente se utiliza indistintamente competencia y habilidad. Se habla de competencia cuando se resuelven problemas nuevos. Es una cierta capacidad que se tiene para resolver cualquier tipo de problemas, implica oportunidad. Es un acto oportuno que implica varios conceptos, es capacidad para resolver una cadena particular, tiene que ver mucho con la relatividad, donde cada situación es nueva. La competencia es capacidad de movilizarse en diferentes escenarios, implica mínima variabilidad, que seamos capaces de formar ciudadanos lectores, no lectores diseccionados. La competencia es literatura y escritura autónoma de sus puntos de vista argumentados. Es la medida de la responsabilidad, es la necesidad de migrar desde una formación heterónoma hacia una formación autónoma.

## 2. ¿Cuál es el impacto esperado en la sociedad al formar los ingenieros por competencias?

**Louis Martin - Vega**

Universidad del Sur de la Florida

Agradeció a las directivas de ACOFI y a todos en la reunión por la invitación formulada. Afirmó que ha aprendido mucho en los días en que ha estado en la reunión y para dar respuesta a la pregunta se refirió a "competencia" desde la perspectiva del ingeniero del año 2020, siguiendo tres preguntas:

¿Cuáles son las tendencias? Señaló que la velocidad de la tecnología es grande e interconectada y empleó algunos ejemplos de diseño y cadenas de distribución, así como destacó que fuerzas de índole social y económica serán impactadas por el desarrollo de tecnología y, esto afectará a la sociedad.

¿Cuáles son los atributos del ingeniero 2020? Los atributos del ingeniero 2020 son similares a los actuales, pero se harán más complejos. El ingeniero 2020 tendrá las destrezas analíticas iguales a las de hoy pero deberá tener más destrezas en bioingeniería e informática, entre otras. Señaló que la palabra ingeniería es sinónima de ser ingenioso.

Igualmente, destacó que debemos ser ingenieros para ser buenos empleadores, así como buenos empleados. El ingeniero de hoy debe tener destrezas de comunicación, debe saber escuchar, dominar principios de gerencia y tener liderazgo, entre otras.

¿Qué se está haciendo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Sur de la Florida? Desarrollando desde los primeros años habilidades de investigación. Consideró que se subestiman a los estudiantes en el desarrollo de los mismos y hay que creer en ellos. Comentó que en su Facultad los estudiantes de pregrado están desarrollando proyectos docentes en escuelas primarias, tales como proyectos en nanociencias, ingeniería de rehabilitación, etc.; cuentan con áreas interdisciplinarias para que los estudiantes de bachelor alcancen niveles de posgrado de maestría y doctorado. Destacó que están formando personas que ayudan a resolver problemas de la sociedad.

## 3. ¿Por qué es difícil ponerse de acuerdo con el concepto de "competencias"?

**Galo Adán Clavijo**

Investigador y Consultor

Solo una universidad excelente será relevante en el contexto mundial. Opinó que se ha perdido reflexión en el espacio de la universidad. Las competencias las clasificó en contextualización, conceptualización y operacionalización. Se deben buscar políticas entre competencias, créditos y flexibilidad. En la política se debe tener flexibilidad. Señaló que se deben hacer ejercicios sobre de-construcción. Presentó los campos de producción del concepto, desde el punto de vista epistemológico, recontextualización, psicología y contextualización oficial. También señaló el origen de la conceptualización en el campo de la filosofía, psicología, lingüística y sector empresarial. Hizo referencia a algunos interrogantes sobre por qué y para qué la formación por competencias, entre ellos: ¿Qué son las competencias? ¿De qué se trata? ¿Qué resuelven? ¿Cómo se llevan al currículo? Presentó las dimensiones políticas de la competencia teniendo en cuenta validez, confiabilidad y pertinencia. Finalmente hizo alusión al espejismo de Bacon desde el punto de vista del saber teórico, práctico, ser y emprender.



#### 4. ¿Qué estrategias recomendaría para la formación por competencias en ingeniería?

**Xiomara Zarur**  
ASCUN

Consideró que el tema de competencias no se ha resuelto pero se ha avanzado en algo. Explicó que a través de un proyecto que se está desarrollando tratará de responder la pregunta. El conocimiento implica estudio. Se deben identificar las competencias. La pregunta ¿cuáles son las competencias? es el tema álgido, explicó.

Presentó el proyecto Tuning de America Latina como alternativa. Los procesos del proyectos son: 1) identificación de competencias genéricas y específicas 2) enfoque de enseñanza y aprendizaje 3) créditos académicos y 4) calidad de los programas. Explicó cómo se hizo el proyecto. A través de una encuesta en 18 países con 27 capacidades. Presentó la forma de evaluación de cada competencia. Señaló que se encuestaron 4 grupos: académicos, empleadores, estudiantes y graduados. Se trabajaron 4 áreas, 95 instituciones y 18 países. Para la región se lograron 22000 encuestas. Colombia completó 3750 encuestas con mayor énfasis en matemáticas.

Presentó los resultados para cada una de las encuestas académicas. Destacó que se observa que la calificación de la importancia es mayor que la de la realización. Presentó los 4 grupos estudiantiles desde el punto de vista de la importancia de las capacidades. Presentó también los resultados del dominio del un segundo idioma y analizó el caso de Colombia. Finalmente, concluyó que ingeniería con énfasis en ingeniería civil entrará al estudio en la fase II. Finalmente, sometió a disposición de los asistentes la metodología seguida en el proyecto.

#### Preguntas del auditorio

1. Pregunta para Daniel Bogoya. ¿Los ECAES 2005 se harán sobre competencias o cómo se realizarán en 2004?

Respuesta: El concepto de competencia aún está en fase de construcción. Hoy en Colombia se habla bajo un enfoque epistémico. Es un proceso gradual. Se requiere poder entender que es competencia y luego usar los códigos y posteriormente la explicación del uso. Hoy se está en un primer piso. Medicina tiene el mayor avance. En las pruebas de ingeniería solo hay el 20-30% del enfoque por competencias. En 2 o 3 años probablemente estaremos en el II nivel.

2. Pregunta para Galo Clavijo. En Colombia somos expertos para hacer estudios que demuestran que no se puede. Mientras continua el debate de competencias, seguimos en lo mismo?

Respuesta: Se hace necesario profundizar. Señaló que actualmente trabaja en dos proyectos de formación y evaluación por competencias y dirigiendo a un estudiante de doctorado que está realizando su tesis doctoral sobre formación por competencias en universidades del país. Hay universidades con experiencias exitosas. El llamado es hacer reflexiones sobre la conceptualización.

3. Pregunta para Louis Martin - Vega. ¿Cómo evitar que mientras discutimos y aclaramos el significado preciso de la palabra competencia, no nos ocupemos de cómo desarrollar las competencias más importantes?

Respuesta: Hizo referencia al ingeniero 2020 de hoy, al sistema ABET donde enfocan los requerimientos; señaló que si se acredita un programa por ABET se considera que se tienen las competencias. Hizo

también referencia al entrenamiento en ingeniería como una analogía competitiva, considerando que la competencia no es el fin mismo sino el mecanismo.

4. Pregunta para Xiomara Zarur. Hablar de competencias se entiende la educación como un sistema, se habla de pertinencia, equidad, responsabilidad con el desarrollo del país. ¿Por qué no se habla de la utilidad de los estudios socioeconómicos, planes de desarrollo?

Respuesta: La planeación del currículo de hoy es para el futuro. Creo que se debe pensar cual debe ser el ingeniero pertinente del futuro. Es necesario que además de ser profesional se debe ser persona, ciudadano, y se tengan condiciones para el ejercicio. Su destino inmediato es el contexto cercano, la ciudad, el país, la globalización. Todas esas variables se deben incluir.

5. Pregunta para Daniel Bogoya. ¿Por qué introducir la evaluación por competencias cuando aún no se ha consolidado un aprendizaje por competencia?

Respuesta: La competencia tiene que ver con solución de problemas, pero no cualquier tipo de problemas

6. Pregunta para Daniel Bogoya. Que opina de lo dicho por el viceministro de educación "en ingeniería siempre se ha enseñado por competencias"?

Respuesta: Si se entiende la evaluación como fuente de información bienvenida sea. Puede encadenar resultados sucesivos para saber que está pasando. Un resultado de ECAES busca reconocer la imagen de información cierta. Lo que se tiene ahora es robusto, pero no suficiente. Hizo referencia sobre los resultados de ECAES para calibrar un instrumento. Consideró que lo más importante que existe es el debate. Pero lo más importante es la pertinencia sobre la formación por competencias.



Faded text, possibly a title or subtitle, located in the upper middle section of the page.

Faded text, possibly a subtitle or author information, located in the middle section of the page.

---

# Conversatorios

Faded text in the lower section of the page, likely containing a list of items or a detailed description.



## *Conversatorio 1*

# *Visión Gremial sobre las Competencias Profesionales en Ingeniería*

**Fecha:** Jueves 22 de septiembre

**Coordinador:** Carlos Rodríguez Lalinde, Escuela de Ingeniería de Antioquia

Las preguntas sometidas a consideración de los participantes fueron:

- ¿Qué visión tiene el gremio que representa sobre competencias profesionales y cuáles considera que son las principales competencias que deben caracterizar al ingeniero colombiano?
- ¿Cuáles son sus recomendaciones y aportes para reforzar la formación profesional del ingeniero?
- ¿Cómo puede intervenir su gremio para que el modelo de formación de ingenieros se articule mejor con el ejercicio responsable de la profesión?

Las conclusiones expresadas por los invitados se resumen así:

**Julián Cardona Castro**  
Presidente ACIEM

Resaltó el atraso del país en relación con la concepción de la ingeniería, lo que se traduce en el hecho que ya no se vive la ingeniería del diseño. Presentó las competencias profesionales como un problema de actitud para seguir aprendiendo y de preparación para el trabajo en equipo. Destacó que la formación de ingenieros competentes y competitivos exige la articulación interna del sistema educativo y la interacción de la universidad con el sector productivo.

Consideró que las competencias profesionales que deben caracterizar al ingeniero se fundamentan en los conocimientos tecnológicos del país y del sector y están en estrecha relación con la aplicación de aspectos técnicos y normativos y con la capacidad de liderazgo y de negociación en grupos de trabajo. Es así como resaltó las siguientes competencias profesionales:

- Presentar y argumentar ideas apoyadas en el análisis y la síntesis.
- Actuar interdisciplinariamente.

- Tomar decisiones.
- Innovación y emprendimiento.

Destacó la necesidad de políticas gubernamentales en el tema y recomendó una mayor integración universidad-industria y articulación entre el proceso de formación en las universidades y el proceso de formación en el bachillerato, aspecto que limita las reformas curriculares en la universidad en relación con la duración de las carreras.

ACIEM ha estado muy vinculada con las reflexiones nacionales en torno a los modelos de formación de ingenieros, especialmente a través de los ECAES y ha liderado la creación de grupos de trabajo con extranjeros. ACIEM invita al debate académico nacional en los temas ECAES y duración de las carreras para lograr propuestas que aporten al progreso de la ingeniería y que sean realimentadas al gobierno.

Hernando Monroy Valencia - Presidente del COPNIA

Aclaró que el COPNIA es una entidad gubernamental que ejerce funciones de inspección, vigilancia y control de la ingeniería y afines; y presentó su visión sobre el tema como miembro de la actividad gremial. Declaró que el concepto de competencias es complejo e involucra aspectos legales, académicos y empíricos, dados por las habilidades y actitudes innatas del individuo o que desarrolla en una institución donde tiene su formación académica y que se complementa con la experiencia profesional. Argumentó que el Estado tiene la obligación de garantizar idoneidad en la persona que ejerce la ingeniería. En relación con las competencias personales y profesionales que debe caracterizar al ingeniero colombiano, destacó:

- La formación ética, la honestidad y el comportamiento ajustado a las normas y a las reglas.
- El desvelo por el ejercicio de su profesión demostrado en su dedicación y apoyado en los conocimientos teóricos y prácticos de la ingeniería.
- La capacidad para interpretar datos con apoyo de las herramientas y las máquinas.
- Deberá ser un ingeniero de campo, que sepa desenvolverse en el contexto actual de Colombia.
- En resumen, un ingeniero integral con conocimientos plenos del entorno donde va a actuar y con el compromiso ético hacia las obligaciones asociadas con el cumplimiento de su trabajo y el ejercicio de su profesión.

Resaltó la falta de participación política de la universidad y su papel determinante en la formación de profesionales con amplios conocimientos de su entorno y con la capacidad de pensar, interpretar y proponer diferentes alternativas de soluciones a los problemas de la ingeniería en el contexto colombiano.

Igualmente, señaló la necesidad de lograr una mayor articulación entre la formación y el desempeño y por consiguiente, entre la academia y el entorno del ejercicio profesional y la necesidad de reeducar el espacio técnico.

### **Alfonso Orduz**

Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros

Señaló que la ingeniería es una profesión de alta responsabilidad social y, por consiguiente, el estudiante debe tener un gran compromiso y obligación con su formación y con la sociedad para ejercer convenientemente su profesión. La competencia es algo interno que hace que un individuo se sienta satisfecho y destacó como elementos de la formación en competencias los siguientes:

- La actitud
- Los conocimientos básicos generales
- La noción clara del entorno

Los conocimientos específicos pierden importancia a medida que aumentan las responsabilidades del ingeniero y, por tanto, el proceso de formación no se debe reducir a estos conocimientos. En su lugar, se debe propender por una formación general y complementar los conocimientos técnicos con conocimientos financieros y con una visión general en economía y administración.

La formación de ingenieros deberá estar dirigida al para qué y para quién y no puede significar menos estudio ni permanencia en la universidad. Por tal motivo, el tiempo de preparación de los ingenieros debería ser mayor del que actualmente programan las universidades.

Se requieren procesos de planificación para determinar qué y cuántos ingenieros requiere Colombia, distribuidos por especialidades que deben determinarse a partir de estudios que aún no se han realizado.

## **Eduardo Valencia**

Sociedad Antioqueña de Ingenieros

Propuso dos tipos de ingenierías, una de bienes tangibles de producción como la ingeniería tradicional, transformadora de recursos y materiales y una ingeniería de servicios que se ocupe de la planificación, los estudios, diseños y supervisión.

En el proceso de formación en ingeniería, las competencias profesionales se logran a través del desarrollo del pensamiento lógico aportado por las ciencias básicas como las matemáticas en un primer ciclo, un segundo ciclo de aplicación de la lógica a la solución de problemas del entorno, dado por la mecánica y las herramientas de la ingeniería y un tercer ciclo de alta flexibilidad que complementa la formación con el conocimiento de la cultura, el desarrollo de las relaciones interpersonales y el bilingüismo que le permite al individuo intercambiar conocimientos con miembros de otras culturas. La formación de competencias profesionales está orientada al desarrollo en el estudiante de la interpretación, argumentación y proposición.

Para la formación de competencias profesionales es fundamental mantener una estrecha relación del proceso de formación con la práctica y asegurar el desarrollo de procesos de pensamiento que le permita al individuo mantenerse siempre actualizado. Las competencias profesionales que deben caracterizar al ingeniero en Colombia son:

- Capacidad para obtener información y plantear soluciones integrando alternativas financieras.
- Proponer procesos y tomar decisiones.
- Comunicación gráfica y simbólica que cuide los aspectos de precisión, claridad y sencillez.
- Evaluar soluciones técnicas y analizar sus efectos.

La formación no termina con el paso del estudiante por la universidad y por consiguiente, el ingeniero debe recibir una capacitación continua durante el ejercicio profesional para mantenerse actualizado.

La recomendación del gremio para reforzar la formación de ingenieros competentes se dirige a lograr una mayor relación entre los estudios secundarios y universitarios y articulación entre la formación del ingeniero

y el ejercicio profesional. Propuso mantener una relación estrecha del gremio con directivos de las instituciones de educación superior para lograr una mayor integración regional y local entre las universidades. Reclamó la necesidad de incorporar la flexibilidad en los programas que ofrecen las universidades y la cooperación entre diferentes instituciones para lograr este propósito.





## *Conversatorio 2*

# *Articulación de los Niveles Técnico Profesional, Tecnológico y de Ingeniería*

Fecha: Jueves 22 de septiembre

**Coordinador:** Alberto Ocampo, Universidad Tecnológica de Pereira.

### **Invitados:**

- Manuel Tejedor, (Francia) Inspector de la Educación Nacional y formador de Profesores en Ciencias y Técnicas Industriales (Academia de Paris)
- Rafael Pérez, Director del Programa de Graduados, Departamento de Computación, Ciencias e Ingeniería. Universidad del Sur de la Florida (USA)
- Iván Pacheco Arrieta, Director de Calidad, Ministerio de Educación Nacional (Colombia)

### **Objetivo:**

Presentar los aspectos relevantes que caracterizan la relación de estos niveles en la formación de ingenieros para el caso de USA, Francia y Colombia.

### **Conversatorio:**

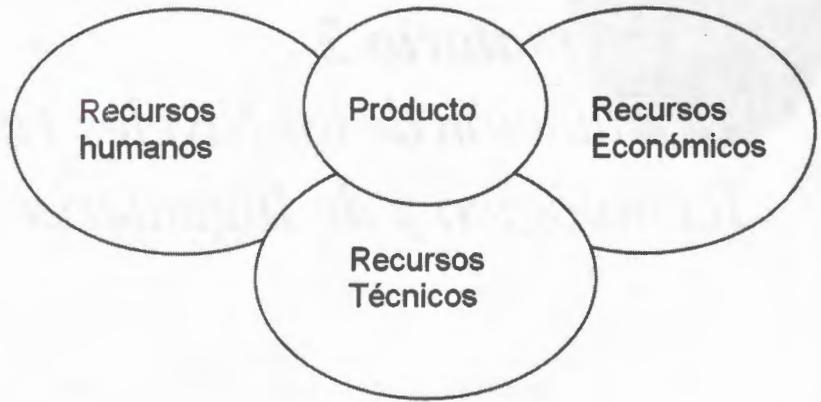
1. Manuel Tejedor (Francia)

Principales recursos de una empresa para producir.

En este país la edad es un elemento importante dentro la formación del hombre, puesto que el cumplimiento de un proceso se da dentro de un intervalo de edad así:

Primaria: 5 - 11 años  
Secundaria: 10 - 17 años

Teniendo estos últimos una formación técnica especializada hacia la posterior formación que quieran seguir, por ejemplo un estudiante que desee seguir sus estudios en ingeniería debe ser capaz de leer planos, crear hipótesis de causa vs. Efecto. Es a esto lo que se conoce como Bachillerato Tecnológico.



#### Estadística de Educación

Bachillerato = 20%  
Bachillerato + 2 años = 6%  
Bachillerato + 3 o 4 años = 8%  
Formación continua = 8%

Los ciclos propedéuticos, se dan así; bachiller - técnico - tecnológico - profesional. Cada uno de estos procesos mantiene un equilibrio entre, pedagogía, conocimiento y profesionalismo.

La ingeniería no es un oficio, es un proceso de formación y experiencia.

#### Herramientas de un Ingeniero

- Para comprender
  - Expresión oral y escrita
  - Conocimientos matemáticos
  - Conocimientos tecnológicos
  - Conocimientos científicos
- Para actuar
  - Práctica profesional
  - Gestión de los recursos humanos
  - Funcionamiento de la empresa
  - Política comercial

Las distintas formaciones, a través de sus programas, deben hacer hincapié a la adquisición de competencias abiertas, principalmente :

- Comprender y analizar de manera crítica una "situación problema" en el marco de su medio profesional.
- Tener en cuenta y jerarquizar las prioridades, rigor y capacidad para decidir.
- Imaginar y proponer ideas de solución técnica.
- Conducir un trabajo personal (autonomía) o en equipo mediante la apropiación de modos de pensar y de trabajar en red para participar con eficacia a la organización y a la optimización y a la optimización de las actividades del grupo (desarrollo de la inteligencia colectiva).



Las adquisiciones de competencias tiene sentido si éstas forman parte de una reflexión llevada por los métodos de resolución de problemas específicos de la ocupación o profesión. Estos métodos estructuran el conjunto de los conocimientos según una lógica y una coherencia operatoria.

## 2. Articulación de los niveles técnico, profesional, tecnológico y de ingeniería. (Rafael Pérez, sur de la Florida)

Universidades del Estado (pregrado), colegios universitarios (2 años, posgrado)

- Niveles de formación en USA
  - Técnico profesional = 2 años
  - Tecnólogo = 2 - 4 años
  - Ingeniero = 4 o 5 años (128 créditos).
- "Community Colleges":
  - 2 años de U
  - Programas de títulos
  - Programas de transferencia universitaria
- Técnico profesional: Instituciones técnicas profesionales, "Community Colleges". No son acreditados por ABET.
- Tecnólogos: 2 - 4 años
- Ingenierías: 4-5 años
- Maestría
- PhD

### LO QUE ES COMUN

- Cursos de 1º y 2º años tienen numeración uniforme
- Cursos de Community Colleges son aceptados en las universidades
- Los mismos requisitos de educación general para ingenieros y tecnólogos
- ABET acredita programas de ingeniería y tecnología.

### DIFERENCIAS

- Ingeniería toma más matemáticas
- Cursos de especialización
- Acreditación

## 3. Ley 749/02, Ciclos propedéuticos (Iván Pacheco)

¿Qué ha cambiado con la Ley 749/02?

- Define conceptualmente que son instituciones Técnicas, Profesionales y Tecnológicas.
- Amplia el techo para ofrecer programas, dentro de los ciclos propedéuticos, de manera condicionada.
- Cambiando de carácter, dichas instituciones, pueden llegar a solicitar el reconocimiento como universidad.
- Introduce figura de los ciclos y de la transferencia.

### FORMACIÓN IRREGULAR POR CICLOS PROPEDEUTICOS

A la luz del diseño curricular, no se han definido bien los criterios para entender los ciclos propedéuticos.  
Formación Técnica -----x----- Tecnológica -----x----- Profesional

Se deben definir los núcleos propedéuticos dentro de los ciclos, es decir, que es lo que se comparte como objetivos de formación entre los ciclos.

Se presentaron algunas estadísticas del sistema de aseguramiento de la calidad en la educación superior, áreas ingenierías:

#### REGISTROS CALIFICADOS

Técnicos	34	} Mas cursos de humanidades, ciencias sociales, ingles.
Tecnológicos	131	
Universitarios	519	
Total	683	

#### PROGRAMAS ACREDITADOS

Técnicos	6	} Universidades Community Colleges Pueden ser acreditados por ABET
Tecnológicos	14	
Universitarios	80	
Total	100	

#### CONVERSACION DEL AUDITORIO

1. Se conserva el registro calificado en esta clase de educación?
  2. Se gradúan de técnicas y tecnólogas las universidades?
  3. La formación de técnicas existentes es excelente?
  4. Estamos capacitados a nivel de laboratorios para la formación de técnicos?
  5. Que hacer para competir con el Sena?
- } Universidades Acreditados por ABET

#### Opiniones

La deserción de estudiantes en los primeros semestres, hace necesario la posibilidad de graduarse como técnicos (2 años), para que estos no tiren a la basura los años invertidos.



**Aniversario Acofi**  
**30 años**

# De fuerzas y sentimientos

*Por: Carlos Julio Cuartas Chacón  
Exdirector Ejecutivo ACOFI*

Las instituciones no tienen sentimientos. No los pueden tener los edificios que señalan su domicilio, tampoco sus emblemas que anuncian su presencia, todavía menos los documentos impresos, los archivos magnéticos o las páginas web que recogen sus propósitos y determinan su organización. Los sentimientos son propios de los seres humanos, de hombres y mujeres que crean instituciones y les dan vida con su esfuerzo, que las enaltecen con la dignidad de sus actos o en su defecto, las degradan; que las hacen respetables o menoscaban su credibilidad.

Entre los sentimientos que distinguen al hombre de bien están la gratitud y el reconocimiento, que halagan y estimulan, que vinculan y motivan, sentimientos necesarios para el ser humano.

Esta reunión en Cartagena solo se puede explicar precisamente en los buenos sentimientos de los directivos de ACOFI, su Presidente, los miembros del Consejo Directivo y su Director Ejecutivo. Es especialmente grato encontrarnos en la ciudad insignia de la Patria donde afloran por igual lo mejor de nuestro ser y las grandes dificultades que desafían al país; ciudad que fue honrada para siempre con la santidad de Pedro Claver, el conocido jesuita javeriano que consagró su vida al servicio de los esclavos negros; con el heroísmo de Blas de Lezo, el valiente militar que defendió con su vida la suerte de esta estratégica plaza; y con el ingenio, por supuesto, de Antonio de Arévalo, el brillante ingeniero que llevó a término la fortificación de la ciudad. Fueron todos ellos andantes caballeros españoles que habitaron la exótica realidad del Nuevo Mundo y superaron con sus vidas aquellas fantásticas aventuras narradas en libros de ficción.

Y qué decir de la creatividad de uno de sus hijos más queridos, Enrique Grau, autor de una espléndida producción artística que incluye las obras que hoy engalanan este recinto. Aquí podemos escuchar aún su aliento, los ives y venires de sus pinceles sobre el plafón y el telón de boca levantados a nuestro alrededor. También es nuestra Cartagena cuna de Lino de Pombo, primero entre los colombianos que hicieron estudios de Ingeniería, que años más tarde estaría al frente de la formación de los primeros ingenieros que se graduarían en Colombia (Colegio Militar, 1852). No hay que olvidar que Lino de Pombo fue alumno dilecto del Sabio Caldas y su primer biógrafo.

Aquí, pues, se cruzaron las vidas de un ya anciano Arévalo y un apenas infante Pombo, dos personajes que resplandecen en el horizonte histórico de nuestra profesión. Es este, pues, lugar propicio, para reunimos y conmemorar tres décadas de labores de la Asociación que congrega las facultades de ingeniería de nuestro país.

La idea de ACOFI y su historia a la largo de estas tres décadas confirman el pensamiento que Rousseau expresó en el Contrato Social (1761): "como los hombres no pueden engendrar nuevas fuerzas, sino unir y dirigir solamente las que existen, no tienen otro medio para conservarse que el de formar, por

agregación, una suma de fuerzas capaz de superar la resistencia, ponerlas en juego con un solo fin y hacerles obrar de mutuo acuerdo". Así se forjan las instituciones.

Y las instituciones necesitan nuestros sentimientos, necesitan dolientes. La lealtad a la institución y el compromiso con ella son fundamentales y hacen evidentes nuestra pertenencia. De la memoria surge entonces el recuerdo de hombres grandes, animados de grandes ideales. Entre ellos sobresale el de uno de los fundadores de ACOFI, Arturo Ramírez Montúfar. Gran Señor, Decano y Rector, ilustre Ingeniero de la Universidad Nacional de Colombia, Alma Mater de las universidades colombianas, y profesor distinguido también en la Escuela Colombiana de Ingeniería que honra el nombre de Julio Garavito, fue ante todo un educador, lo que somos o pretendemos ser nosotros. Él creyó que "la educación es una larga obra de amor a los que aprenden", según la premisa estudiantil lanzada en Córdoba (Argentina). Para él el conocimiento estaba por encima de la información, y, por supuesto, por encima del conocimiento, la sabiduría.

Ahora bien, tengamos siempre presente que aunque los hombres no son las instituciones, como algunos llegan a creer, las instituciones solo pueden ser lo que son sus hombres. Sí, las instituciones no tienen sentimientos, los tienen hombres y mujeres como nosotros que tuvimos ayer el privilegio de prestar nuestro servicio en ACOFI, que hoy emocionados compartimos la celebración de este aniversario y recibimos con beneplácito su reconocimiento.

---

PS Este texto corresponde a la versión revisada de la intervención del autor durante el acto convocado para celebrar el XXX aniversario de la creación de ACOFI, en el cual se rindió homenaje a quienes fueron sus Presidentes y Directores Ejecutivos. El autor fue invitado por el actual Director Ejecutivo, Ing. Eduardo Silva Sánchez para presentar unas breves palabras en nombre de todos los Ex Directores Ejecutivos. Con este fin preparó "un puñado de palabras" (620 para ser precisos), texto leído en la ceremonia.



## XXV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería

## Participantes

No.	Ciudad	Institución	Nombre Asistente	Correo Electrónico
1	Bogotá	ACIEM	Julián Cardona	julian.cardona@etb.net..co
2	Bogotá	Acofi	Eduardo Silva Sánchez	direjecutiva@acofi.edu.co
3	Bogotá	Acofi	Arley Palacios	administrativa@acofi.edu.co
4	Bogotá	Acofi	Luis Alberto González	proyectos@acofi.edu.co
5	Bogotá	Acofi	Simón De león	proyectos@acofi.edu.co
6	Bogotá	Acofi	José Miguel Solano	proyectos@acofi.edu.co
7	Bogotá	Acofi	Janeth Pineda	secretaria@acofi.edu.co
8	Bogotá	Acofi	Hernán Reyes	acofi@acofi.edu.co
9	Bogotá	Asociación Colombiana de Universidades	Xiomara Zarur	
10	Bogotá	CONACES - Ministerio de Educación Nacional	Ernesto Acosta G.	eacosta@escuelaing.edu.co
11	Bogotá	CONACES - Ministerio de Educación Nacional	Gloria Toro Villegas	
12	Bogotá	CONACES - Ministerio de Educación Nacional	Ramón Gallego Rendón	
13	Bogotá	CONACES - Ministerio de Educación Nacional	Pedro Prieto Pulido	
14	Bogotá	CONACES - Ministerio de Educación Nacional	Stella Sierra	
15	Bogotá	Consejo Nacional de Acreditación	Virgilio Niño Cruz	
16	Bogotá	Consejo Profesional de Ingeniería Elec., Electrónica	Guillermo Sánchez Bolívar	
17	Bogotá	Consejo Profesional Nacional de Ingeniería	Hernando Monroy Valencia	
18	Bogotá	Consejo Profesional Nacional de Ingeniería	José Olegario Nemeth E.	info@copinia.gov.co
19	Bogotá	Consejo Profesional Nacional de Ingeniería	Nubia Rosa Varona López	info@copinia.gov.co
20	B/quilla	Corporación Universitaria de la Costa	David Eduardo Henao Ordóñez	
21	B/quilla	Corporación Universitaria de la Costa	Alexander Pulido Rojano	
22	B/quilla	Corporación Universitaria de la Costa	Henry Maury Ardila	hamaury@cuc.edu.co
23	B/quilla	Corporación Universitaria de la Costa	Javier Jaramillo Colpas	javierjaramillocolpas@yahoo.com.co
24	Medellín	Corporación Universitaria Lasallista	Luis Fernando Garcés Giraldo	
25	Bogotá	Corporación Universitaria Minuto de Dios	Carlos Amaya	
26	Bogotá	Corporación Universitaria UNITEC	Liliana Janeth Barrera Rodríguez	ljbarrera@unitec.edu.co
27	Bogotá	Electroequipos Colombia Ltda.	Jaime Velásquez	
28	Bogotá	Electroequipos Colombia Ltda.	Stefan Welp	
29	Bogotá	Electroequipos Colombia Ltda.	Julio Aguilar	
30	Bogotá	Electroequipos Colombia Ltda.	Francisco Indacochea	
31	Bogotá	Electroequipos Colombia Ltda.	Aquiles Iturriaga	
32	Bogotá	Escuela Colombiana de Ingeniería	Germán Santos Granados	gsantos@escuelaing.edu.co
33	Bogotá	Escuela Colombiana de Ingeniería	Santiago Henao Pérez	
34	Bogotá	Escuela Colombiana de Ingeniería	Gonzalo Jiménez Escobar	
35	Bogotá	Escuela Colombiana de Ingeniería	Luis Ernesto Blanco	
36	Bogotá	Escuela Colombiana de Ingeniería	Jairo Uribe Escamilla	
37	Bogotá	Escuela Colombiana de Ingeniería	Carlos Abel Álvarez Pérez	
38	Bogotá	Escuela Colombiana de Ingeniería	William Rubio Riaño	wrubio@escuelaing.edu.co
39	Bogotá	Escuela de Administración de Negocios	Luz Marina Sánchez Ayala	fduran@ean.edu.co
40	Bogotá	Escuela de Administración de Negocios	Luz Amparo Acosta Salas	fduran@ean.edu.co
41	Armenia	Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío	Carlos Alberto Restrepo Ramírez	eam@eam.edu.co
42	Medellín	Escuela de Ingeniería de Antioquia	Carlos Rodríguez Lalinde	carod@eia.edu.co
43	Medellín	Escuela de Ingeniería de Antioquia	David Jaramillo López	
44	Medellín	Escuela de Ingeniería de Antioquia	Tomás Uribe Montoya	
45	Medellín	Escuela de Ingeniería de Antioquia	Lucía Victoria Ospina Cardona	pfluosp@eia.edu.co
46	Medellín	Escuela de Ingeniería de Antioquia	Francisco Mejía Garcés	pffmejia@eia.edu.co
47	Francia	Escuela Nacional de Ingenieros de Metz, Francia	Pierre Padilla	
48	C/gena	Escuela Naval Almirante Padilla	Edgar Vergara Verbel	
49	C/gena	Escuela Naval Almirante Padilla	José Sarabia Serrano	
50	C/gena	Escuela Naval Almirante Padilla	William Cuadrado Cano	
51	Bogotá	Expresidente ACOFI	Jorge Ignacio Vélez Múnera	
52	Bogotá	Festo Ltda.	Rodrigo Guarnizo	
53	Bogotá	Festo Ltda.	Leonardo Rojas	
54	Cartagena	Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco	Angelica Echavez D.	angelica.echavez@tecnologicocomfenalco.edu.co
55	Cartagena	Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco	Omar Tirado Muñoz	omar.tirado@tecnologicocomfenalco.edu.co
56	Cartagena	Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco	Beatriz Herrera de Ávila	beatriz.herrera@tecnologicocomfenalco.edu.co
57	Cartagena	Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco	Natividad Villabona Gómez	nati.villabona@tecnologicocomfenalco.edu.co

No.	Ciudad	Institución	Nombre Asistente	Correo Electrónico
58	Cartagena	Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco	Carmen Sofia Gómez Silva	carmen.gomez@tecnologicocomfenalco.edu.co
59	Bogotá	Fundación Universitaria del Área Andina	Sandra Marcela Díaz Calderón	anovoa@areandina.edu.co
60	Bogotá	Fundación Universitaria Konrad Lorenz	Pedro Agustín Pérez	pperez@fukl.edu
61	Bogotá	Fundación Universitaria Los Libertadores	Sergio Restrepo Gómez	srestrepo@cit.ulibertadores.edu.co
62	Bogotá	Fundación Universitaria Los Libertadores	Héctor Díaz Ángel	hdiaz@cit.ulibertadores.edu.co
63	Bogotá	Fundación Universitaria Los Libertadores	Jairo Rodríguez	jrodriguez@cit.ulibertadores.edu.co
64	Atlanta	Georgia Tech, Atlanta	Don P. Giddens	
65	Bogotá	ICFES	Daniel Bogoya M.	
66	Bogotá	ICL Didáctica Ltda.	Jurgen Gerigk	
67	Bogotá	ICL Didáctica Ltda.	Luis Francisco Niño	
68	Francia	Inspector de Educación Nacional - Academia de Paris	Manuel Tejedor	
69	Pasto	Institución Universitaria Cesmag	José María Muñoz Botina	mujos@cesmag.edu.co
70	Envigado	Institución Universitaria de Envigado	Jonier Rendón Prado	jrendonp@iue.edu.co
71	México	Instituto Politécnico Nacional	Eva de los Ángeles Chapa Resendez	evaleacr@prodigy.net.mx
72	México	Instituto Tecnológico de Monterrey	José Luis Ortiz	jlortiz@itesm.mx
73	Atlántico	Instituto Tecnológico de Soledad	Carlos Javier Prasca	
74	Cali	Instituto Tecnológico Mpal. Antonio José Camacho	Rodrigo Martínez Díaz	rodrigmartinez@gmail.com
75	Bogotá	Investigador y Consultor	Galo Adán Clavijo	gclavijo95@hotmail.com
76	Bogotá	Ministerio de Educación Nacional	Iván Pacheco Arrieta	ipacheco@mineducación.gov.co
77	Bogotá	Ministerio de Educación Nacional	Javier Botero Álvarez	
78	Medellín	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Luz Nelly Florez uribe	inmflorez@elpoli.edu.co
79	Bogotá	Politécnico Gran Colombiano	Verónica Reina Jiménez	vreina@poligran.edu.co
80	Bogotá	Pontificia Universidad Javeriana /Bogotá	Francisco Javier Rebolledo Muñoz	rebolled@javeriana.edu.co
81	Bogotá	Pontificia Universidad Javeriana /Bogotá	Nicolás Sánchez Acevedo	
82	Bogotá	Pontificia Universidad Javeriana /Bogotá	Néilson Obregón Neira	nobregon@javeriana.edu.co
83	Bogotá	Pontificia Universidad Javeriana /Bogotá	Adriana Gómez Cabrera	adiranagomez@javeriana.edu.co
84	Bogotá	Pontificia Universidad Javeriana /Bogotá	Daniel Mauricio Ruiz Valencia	daniel.ruiz@javeriana.edu.co
85	Bogotá	Pontificia Universidad Javeriana /Bogotá	Martha Ruth Manrique Torres	smanriq@javeriana.edu.co
86	Bogotá	Pontificia Universidad Javeriana /Bogotá	Alexandra Pomares Quimbaya	pomares@javriana.edu.co
87	Cali	Pontificia Universidad Javeriana /Cali	Jorge Francisco Estela Uribe	jfe@puj.edu.co
88	Cali	Pontificia Universidad Javeriana /Cali	Freddy Naranjo Pérez	jfe@puj.edu.co
89	Cali	Pontificia Universidad Javeriana /Cali	Luis Roberto Rivera Mazuera	jfe@puj.edu.co
90	Bogotá	SENA	Jairo Marín	jmarin@sena.edu.co
91	Bogotá	Senado de la República de Colombia	Efrain Cepeda Sarabia	
92	Medellín	Sociedad Antioqueña de Ingenieros	Eduardo Valencia	sai@sai.org.co
93	Bogotá	Sociedad Colombiana de Ingenieros	Alfonso Orduz	
94	Tokyo	The University of Tokyo	Kimihiko Hirao	
95	Cali	Unidad Central del Valle	Rodrigo José Herrera Hoyos	rodrigoh@uceva.edu.co
96	Bogotá	Universidad Autónoma de Bucaramanga	Germán Oliveros Villamizar	golivero@unab.edu.co
97	B/manga	Universidad Autónoma de Bucaramanga	Wilson Briceño Pineda	mjaimec@unab.edu.co
98	Bogotá	Universidad Autónoma de Colombia	Jorge Alejandro Domínguez Bernal	
99	Bogotá	Universidad Autónoma de Colombia /Bogotá	Germán Velandia Peláez	decaing@fuac.edu.co
100	Bogotá	Universidad Autónoma de Colombia /Bogotá	Luis Eduardo Machado	decaing@fuac.edu.co
101	Cali	Universidad Autónoma de Occidente	Viviana Torres Mejía	
102	Cali	Universidad Autónoma de Occidente	Luis Adrián Patiño	
103	Cali	Universidad Autónoma de Occidente	Sigifredo Satizabal González	ssatizabal@cua.edu.co
104	B/quilla	Universidad Autónoma del Caribe	Joaquín D'Janon	
105	B/quilla	Universidad Autónoma del Caribe	Néilson Tarazona Méndez	ntarazona@uac.edu.co
106	B/quilla	Universidad Autónoma del Caribe	Osvaldo Chamorro Altahona	ovcha@latinmail.com
107	Bogotá	Universidad Católica de Colombia	Luz Mayela Ramírez Orozco	lramirez@ucatolica.edu.co
108	Bogotá	Universidad Católica de Colombia	María Eugenia Guerrero Useda	mitorres@ucatolica.edu.co
109	Bogotá	Universidad Católica de Colombia	Rafael Pérez Carmona	rperez@ucatolica.edu.co
110	Bogotá	Universidad Católica de Colombia	Aurelio Rafael Manotas Morales	armanotas@ucatolica.edu.co
111	Bogotá	Universidad Católica de Colombia	Carlos Idarraza Agudelo	mitorres@ucatolica.edu.co
112	Bogotá	Universidad Católica de Colombia	Edgar Alfonso López Rodríguez	mitorres@ucatolica.edu.co
113	Pereira	Universidad Católica Popular del Risaralda	William Prado Martínez	prado@ucpr.edu.co
114	Bogotá	Universidad Central	René A. Alvarado R.	ralcarado@ucentral.edu.co
115	Ibagué	Universidad Cooperativa de Colombia /Ibagué	Bolema Smidia García Devia	ingbsdg@yahoo.com
116	Ibagué	Universidad Cooperativa de Colombia /Ibagué	Duvan Ramírez Bayona	duvanramirez@latinamil.com
117	Ibagué	Universidad Cooperativa de Colombia /Ibagué	Juan Pablo Oviedo Roa	ingjpo@yahoo.es
118	Neiva	Universidad Cooperativa de Colombia /Neiva	Jesús Medina	
119	Neiva	Universidad Cooperativa de Colombia /Neiva	Eliseo Perdomo	
120	Neiva	Universidad Cooperativa de Colombia /Neiva	Fernando Rojas	

No.	Ciudad	Institución	Nombre Asistente	Correo Electrónico
121	Bogotá	Universidad de América	Ana Josefa Herrera V.	aherrera@uamerica.edu.co
122	Bogotá	Universidad de América	Gerardo Beltrán W.	gbeltran@uamerica.edu.co
123	Bogotá	Universidad de América	María Cristina Torres V.	macristova@terra.com.co
124	Medellín	Universidad de Antioquia	David Fernández M.	vicedecano.ingenieria@udea.edu.co
125	Medellín	Universidad de Antioquia	Álvaro Gaviria Ortíz	agaviria@udea.edu.co
126	Medellín	Universidad de Antioquia	Néilson Orozco Alzate	horozco@udea.edu.co
127	Medellín	Universidad de Antioquia	Guillermo Restrepo González	grestreg@udea.edu.co
128	Tunja	Universidad de Boyacá	Octavio Andrés Castro Santisteban	
129	Cartagena	Universidad de Cartagena	Jesús Eduardo Álvarez	
130	Cartagena	Universidad de Cartagena	Piedad Montero Castillo	
131	Cartagena	Universidad de Cartagena	León Trujillo Vélez	
132	Cartagena	Universidad de Cartagena	Candelaria Tejada	
133	Cartagena	Universidad de Cartagena	Marleni Monroy	
134	Cartagena	Universidad de Cartagena	Margarita Doria	
135	Cartagena	Universidad de Cartagena	Diana Martínez	
136	Cartagena	Universidad de Cartagena	Alfonso de Jesús Arrieta P.	dcingenieria@unicartagena.edu.co
137	Cartagena	Universidad de Cartagena	Marco Tulio Carmona	dcingenieria@unicartagena.edu.co
138	Cartagena	Universidad de Cartagena	Mónica Eljaeck García	dcingenieria@unicartagena.edu.co
139	Cartagena	Universidad de Cartagena	Ángel Villabona Ortiz	dcingenieria@unicartagena.edu.co
140	Cartagena	Universidad de Cartagena	María del Rosario Navarro	dcingenieria@unicartagena.edu.co
141	Montería	Universidad de Córdoba	Luis Ángel Burgos Hernández	facbasicas@unicordoba.edu.co
142	Montería	Universidad de Córdoba	Everaldo Montes Montes	facbasicas@unicordoba.edu.co
143	Chía	Universidad de la Sabana	Josefina García Arévalo	josefina.garcia@unisaba.edu.co
144	Chía	Universidad de la Sabana	Carlos Alberto Manrique Hernández	carlos.manrique@unisaba.edu.co
145	Chía	Universidad de la Sabana	Luis Alfredo Paipa Galeano	luis.paipa@unisaba.edu.co
146	Bogotá	Universidad de la Salle	David Torrado Lemus	
147	Bogotá	Universidad de la Salle	Julio César Fuentes	
148	Bogotá	Universidad de la Salle	Héctor Vega Garzón	icivil@lasalle.edu.co
149	Bogotá	Universidad de la Salle	Martha Lucía Malagón Mican	mlmalg@yahoo.es
150	Bogotá	Universidad de la Salle	Fernando Gómez Gómez	fgomez@lasalle.edu.co
151	Bogotá	Universidad de los Andes	Alain Gauthier	agauthie@uniandes.edu.co
152	Bogotá	Universidad de los Andes	Rafael Gómez	ragomez@uniandes.edu.co
153	Bogotá	Universidad de los Andes	Luis Mario Mateus Sandoval	lmateus@uniandes.edu.co
154	Villavicencio	Universidad de los Llanos	Wilson Alberto Monroy Moyano	wilsonmonroy@hotmail.com
155	Manizales	Universidad de Manizales	Carlos Alberto Cortes Carillo	ccortes@um.umanizales.edu.co
156	Medellín	Universidad de Medellín	Martha María Gil Zapata	udem@guayacan.udem.edu.co
157	Medellín	Universidad de Medellín	Héctor Jairo Ortiz Pabón	udem@guayacan.udem.edu.co
158	Pasto	Universidad de Nariño	Néilson E. Arturo	narturo@latinmail.com
159	Bogotá	Universidad de San Buenaventura /Bogotá	Jaime Durán García	jduran@usbbug.edu.co
160	Bogotá	Universidad de San Buenaventura /Bogotá	Henry Gaitán Gómez	hgaitan@usbbug.edu.co
161	Bogotá	Universidad de San Buenaventura /Bogotá	César José Fernández Barreto	cfernandez@usbbug.edu.co
162	Bogotá	Universidad de San Buenaventura /Bogotá	Leonardo Rodríguez Urrego	leonardorodz@hotmail.com
163	Medellín	Universidad de San Buenaventura /Medellín	Ángela María Galeano Pineda	angela.galeano@usbmed.edu.co
164	Cali	Universidad de Valle	Gustavo Bolaños A.	
165	B/quilla	Universidad del Atlántico	Edgar Daniel Lora Figueroa	fac_ingenieria@uniatlantico.edu.co
166	B/quilla	Universidad del Atlántico	Leda Pernett Bolaño	fac_ingenieria@uniatlantico.edu.co
167	B/quilla	Universidad del Atlántico	María Astrid del Castillo Charris	fac_ingenieria@uniatlantico.edu.co
168	B/quilla	Universidad del Atlántico	Julián Salas Siado	fac_ingenieria@uniatlantico.edu.co
169	B/quilla	Universidad del Atlántico	Graciela Forero de López	fac_ingenieria@uniatlantico.edu.co
170	Popayán	Universidad del Cauca	Napoleón Zambrano Alfonso	
171	Popayan	Universidad del Cauca	Rafael Rengifo	
172	Popayan	Universidad del Cauca	John Calderón Ramírez	
173	Popayán	Universidad del Cauca	Danilo Reinaldo Vivas Ramos	rectoria@unicauca.edu.co
174	B/quilla	Universidad del Norte	Javier Páez Saavedra	jpaez@uninorte.edu.co
175	B/quilla	Universidad del Norte	Carlos Daniel Paternina Arboleda	
176	B/quilla	Universidad del Norte	Nicolás Bolívar	
177	B/quilla	Universidad del Norte	Ventura Arteta	
178	B/quilla	Universidad del Norte	Elisama Dugarte Coll	
179	B/quilla	Universidad del Norte	Néstor Durango Padilla	ndurango@uninorte.edu.co
180	B/quilla	Universidad del Norte	Víctor Cantillo Maza	vcantill@uninorte.edu.co
181	B/quilla	Universidad del Norte	Gerson Roa Tijerino	groa@uninorte.edu.co
182	B/quilla	Universidad del Norte	José Rafael Capacho Portilla	jcapacho@uninorte.edu.co
183	B/quilla	Universidad del Norte	Carmenza Luna Amaya	

No.	Ciudad	Institución	Nombre Asistente	Correo Electrónico
184	Armenia	Universidad del Quindío	Luis Guayacan Reina	luiseguayacan@uniquindio.edu.co
185	Armenia	Universidad del Quindío	Gustavo Botero Echeverri	gustavobotero@uniquindio.edu.co
186	Moterial	Universidad del Sinú	Patricia Márquez de Quintero	pmarquez@unisinu.edu.co
187	USA	Universidad del Sur de la Florida, USA	Louis A. Martín	
188	USA	Universidad del Sur de la Florida, USA	Rafael Pérez	
189	Ibague	Universidad del Tolima	Felix Salgado Castillo	fsalgado@ut.edu.co
190	Tolima	Universidad del Tolima	José Lopera Guerra	
191	Tolima	Universidad del Tolima	Nubia Raquel Torres	
192	Tolima	Universidad del Tolima	Lucia Durán Pinilla	lduran@ut.edu.co
193	Cali	Universidad del Valle /Cali	Juan Manuel Barraza	jubarraz@univalle.edu.co
194	Bogotá	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Javier Parra Peña	jparrap@udistrital.edu.co
195	Bogotá	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Dora Marcela Martínez C.	dmmartinez@udistrital.edu.co
196	Bogotá	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Isabel Escobar Elizalde	
197	Medellín	Universidad Eafit	Jaime Escobar	jaimesco@eafit.edu.co
198	Medellín	Universidad Eafit	Francisco José Correa Zabala	fcorrea@eafit.edu.co
199	Bogotá	Universidad El Bosque	Mario Fernando Castro Fernández	ingenieria.ambiental@unbosque.edu.co
200	Bogotá	Universidad El Bosque	Jairo Hernán Barragán Gómez	jairoher@sistemasunbosque.edu.co
201	Bogotá	Universidad El Bosque	Fernando Rivera Insignares	ingenieria.electronica@unbosque.edu.co
202	Bogotá	Universidad El Bosque	Carlos Eduardo Navarrete Sánchez	ingenieria.industrial@unbosque.edu.co
203	Cúcuta	Universidad Francisco de Paula Santander	Gloria Isabel Duarte Delgado	gloidds@yahoo.com
204	Cali	Universidad ICESI	Angélica Burbano Collazos	aburbano@icesi.edu.co
205	B/manga	Universidad Industrial de Santander	Ricardo Llamosa Villalba	rlamosa@uis.edu.co
206	B/manga	Universidad Industrial de Santander	Alvaro Ramírez	esciqui@uis.edu.co, argarcia@uis.edu.co
207	Bogotá	Universidad La Gran Colombia	Misael González Quintero	misaelgo2000@yahoo.es
208	Bogotá	Universidad Libre de Col/ Bogotá	Nélson de Jesús Torres Medina	ntorres_ingenieria@unilibre.edu.co
209	Bogotá	Universidad Libre de Col/ Bogotá	Jorge Zambrano Payares	jzambrano_ingenieria@unilibre.edu.co
210	Bogotá	Universidad Libre de Col/ Bogotá	Gilberto Rey Baquero	grey_ingenieria@unilibre.edu.co
211	Bogotá	Universidad Libre de Col/ Bogotá	Carlos Bohorquez	cbohorquez_ingenieria@unilibre.edu.co
212	Bogotá	Universidad Libre de Col/ Bogotá	Guillermo León Gómez	ggomez_planeación@unilibre.edu.co
213	Bogotá	Universidad Libre de Col/ Bogotá	Luis Forero Mayorga	mforero_ingenieria@unilibre.edu.co
214	Bogotá	Universidad Libre de Col/ Bogotá	Álvaro Rojas Daza	arojas_ingenieria@unilibre.edu.co
215	Pasto	Universidad Mariana	José Javier Villalba Romero	jvillalba@umariana.edu.co
216	Bogotá	Universidad Militar Nueva Granada	Samanda Giselle Ballesteros Muñoz	
217	Bogotá	Universidad Militar Nueva Granada	Ledarzo Leonel Darío Rozo C.	
218	Bogotá	Universidad Militar Nueva Granada	Néstor Gabriel Sepúlveda Q.	facinger@umng.edu.co
219	Bogotá	Universidad Militar Nueva Granada	Felipe Riaño Pérez	
220	Bogotá	Universidad Nacional de Colombia	Diana Karina Aponte Hernández	
221	Bogotá	Universidad Nacional de Colombia /Bogotá	Diana Ramírez	dcramirez@unal.edu.co
222	Bogotá	Universidad Nacional de Colombia /Bogotá	Jaime Salazar Contreras	jsalazarc@unal.edu.co
223	Bogotá	Universidad Nacional de Colombia /Bogotá	Freddy Abel Vargas Cardozo	profordoc_fibog@unal.edu.co
224	Bogotá	Universidad Nacional de Colombia /Bogotá	Jesús Alberto Delgado Rivera	
225	Medellín	Universidad Nacional de Colombia /Medellín	Iván Darío Zapa Pérez	
226	Medellín	Universidad Nacional de Colombia /Medellín	Carlos Mario Sierra Restrepo	fmviacad@unalmed.edu.co
227	Medellín	Universidad Nacional de Colombia /Medellín	Beatriz Londoño Vélez	blondono@unalmed.edu.co
228	Bogotá	Universidad Nacional de Colombia/ Bogotá	Julio Esteban Colmenares	jecolmenaresm@unal.edu.co
229	Bogotá	Universidad Nacional de Colombia/ Bogotá	Francisco Gutiérrez Toledo	fagutierrez@unal.edu.co
230	Manizales	Universidad Nacional de Colombia/Manizales	Freddy Leonardo Franco Idarraga	flfrancoi@unal.edu.co
231	Tunja	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Col/Tunja	Juan José Camargo Vega	
232	Tunja	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Col/Tunja	Luis Fernando Lozano Gómez	emetalurgica@tunja.uptc.edu.co
233	Tunja	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Col/Tunja	Juan Carlos Poveda D'otero	
234	Tunja	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Col/Tunja	Luis Ramiro Fonseca	lurafde@hotmail.com
235	Tunja	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Col/Tunja	Mario Parra Pinilla	dingeneria@tunja.uptc.edu.co
236	Tunja	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Col/Tunja	Carlos Augusto Salamaca Roa	rectoria@tunja.uptc.edu.co
237	Bogotá	Universidad Piloto de Colombia	Germán Urdaneta Hernández	gurdaneta@unipiloto.edu.co
238	Valencia	Universidad Politécnica de Valencia	Emilio García Moreno	egarciam@isa.upv.es
239	Medellín	Universidad Pontificia Bolivariana/Medellín	Jairo Lopera Pérez	jlopera@upb.edu.co
240	Monteria	Universidad Pontificia Bolivariana/Montería	Carlos A. Barrios Villadiego	cbarrios@upbmonteria.edu.co
241	Valledupar	Universidad Popular del Cesar	Franklin Mejía Padilla	mejiafnaklin@hotmail.com
242	Valledupar	Universidad Popular del Cesar	Armando Luis Cotes de Armas	
243	Valledupar	Universidad Popular del Cesar	Rodolfo Mejía Peñalosa	
244	Valledupar	Universidad Popular del Cesar	Omaira Luz Tapias Díaz	
245	Cali	Universidad Santiago de Cali	Alexander Cifuentes Alarcón	mayistap@yahoo.com
246	Cali	Universidad Santiago de Cali	Daniilo Cárdenas Erazo	hpadilla@usc.edu.co

No.	Ciudad	Institución	Nombre Asistente	Correo Electrónico
247	Bogotá	Universidad Santo Tomás /Bogotá	Vicente Becerra Reyes	frayvicente@correo.usta.edu.co
248	Bogotá	Universidad Santo Tomás /Bogotá	Oscar Baquero Ángel	oscarbaquero@correo.usta.edu.co
249	Bogotá	Universidad Santo Tomás /Bogotá	Claudia Patricia Pérez Romero	claudiaperez@correo.edu.co
250	Tunja	Universidad Santo Tomás /Tunja	Ricardo Antonio Calvo Álvarez	rcalvo@ustatunja.edu.co
251	Neiva	Universidad Surcolombiana	Álvaro Lozano Osorio	fbonilla@usco.edu.co
252	Neiva	Universidad Surcolombiana	Eduardo Valencia Granada	fbonilla@usco.edu.co
253	Neiva	Universidad Surcolombiana	Eduardo Pastrana Bonilla	fbonilla@usco.edu.co
254	B/quilla	Universidad Tecnológica de Bolívar	Patricia Martínez Barrios	
255	B/quilla	Universidad Tecnológica de Bolívar	Martha Carrillo	
256	B/quilla	Universidad Tecnológica de Bolívar	Oscar Acuña	
257	B/quilla	Universidad Tecnológica de Bolívar	María José Covo	
258	B/quilla	Universidad Tecnológica de Bolívar	Manuel Vicente Gómez	
259	B/quilla	Universidad Tecnológica de Bolívar	Cristina Ospino	
260	Cartagena	Universidad Tecnológica de Bolívar	Luis Carlos Arraut	mcarrill@unitecnologica.edu.co
261	Cartagena	Universidad Tecnológica de Bolívar	Fabian Gazabón Arrieta	mcarrill@unitecnologica.edu.co
262	Cartagena	Universidad Tecnológica de Bolívar	Misael Cruz Monroy	mcarrill@unitecnologica.edu.co
263	Cartagena	Universidad Tecnológica de Bolívar	Jairo Pérez Pacheco	mcarrill@unitecnologica.edu.co
264	Cartagena	Universidad Tecnológica de Bolívar	Alfredo Abuchar Curi	mcarrill@unitecnologica.edu.co
265	Pereira	Universidad Tecnológica de Pereira	Alberto Ocampo Valencia	aocampo@utp.edu.co
266	Pereira	Universidad Tecnológica de Pereira	John Didier Aranzales Pava	
267	Pereira	Universidad Tecnológica de Pereira	Carlos Alberto Restrepo Patiño	
268	Pereira	Universidad Tecnológica de Pereira	Luis Enrique Arango Jiménez	rector@utp.edu.co
269	Pereira	Universidad Tecnológica de Pereira	Wilsón Arenas	viceac@utp.edu.co
270	Pereira	Universidad Tecnológica de Pereira	César Jaramillo	viceac@utp.edu.co
271	Pereira	Universidad Tecnológica de Pereira	Gabriel Calle	viceac@utp.edu.co
272	Pereira	Universidad Tecnológica de Pereira	José Germán López Quintero	viceac@utp.edu.co
273	Quibdó	Universidad Tecnológica del Chocó	Héctor Damián Mosquera Benítez	liderminas@tutopia.com
274	Quibdó	Universidad Tecnológica del Chocó	Idalia Renteria Palacios	idaliarp@yahoo.es

**“ACOFI” propende por el impulso y el mejoramiento de la calidad de las actividades de docencia, investigación y extensión en Ingeniería que desarrollan las Facultades y los Programas Académicos de Ingeniería del país.**



Libertad y Orden

Ministerio de Educación Nacional  
República de Colombia



**ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA - ACOFI**  
Edificios Camilo Torres Cra. 50 No. 27-70 Bloque C Módulo 7 Piso 4  
Tels: (571) 221 9898 - 221 5438 Fax: (571) 221 8826 Bogotá, Colombia  
E-mail: [acofi@acofi.edu.co](mailto:acofi@acofi.edu.co) [www.acofi.edu.co](http://www.acofi.edu.co)