

Conferencia mundial sobre educación en ingeniería



ACOFI

**ASOCIACION COLOMBIANA
DE FACULTADES DE INGENIERIA**

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

Presidente ACOFI

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

Vicepresidente

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

Consejeros

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

Director Ejecutivo ACOFI

Ing. JAIME SALAZAR CONTRERAS

Director General del ICFES

Dr. JAIME NIÑO DIEZ

Subdirector General Técnico y de Fomento Dr. JOSE N. REVELO REVELO

Este libro fué editado con la colaboración del Instituto Colombiano para el fomento de la Educación Superior - ICFES -, siendo Director General el Dr. Luis Carlos Muñoz Uribe y Subdirectora General Técnica y de Fomento la Dra. Graciela Amaya de Ochoa.

Editor: Ing. JAIME SALAZAR CONTRERAS
Profesor Titular de la Universidad Nacional

ISBN: 958-680-011-3
SANTAFE DE BOGOTA, D.C. AGOSTO 1996

Ilustración portada: Maritza Arias Trillos

Diseño, armada electrónica e impresión:
OPCIONES GRAFICAS EDITORES LTDA
Calle 14 No. 52-31 piso 3 - Telefax: 2 60 16 43 - Celular: 93-3369670
Apartado Aéreo 34348 Santafé de Bogotá, D.C. - Colombia



PRESENTACION

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI, dentro de su actividad de propender por el mejoramiento de la calidad de los programas de Ingeniería, ha realizado una serie de actividades tendientes a establecer los modelos y las acciones que conduzcan a ello, encontrando un elemento fundamental: los procesos pedagógicos en la formación de los ingenieros.

Dada ésta connotación, ACOFI, ha querido entregar a las Facultades de Ingeniería del país, una traducción de las mejores ponencias presentadas en la CONFERENCIA MUNDIAL SOBRE EDUCACION EN INGENIERIA, realizada en octubre de 1995 en la ciudad de Saint Paul, Minnesota, USA; la cual estuvo organizada por la TBEE (Technology Based Engineering Education Consortium), el ILGEE (International Liaison Group on Engineering Education), el Institute of Technology, University of Minnesota y por una iniciativa del William C. Norris Institute.

Es el deseo, que este material permita a los profesores, conocer nuevos enfoques en la educación y enseñanza de la Ingeniería, y motivar con ello, su actitud frente a la formación creativa, innovadora e integral de los futuros profesionales.

Finalmente, se expresan los agradecimientos a los organizadores de la Conferencia Mundial sobre Educación en Ingeniería y al Instituto Colombiano para el Fomento de la educación Superior - ICFES, por la financiación de esta publicación.

CONTENIDO

Presentación

1. Como ver el mundo a través de los ojos de los ingenieros 3
Alice D. Walker y Daniel D. Ludwig. Instituto Politécnico de Virginia y Universidad Estatal
2. El ingeniero del futuro - El integrador maestro 7
Joseph Bordogna. National Science Foundation, USA
3. Alentar a las Mujeres a la Educación en Ingeniería en el Siglo XXI 13
Dirk M. Chiu - Lee H. Chiu - Victoria University of Technology - Australia
4. Nueva solución para la educación mundial en ingeniería en los 90s 18
Simo Lehto. Politécnica Kotka - Finlandia
5. La experiencia creativa en la práctica de la ingeniería 27
P. Gary Klukken - J. Roger Parsons. University of Tennessee at Knoxville
6. Fundamentos de enseñanza para la educación en ingeniería 35
Nick V. Karlov. Moscow Institute of Physics
7. Recientes desarrollos en educación en ingeniería 40
Terry Duggan - David Eaton. Sheffield Hallam University - Reino Unido
8. Educación de Ingeniería en un contexto de desarrollo Sudafricano 46
G. P. Hancke, - H. Els, - C. W. I. Pistorius Universidad de Pretoria, - Sudáfrica
9. Educación en ingeniería en Alemania: Enfoque en los Fachhochschulen 53
Suzanne Kennedy - Reinhard Hoepfl - Fachhochschule Regensburg. Alemania
10. Educación en ingeniería: Reestructuración y avance en calidad 59
Boris S. Mitin - Presidente de la Asociación Rusa para educación en ingeniería
11. Función de la ciencia social y administración en un programa altamente basado en tecnología y administración 64
Dr. Tony Pickles - Universidad de Bradford - Bradford - West Yorkshire - Reino Unido

12. Inglés para ingenieros	70
<i>Vijay K. Bhatia.</i> Universidad de Hong Kong - <i>Vijay K. Arora.</i> Universidad de Wilkes	
13. Un programa de educación innovador académico/ gobierno/ industria y desarrollo económico	77
<i>Ron Bhada - Abbas Ghassemi - J. Derald Morgan -</i> Universidad del Estado de Nuevo México - Las Cruces, NM	
14. El reto de la educación en ingeniería hungara	83
<i>Imre Czinege - Bánki Donát</i> Polytechnic	
15. Imaginería: Educación y el proceso creativo	88
<i>Berenice D. Bleedorn.</i> Instituto para Estudios Creativos - Universidad de St. Thomas	
16. Temas sociales/éticos que confrontan los profesores de ingeniería, estudiantes y practicantes	94
<i>W. Pennington Vann.</i> Texas Tech University, Lubbock, Texas - <i>Enno "Ed" Koehn -</i> U. Lamar, Beaumont, Texas	
17. Estado, dirección y prospectos del crédito de los programas de ingeniería entre los colegios del Estado y las universidades: Experiencia en las Filipinas	102
<i>Ing. Gigi Maricar E. Fallorin - Ing. Wilson C. Fallorin.</i> Universidad del Estado Tarlac - Filipinas.	
18. La ingeniería de fabricación en el siglo XXI	107
<i>Ronald J. Bennett.</i> Universidad St. Thomas - Minnesota	
19. Ciencia del diseño en la educación: Una reacción a las necesidades mundiales	115
<i>V. Hubka - W. Ernst Eder.</i> Escuela militar real de Canadá	
20. Actualización y modernización curricular en los programas de ingeniería en Colombia	121
<i>Jaime Salazar Contreras.</i> Profesor U. Nacional - <i>Eduardo Silva.</i> Rector Escuela Colombiana de Ingeniería.	
21. Sistema de Acreditación y Asesoría para los Programas de Ingeniería en Colombia -SAAPI-	126
<i>Ing. Victoria Beatriz Durán.</i> U. Nacional de Colombia - <i>Dra. Yolima Beltraán.</i> U. Industrial de Santander <i>Dr. ALvaro Recio Buritica.</i> Fund. U. Agraria de Col.- Uniagraria - <i>Ing. Guillermo Rodríguez.</i> U. del Valle.	
22. Evaluación del profesorado: Propuesta de una perspectiva de investigación evaluativa	134
<i>Yolima Ivonne Beltrán Villamizar.</i> Universidad Industrial de Santander <i>Auto Luz Castro de Pico.</i> Universidad Industrial de Santander	
23. Acreditación internacional en ingeniería	141
<i>Wendy Ryan-Bacon - Axel Meisen.</i> University of British Columbia	
24. Dos enfoques a la introducción, al profesionalismo y la ética en el curriculum de ingeniería	149
<i>C.E. Harris, Jr. - Michael J. Rabins.</i> Universidad de Texas A & M	
25. El curriculum ha muerto - viva el curriculum	154
<i>Trond Clausen.</i> College Telemark, Noruega	
26. Innovación del currículo en la educación en Ingeniería	158
<i>Erik de Graaff.</i> Universidad de Tecnología de Delft Holanda	
27. El salón de clase electrónico	165
<i>Michael E. Hanyak - Brian S. Hoyt - Thomas P. Rich - William J. Snyder.</i> Bucknell University	

COMO VER EL MUNDO A TRAVES DE LOS OJOS DE LOS INGENIEROS

Alice D. Walker
Instituto Politécnico de Virginia

Daniel D. Ludwig
Universidad Estatal

Resumen

Muchos de los estudiantes de hoy en día, de diversas culturas, son aprendices visuales. Habiendo agrupado a los estudiantes en una atmósfera de televisión, publicidad y efectos especiales, están acostumbrados a la imágenes móviles multicolores de alta resolución. A medida que se llevan a cabo los cambios en la enseñanza y los estilos de aprendizaje, se están utilizando las nuevas tecnologías para mejorar la educación en ingeniería. En algunos casos, las salas de clase que una vez estuvieron equipadas solamente con un tablero y tiza ahora se han convertido en entornos de aprendizaje de multimedia, donde los computadores, discos laser, CD-ROMs y acceso al World Wide Web permite a los estudiantes y al profesorado obtener información global. El profesorado está pasando de estilo tradicional de conferencias/tablero a nuevos métodos de enseñanza que requieren apropiados materiales accesibles y fácilmente adaptados de tipo visual. Esta presentación brinda un análisis del desarrollo de una base de datos visuales de ingeniería, disponible ahora en Internet, designada para brindar un conocimiento en material visual para utilizarlo en las salas de clase de ingeniería.

Introducción

En su libro *Edutrends 2010*, David Thornburg futurista bien conocido, describe que la visión de la Tierra según se ve desde el espacio señaló un importante cambio en nuestra visión mundial. Dice que las personas nacidas antes de las primeras exploraciones espaciales tienen una diferente visión del mundo o paradigma que aquellas que han venido al mundo posteriormente. En efecto, Thornburg inclusive tiene la audacia de decir que:

A menos que reestructuremos la educación en una forma que se comunique efectivamente con nuestra juventud, los colegios simplemente se convertirán en algo relevante en las vidas de los estudiantes al final de la década. (p. 11)

Thornburg podría fácilmente haber sido despedido si ésta hubiese sido la única voz gritando en la selva. En toda la literatura, sin embargo encontramos a Reigeluth hablando sobre la necesidad de un cambio sistemático, Oblinger refiriéndose a "la transformación de la academia", Halpern escribiendo sobre el cambio en los salones de clase universitarios y Perelman declarando "Se acabó el Colegio". Y el educador en ingeniería, Martin Jischke, Presidente de Iowa State University, escribe: "La necesidad del cambio en la educación en ingeniería es consideramos inevitable". (p. 21)

¿Qué tipo de cambios se necesitan? ¿Qué evidencia tenemos del cambio que se está llevando a cabo en las salas de clase de las universidades? Brevemente, en por lo menos tres áreas, observamos las siguientes tendencias:

1. Los estudiantes están pasando de la función de observadores pasivos a participantes activos.
2. Los profesores requieren menos memorización y colocan mayor énfasis en el desarrollo de habilidades de solución de problemas.
3. Los materiales de enseñanza se están expandiendo de texto escrito a módulos computarizados más de tipo visual.

Esta tercera área, el desarrollo de los materiales de enseñanza en base visual es el enfoque de este documento.

Objetivo Principal

Recientemente Thomas West, autor de *En el Ojo de la Mente*, escribió:

Debemos recordar que durante aproximadamente 500 años, nuestros colegios han estado enseñando fundamentalmente las habilidades de un empleado Medieval - leer, escribir, contar y memorizar textos. Hoy en día nosotros estamos en las puertas de una nueva

era en la cual nosotros necesitamos desarrollar, querámoslo o no, un grupo de talentos y habilidades con base visual - aquellos del hombre del Renacimiento tal como Leonardo da Vinci, en vez de aquellos del monje o el escolar de la Edad Media. (p. 16)

El cambio es difícil, pero debemos cambiar. Hace unos seis años, en la Conferencia sobre Imperativos para Educación de Pregrado en Ingeniería en 1989, los representantes de la industria, academias y gobierno se reunieron para considerar la necesidad de los cambios en la educación en ingeniería. En esta conferencia un logro fue el establecimiento de dos coaliciones, patrocinadas por la Fundación de Ciencia Nacional (National Science Foundation). En 1992, dos grupos más de universidades se anexaron; en 1993, un quinto grupo y en 1994, tres coaliciones adicionales fueron creadas. Hoy en día, 65 universidades de ingeniería en los Estados Unidos están participando en un esfuerzo de cinco años de múltiples millones de dólares para preparar los estudiantes de ingeniería para satisfacer las demandas de la innovación tecnológica moderna. Los proyectos que enfatizan el trabajo en equipo, solución de problemas creativos, experiencia de diseño temprana y materiales de enseñanza más visuales son típicos del esfuerzo que se está realizando.

Uno de estos proyectos es el desarrollo de una base de datos visual de ingeniería en Virginia Tech, apoyado por un donativo de NSF al Southeastern University and College Coalition for Engineering Education (SUCCEED). La meta fundamental de SUCCEED es darle nueva forma al currículum de ingeniería para el siglo XXI; un importante objetivo es facilitar la generación y uso de materiales de tecnología en base a ésta. Un importante obstáculo al desarrollo de estos materiales, sin embargo, parece ser la carencia de imágenes apropiadas, fácilmente accesibles y adaptadas. Aunque las bases de datos visuales existen para el estudio de arte, arquitectura, geografía, cuidado de la salud, y otras áreas, las fuentes fácilmente accesibles de imágenes de calidad no han estado disponibles para profesores de

ingeniería interesados en desarrollar módulos de multimedia o para los estudiantes que trabajan en presentaciones de grupo.

Debido a que consideramos que los programas de multimedia bien diseñados pueden facilitar la motivación de los estudiantes, los múltiples estilos de aprendizaje, el descubrimiento estructurado y los estudios colaboradores, hemos alentado al profesorado a través de los programas de desarrollo de nuestra facultad para explorar el uso de materiales visuales en su enseñanza. En muchos casos, sin embargo, carecen de los necesarios recursos visuales.

Los nuevos desarrollos en tecnología educativa ofrecen muchas oportunidades para integrar material visual al currículum, suministrando un entorno seguro para una observación muy de cerca, experimentación, exploración y solución de problemas. Las encuestas indican que mientras algunos innovadores y aquellos que rápidamente han adoptado han creado atractivos software interactivos, muchos ingenieros y profesores todavía confían casi totalmente en el tablero para ilustrar las conferencias de salón de clase. Una explicación para la falta del uso extenso de visuales es la dificultad en obtener materiales que sean pertinentes y fácilmente adaptados a las necesidades individuales.

En Virginia Tech propusimos crear una base de datos visual de ingeniería, compuesta de diapositivas existentes, fotografías, video clips y simulaciones de computador que pudieran ser recopiladas, indexadas y puestas a disponibilidad de cualquier profesorado dentro de la coalición de ocho instituciones. Al compartir los recursos de la facultad de ocho universidades esperábamos desarrollar una gran base de datos que cubriera una amplia área de temas de ingeniería.

Resultados

Durante el primer año del proyecto, los estudios fueron realizados y los visuales se solicitaron, recopilaron, clasificaron, digitaron e introdujeron en

el HyperCard 2.2 y Axymetrix ultimedia ToolBook 3.0 indexes. Más de 700 imágenes en relación con temas de ingeniería tales como diseño de aeropuertos, construcción de puentes, ingeniería ambiental, fueron obtenidos de organizaciones profesionales de facultades y de contactos industriales. Las imágenes fueron colocadas en un video disco junto con 28 minutos de clips de movimiento describiendo procesos que incluyen cómo manejar un equipo especial de arrume y cómo hacer las pruebas tensiles. Un índice con código de barras fue imprimido y los materiales se distribuyeron a cada una de las ocho universidades de coalicion para fines de evaluación.

En el segundo año, a medida que la tecnología continuaba avanzando, las imágenes adicionales se recopilaron y se colocaron en discos compactos. Un CD-ROM híbrido incluyendo el sistema de arrume HyperCard y el programa ToolBook se crearon en nuestro Laboratorio de Ingeniería de Multimedia. Mientras que este disco satisfacía las necesidades de nuestro PC y los usuarios Macintosh, no servía para la población UNIX. Por lo tanto, tomamos el siguiente paso de colocar los siguientes materiales visuales en Internet, lo que ahora están en capacidad de hacer a través de Mosaic y Netscape utilizando Universal Resource Locator (Ubicador Universal de Recursos): <http://succeed.edtch.vt.edu>.

Conclusiones

Tres metas fueron logradas en este proyecto de investigación:

1. Con éxito produjimos un video disco de ingeniería que contenía más de 700 imágenes y 28 minutos de clips de movimiento. El video disco ahora se está utilizando conjuntamente con el índice de código de barras, en cursos tales como Material de Ingeniería, clases para hacer que los estudiantes se familiaricen con el equipo de prueba y procedimientos antes de que pudieran ellos perder en el laboratorio algo. Los estudiantes reportan que el video disco brinda

un efectivo medio para desarrollar un mejor entendimiento de procedimientos de laboratorio y un eficiente método para revisión.

2. Creamos una base de datos de plataforma visual dual utilizando HyperCard y el entorno de Macintosh y ToolBook para PC. Las interfaces incluyen espacios para un título, descripción, teclados, botones de navegación y una pequeña imagen del tamaño de la uña del dedo pulgar. Cuando a ésta se le hace un clip entonces la totalidad de la imagen de la pantalla aparece. Discos de Desarrollo, incluyendo el primer CD-ROM híbrido fabricado en Virginia Tech fue producido en el Laboratorio de Ingeniería de Multimedia. Las copias múltiples se duplicaron comercialmente. Los discos compactos suministraron al profesorado y a los estudiantes una rápida fuente de imágenes para incorporarlas a las páginas de World Wide Web y las clases de módulos individualizados. Por ejemplo, En una clase de Fundamentos de Ingeniería en Virginia Tech, las imágenes del disco compacto se utilizan para ilustrar las conferencias sobre historia de la ingeniería incluyendo fotos de las pirámides de Egipto y acueductos romanos al igual que modernas estructuras y exploración de espacio.
3. Colocamos las imágenes en el World Wide Web, junto con los títulos y los índices de teclado haciendo una amplia gama de materiales visuales accesibles a la ingeniería en el mundo entero. Durante los recientes meses hemos estado transmitiendo un promedio de 800 archivos archivos al día, a más de 25 países en toda Europa, África y el Lejano Oriente y para las universidades dentro y fuera de la coalición SUCCEED. Por ejemplo, en Agnes Scott College, los estudiantes están investigando y escribiendo esquemas biográficos de mujeres ingenieras y utilizando fotografías de la base de datos para ilustrar su trabajo. En la Universidad de Clemson las imágenes de la base de datos se utilizan en ingeniería civil en el World Wide Web en la página home para describir la diversidad del departamento.

Contribuciones

Hemos adelantado muchísimo en nuestros esfuerzos para facilitar el cambio en la educación de ingeniería pero todavía tenemos muchas millas que recorrer. A medida que más salones de clase se equipan con equipos de proyección de multimedia y a medida que más profesores de ingeniería se concientizan de las ventajas de utilizar materiales visuales en el currículum, esperamos ver un continuo mejoramiento en esfuerzos de contratación, mayor retención y más estimulantes salones de clase para profesores y estudiantes.

El Engineering Visual Database NSF SUCCEED trae otro pequeño muestreo de los ricos recursos visuales disponibles para educación en ingeniería. Una importante contribución de este proyecto ha sido la evaluación de un proceso que se puede utilizar para ampliar la base de datos. Los profesorado están siendo especialmente alentados a contribuir con fotografías adicionales, diapositivas y simulaciones de computador útiles para incluirlos en las versiones futuras del software. Manteniéndonos en la tecnología de punto y utilizando el poder de Internet, hemos abierto nuevas oportunidades para la cooperación mundial y para compartir los recursos. Como Negroponte dice, "la tecnología digital puede ser una fuerza natural que lleva a las personas a un mundo de armonía mayor." (p. 230)

Hemos entrenado un pequeño grupo de estudiantes graduados en la intrincada producción de multimedia. Estos estudiantes, a su vez, han estimulado a los miembros de la facultad para que les permitan participar en el diseño de módulos computarizados para enriquecer sus cursos. Así los materiales visuales recientemente desarrollados empiezan a ser implementados en los salones de clase, nosotros observamos que los ingenieros que lo han servido como visionarios en el pasado, continúan utilizando la tecnología para lograr los cambios necesarios en los paradigmas del futuro. Mirando el mundo en forma digital, los ingenieros anhelan nuevos horizontes para exploración y nuevos mundos para descubrir.

EL INGENIERO DEL FUTURO EL INTEGRADOR MAESTRO

Joseph Bordogna
National Science Foundation, USA

Resumen

Se presenta un contexto para modificar la educación en ingeniería en función de las nociones de sistemas complejos crecientes e integrados de la sociedad y la tarea del ingeniero como un integrador maestro de la misma. Las fuentes analizadas incluyen la importancia crítica del capital humano, la integración entre la innovación tecnológica y la empresa capitalista, el concepto de la educación profesional holística, algunos comentarios de la educación de post-grado y las razones de todo esto: hacer que los ingenieros se capaciten y engrandezcan la profesión de la ingeniería.

Introducción

Los actuales estudiantes de ingeniería realizarán sus carreras profesionales en el siglo 21, compitiendo con retos y oportunidades muy diferentes de aquellas a las que la mayoría de ingenieros practicantes se han enfrentado en sus vidas profesionales. Las necesidades de una competencia comercial global son la mayor fuerza motriz de empleo en ingeniería; las oportunidades ofrecidas por la tecnología inteligente permiten ser más creativos y realizar un "trabajo más inteligente" en una infraestructura social en expansión que requiere talento para la complejidad; un ambiente de trabajo tolerante que cambia permanentemente exige habilidades interpersonales cautelosas; y las poblaciones masivamente integradas señalan el ambiente, la salud y la seguridad en el extremo frontal del diseño - todos ellos requieren ingenieros cuyas habilidades intelectuales incluyen y van más allá de la tradicional preparación científica que ha caracterizado la educación en ingeniería en el pasado medio siglo. Los líderes industriales de avanzada y los educadores de educación futurista pueden con urgencia reenfocar la educación en ingeniería para hacer énfasis a la integración de funciones, el pensamiento tanto lateral como vertical; la comunicación con diversos grupos; el trabajo en grupo y la motivación, el conocimiento, las bases y la capacidad de aprendizaje de una carrera larga..

Los múltiples informes de los anteriores 10 años, que aparecen al final de este artículo, muestran una consistencia notable de los atributos recomendados a los ingenieros del presente. Existe también un amplio acuerdo en que el cambio sistemático de la educación en ingeniería requerirá también un cambio unánime que debe salir de la cultura académica predominante en las facultades de ingeniería tomando como base la división del conocimiento, la especialización individual, el trabajo en grupo y los logros individuales, los esfuerzos tanto de las disciplinas opuestas como las independientes, la investigación e innovación educativa y también la investigación en la ciencias de ingeniería.

Sistemas hechos por el hombre

Disfrutamos en el mundo de una infraestructura de incomparable valor que ha sido realizada por el hombre. Esta se compone de innumerables sistemas de ingeniería interconectados, estacionarios y móviles, que rodean nuestra vida diaria y el flujo comercial, capacitan a la sociedad para realizar cosas, crear riqueza económica, hacer ciudadanos prósperos y disfrutar la vida.

A menudo se presupone que estos sistemas, debido a nuestra sociedad masivamente integrada, son absolutamente necesarios para la estabilidad social y la calidad de vida. Algunos de estos sistemas no son visibles; otros si lo son y son elevados o transferidos. Este último llama fácilmente nuestra atención; es el primero cuando las cosas no trabajan bien.

La infraestructura visible no impacta nuestra vida tanto estética como funcionalmente: edificios, puentes, parques y máquinas que encantan e inspiran por su diseño y construcción elegantes; lo ejecutado irreverentemente invade nuestros sentidos. En verdad, nuestra estructura visible refleja lo que somos como sociedad y lo que nos preocupamos por nuestra calidad de vida. Cuando los sistemas naturales y los realizados por el hombre se integran entre sí en forma elegante, sentimos diariamente que hay un propósito; cuando lo que nos rodea es repugnante, nos sentimos golpeados y nos maravillamos del significado de la vida social.

Los sistemas construidos por el hombre son altamente complejos e interconectados y exigen ingenieros audaces para concebirlos, diseñarlos, fabricarlos, mantenerlos y renovarlos. En este proceso, los ingenieros deben coincidir para ayudar a resolver en forma conjunta los problemas sociales, económicos, ambientales, legales y políticos, además de los tecnológicos.

Cuando se necesita renovar un sistema ya existente, debe hacerse en forma inteligente. La renovación inteligente se enfoca estratégica y holísticamente más sobre el funcionamiento óptimo de los sistemas

que sobre los componentes individuales. El tamaño y la dificultad de los cientos de macro-sistemas y sus complejas interacciones hacen que la renovación sea cada vez más desafiante.

Las nuevas clases de sistemas construidos por el hombre, no solo deben cumplir con las necesidades del presente, sino que se deben desarrollar sin comprometer el futuro. El desarrollo sostenible - el desarrollo que sostiene el ambiente mientras que se mejora la salud económica - es crítico si la sociedad y sus descendientes solo están para disfrutar de la calidad de vida que se logra mediante un ambiente puro y los sistemas construidos por el viento funcionan bien.

Si nos enfrentamos a las necesidades del mañana tenemos que comprender nuestras tradiciones y valores. La continuidad exige nuestro interés; aún más, la sola reparación y reemplazo de los sistemas construidos no es suficiente. Para enfrentar las necesidades futuras, debemos realizar las clases de proyecciones que tengan en cuenta las necesidades de los ciudadanos y las aspiraciones en que se apoya la economía y el ambiente que se requiere. Cada producto de un sistema en ingeniería tiene que ver con la integración de conocimientos tecnológicos, sociológicos y ecológicos. La integración de estos en un sistema social requiere una visión intrépida y la agudeza de la ingeniería en su máxima expresión. Podemos, con justicia, estar orgullosos del tremendo papel que los ingenieros tienen en poner a funcionar las maravillas del presente; necesitamos capacitarnos adecuadamente para lo que está por venir.

El Proceso de Innovación

Para tener éxito en el mundo del mañana, los ingenieros necesitan algo más que conocimientos técnicos de primer orden. En realidad, los ingenieros entregan todo su conocimiento para trabajar por la sociedad y al hacerlo despiertan el potencial para crear riquezas y trabajo a partir del mismo. En un mundo cada vez más competitivo los ingenieros requieren tomar las decisiones correctas sobre

enormes cantidades de tiempo, dinero y gente que están comprometidos con un fin común. Creo que el ingeniero es una persona que no solo necesita saber hacer las cosas sino que también sepa lo que es correcto hacer. Esto requiere ingenieros que tengan una experiencia amplia y holística.

Los ingenieros deben estar capacitados para trabajar en grupo y comunicarse dentro de él. Deben ser flexibles, adaptables y elásticos. Igualmente, es importante que ellos sean capaces de visualizar su trabajo desde el enfoque de los sistemas - a través de disciplinas - y dentro del contexto de las consideraciones éticas, políticas, internacionales y económicas.

Para ilustrar mejor lo anterior, examinemos por un momento el proceso de innovación, es decir, hacer y lograr un beneficio de las cosas opuestas a la productividad, o sea lograr que las cosas existentes se hagan más eficientemente. Como se ilustra gráficamente en la Figura 1, un elemento crítico en el proceso de innovación es el examen científico, analítico y reduccionista que se introduce dentro del hoyo de los secretos del universo natural y dentro de los procesos fundamentales de la ingeniería que tienen que ver con los sistemas construidos por el hombre para descubrir el nuevo conocimiento.

La ingeniería es crítica dentro del proceso de innovación, pero la esencia de la ingeniería, complementaria a la ciencia, busca el proceso de integración de conocimientos hacia algún propósito. Los ingenieros como "integradores maestros" en la sociedad deben poseer la experiencia funcional que permite ofrecer liderazgo para emitir el proceso concurrente e interactivo de innovación. El ingeniero debe estar en capacidad de trabajar en diferentes disciplinas y áreas - y hacer las conexiones que conduzcan a discernimientos más profundos y soluciones más creativas, y lograr que se hagan las cosas.

La tecnología es todavía un elemento importante en el proceso de innovación. Representa las técnicas y las herramientas disponibles para lograr la fabricación física de las cosas que se convierten en servicios.

Pero, estos tres elementos solos permanecen abandonados en la creación del mercado productivo sino se admiten dentro de una política de contexto económico y público. El filósofo de la economía, Joseph Schumpeter dijo en 1942 [1]:

*El impulso fundamental que prepara y mantiene el motor capitalista en movimiento proviene de los bienes de los consumidores, los métodos de producción y transporte, los nuevos mercados y las nuevas formas de organización industrial que crean las empresas capitalistas..... Este proceso de alteración industrial revolucionaría constantemente la estructura económica desde el interior, destruyendo una antigua y creando una nueva. Este proceso de **Destrucción Creativa** es un factor esencial del capitalismo. Es que el capitalismo consiste en lo que cada capitalista cree que tiene que conseguir para vivir en él.*

Lo que Schumpeter está diciendo es que el capitalismo es en sí un proceso de cambio continuo: la estructura de las antiguas industrias se renueva o altera repetidamente por nuevas formas; prevalece más el desequilibrio que el equilibrio, ni siquiera los monopolios son seguros - una nueva innovación tecnológica puede crear o amenazar un nuevo competidor en cualquier momento.

La interacción entre la innovación tecnológica y la empresa capitalista ha producido las dramáticas ganancias que hemos logrado en nuestro estándar de vida. Para sostener y adornar este estándar, especialmente en la era de competitividad global creciente, las empresas individuales y el conjunto de industrias admiten que deben estar permanentemente listas para reemplazar productos, servicios y prácticas comerciales que han llegado a ser rápidamente obsoletas. Así se ha creado un reto permanente para los ingenieros quienes deben crear continuamente nuevas y mejores cosas que permitan la prosperidad de la economía a través de ciclos inevitables efervescentes de destrucción creativa que tienen lugar alrededor de nosotros.

Componentes de una Educación Secundaria Holística

La verdadera riqueza del mundo reside en su capital humano - especialmente en la fuerza de trabajo de la ingeniería. Para convertirla en capital, los graduados en ingeniería deben tener un valor agregado que les permita competir en el mercado mundial de hoy en día. El valor agregado resulta del conocimiento actualizado, pero aún más del acopio ganado por el entendimiento y la participación en el proceso de ingeniería a través de la experiencia curricular preparatoria.

Muchos consideran que los fundamentos de la ingeniería son los mismos de los de la ciencia de la ingeniería. Estamos convencidos que para el éxito profesional se requieren habilidades científicas, matemáticas y analíticas. Un estudiante de ingeniería debe experimentar también el "núcleo funcional de la ingeniería" - la emoción de enfrentarse a un reto de fondo abierto y crear algo que nunca ha existido.

Hay un segmento significativo de la comunidad en ingeniería argumentando que la educación académica en ingeniería ha estado muy enfocada a aspectos de "ciencia reduccionista" de ingeniería y muy poco sobre sus elementos holísticos. Teniendo en cuenta este dilema sugieren un cambio - un enfoque fresco de la naturaleza integrativa de la ingeniería.

El currículo actual requiere de estudiantes que aprendan sobre piezas no conectadas, cursos separados cuya relación entre sí no se explica. Aún más, la educación en ingeniería se describe usualmente en términos diseñados para presentar a los estudiantes una serie de tópicos que los ingenieros "necesitan saber", llegando a la conclusión de que la educación en ingeniería es una colección de cursos. El contenido del curso se puede evaluar, pero parece que la visión de la educación en ingeniería ignora la necesidad de conectar e integrar, lo cual debe ser el núcleo de la educación en ingeniería.

Y que hay de los llamados fundamentos? Cuáles son los componentes del proceso de ingeniería? Qué significa la frase "la ingeniería es un proceso

integrativo"? Muchos de los componentes de una educación profesional holística o balanceada en ingeniería se identifican en la Figura 2. La yuxtaposición de términos columna por columna en las dos columnas ilustra esta complementación. Los cambios históricos que siguieron a la Segunda Guerra Mundial llevaron a un mayor énfasis sobre la base científica de la educación en ingeniería y ha llevado a una aplicación curricular tal que los componentes del lado izquierdo excluyen a los de la derecha.

La meta en este momento es lograr un balance entre los elementos correspondientes de cada columna e integrarlos en un todo coherente. El objetivo general es desarrollar una capacidad funcional de entendimiento o "profundidad lateral" a través de las nociones del núcleo. El concepto "profundidad lateral" en este intento es desarrollar las capacidades integrativas en un contraste penetrante hasta una profundidad interior o "profundidad vertical" que es un esfuerzo necesario para una buena investigación. DeBono [2] dijo: "el pensamiento vertical taladra más profundamente el mismo hueco; el pensamiento lateral tiene que ver con taladrar un hueco en otro lugar". Para una tarea integrativa, la profundidad lateral tiene que ver no solamente con un número de huecos en profundidad sino también con el desarrollo de *conexiones* entre sí. Ambos son necesarios para dar solución a los problemas difíciles.

Muchos consideran ahora que a nivel profesional los ingenieros requieren un grado integrativo a nivel de Master y nuestras universidades necesitan ofrecer programas de maestría orientados a la práctica con fuertes nexos con la industria y con las ciencias sociales, económicas y administrativas. Con este fin, durante la década pasada se efectuaron una variedad de inversiones y los resultados parecen promisorios. Como hecho interesante, no solo están orientados hacia la práctica, sino también a un sector industrial específico.

Todavía se considera que el grado doctoral pretende ser demasiado analítico, muy orientado a una sub-especialidad, y muy enfocado hacia el entrenamiento más que a la educación. Existe ahora un gran clamor

sobre la re-orientación de los currículos del Ph.D. en tal forma que permita capacitar doctores con conocimientos literarios funcionales a través de una variedad de disciplinas de diferentes áreas que les permita disfrutar del amplio aspecto de oportunidades de su carrera.

El distinguido filósofo José Ortega y Gasset previó este resultado genérico en la academia cuando publicó en 1944 su famoso trabajo "Misión de la Universidad", dos años después de que Joseph Schumpeter hizo el llamado de la destrucción creativa a través del panorama industrial. En este trabajo Ortega advirtió que el enfoque del reduccionismo en la academia estaba minimizando la dimensión escolar de la síntesis de la construcción de un todo. Deseo compartir con ustedes una de sus sentencias [3]:

La necesidad de crear una síntesis completa y las sistematizaciones del conocimiento ... pedirán a gritos una clase de genio científico que hasta ahora solamente ha existido como una aberración: el genio de la integración. Esto significa la necesidad de especialización, como ocurre inevitablemente con cualquier esfuerzo creativo; pero en esta ocasión, la persona se estará especializando en la construcción de un todo. La fuerza que impulsa la investigación para disociarla indefinidamente en problemas particulares, la pulverización de la investigación, hace necesario un control compensatorio en cualquier organismo saludable ... que es compensado por una fuerza que hala en la dirección opuesta, restringiendo la ciencia centrífuga dentro de una organización saludable.

Las personas tocadas por este genio llegan más cerca siendo buenos profesores que aquellos que se encuentran sumergidos en su investigación.

En la Figura 3 se muestra una ilustración gráfica de la "capacitación del ingeniero de la próxima generación". Obsérvese que los componentes curriculares complementarios de un currículo holístico de pregado conducentes a un nivel de

maestría con orientación práctica y/o un currículo doctoral orientado hacia los descubrimientos, todos soportados por una infraestructura de sistemas cognoscitivos crecientes y de aprendizaje de una carrera larga.

Facilitando la capacidad de la Nación para poner en ejecución/ennoblecen la profesión del ingeniero

A medida que nos aproximamos al siglo 21, nuestro mundo será más activo, más complejo y más conectado. También, más excitante y más desafiante. Las soluciones de los problemas del mañana requerirán las contribuciones de muchas disciplinas y muchos puntos de vista. La ingeniería debe jugar un papel vital debido a su propósito inherente. Los abogados regulan e interpretan la ley, los médicos curan la enfermedad, los profesores educan a los estudiantes - los ingenieros hacen cosas y al hacerlo, permiten a la sociedad crear una riqueza compartida y trabajar mejor.

Es la hora de orientar nuestra inversión en la fuerza de trabajo de la ingeniería - porque este capital humano es más valioso que todo el capital almacenado en las bóvedas de los bancos. Debemos orientar en su justa proporción la educación y el entrenamiento en ingeniería - a todos los niveles - desde el estudiante de ingeniería que comienza hasta los estudiantes que finalizan sus estudios.

Para graduar a los ingenieros del futuro, las facultades de ingeniería deben desarrollar y estrechar vínculos con la industria, el gobierno y la amplia comunidad educativa. Los líderes universitarios deben avanzar en forma atrevida y ofrecer visión y apoyo a estos esfuerzos. De la misma manera, la industria debe llegar a estar más comprometida en la educación de los actuales y futuros ingenieros.

Herbert Hoover, quién recibió entrenamiento como ingeniero, dijo en una ocasión de la ingeniería:

Es una gran profesión. Tiene la fascinación de observar la ficción de una imaginación que

emerge - para llegar a un plano sobre un papel. Entonces esto lo lleva a la realización en piedra, metal o energía. Luego produce, trabajos y casas ... Luego eleva los estándares de vida y los añade a las comodidades de la vida. Ser ingeniero es un alto privilegio.

La frase "nobleza obliga" viene a la mente: una alta posición conlleva una obligación. (La obligación de

un comportamiento honorable, generoso y responsable que es un compañero de alto rango).

Estoy seguro que todos en este salón compartimos esta visión de ingeniería - es en verdad una noble profesión con una noble meta: el trabajo no muy común de generar una economía fuerte y mejorar las vidas de los ciudadanos comunes.

Referencias

1. Joseph Schumpeter, "Capitalism, Socialism and Democracy," Chapter IV, Harper and Row, New York, 1942.
2. J.H. Kim, "Essence of Creativity - A Guide to Tackling Difficult Problems," Oxford University Press, New York, 1990.
3. José Ortega y Gasset, "Mission of the University," Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1944.

Informes y artículos seleccionados sobre educación en ingeniería, 1985-1995

1. Engineering Education and Practice in the United States," National Academy Press, 1985.
2. "Undergraduate Science, Mathematics, and Engineering Education," National Science Board, NSB 86-100, 1986.
3. Quality of Engineering Education," Final Report of the Quality of Engineering Education Project, American Society for Engineering Education, September 1986.
4. "Engineering Education Answers the Challenges of the Future," Proceedings of the National Congress on Engineering Education, Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc., November 1986.
5. "A National Action Agenda for Engineering Education," Report of an ASEE Task Force (E.E. David, Jr., Chair), American Society for Engineering Education, 1987.
6. "Workshop on Engineering - April 1988," Report, "Report of the NSF Disciplinary Workshops of Undergraduate Education, pp 51-55, NSF 89-3, National Science Foundation, 1989.
7. F. Karl Willenbrock *et al*, "Imperatives in Undergraduate Engineering Education: Issues and Actions," Report of an NSF *Ad Hoc* Task Force, August 1989 ("the Belmont Conference").
8. Education and Continuing Development of the Civil Engineer,- Proceedings of and ASCE National Forum, 17-20 April 1990, American Society for Civil Engineers, 1990.
9. Roland W. Schmidt, Letter Report to E. W. Ernst of an NSF-Sponsored NAE Workshop on "Engineering, Engineers, and Engineering Education in the 21st Century," 9 May 1990.
10. "An Engineering Look Forward: New Decade, New Century, New Millennium," Proceedings of the 1990 ABET Annual Meeting, 17-18 October 1990, Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc.
11. "America's Academic Future," Report of the Presidential Young Investigator Colloquium on U.S. Engineering, Mathematics, and Science Education for the Year 2010 and Beyond, NSF 91-150, National Science Foundation, 1992.
12. "Engineering Education Issues: Report on Survey of Opinions by Engineering Deans and Employers of Engineering Graduates on First Professional Degree," NSPE Professional Engineers in Education Sustaining University Program, NSPE Publication 3059, National Society of Professional Engineers, November 1992.
13. Joseph Bordogna, Eli Fromm, and Edward Ernst, "Engineering Education: Innovation Through Integration," Journal of Engineering Education, Vol 82, No. 1, pp 3-8, 1993.
14. J. Harris, Eugene M. DeLoatch, William R. Grogan, Irene C. Peden, and John R. Whinnery, "Journal of Engineering Education Round Table: Reflections on the Grinter Report," Journal of Engineering Education, Vol 83, No. 1, pp 69-94, 1994 (includes as an Appendix the Grinter Report, issued in September 1955).
- 15 "Engineering Education for a Changing World," Report of a Joint Project of the ASEE Engineering Deans Council and Corporate Roundtable, American Society for Engineering Education, 1994.
- 16 "Industry 2000: Technical Vitality Through Continuing Education," Report of workshop conducted by the IEEE Educational Activities Board in May 1994, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1995.
- 17 "Restructuring Engineering Education; A Focus on change," Report of an NSF Workshop, NSF 95-65, National Science Foundation, 1995.
- 18 "Engineering Education: Designing and Adaptive System," Report of the NRC Board on Engineering Education, National Research Council, 1995.
- 19 John H. McMasters and James D. Lang, "Enhancing Engineering and Manufacturing Education; Industry Needs, Industry Roles," presented at the 1995 ASEE Annual Conference and Exposition, June 25-28, 1995, American Society for Engineering Education.

ALERTAR A LAS MUJERES A LA EDUCACION EN INGENIERIA EN EL SIGLO XXI

Dirk M. Chiu

Departamento de Ingeniería Eléctrica

Lee H. Chiu

Departamento de Ciencias de la Salud
Victoria University of Technology - Australia

Resumen

La tendencia de las mujeres que entran al campo profesional de la ingeniería está aumentando, parcialmente debido a una legislación impuesta por gobiernos de varios países y parcialmente debido al hecho de que las mujeres son más conscientes sobre la situación económica del mercado. Sin embargo, en el momento actual, el número de mujeres participando en cursos de ingeniería todavía es relativamente pequeño cuando se compara con la población de estudiantes de ingeniería varones. Muchos factores contribuyen a este desempeño no satisfactorio de las universidades. Este informe presenta esta situación y propone algunas soluciones.

Introducción

En el pasado, debido a una sociedad dominada por varones y la actitud correspondiente, el lugar de las mujeres se consideraba era la cocina. Es decir, por supuesto ya éste no es el caso. Las mujeres han estado y todavía siguen luchando muy intensamente para cambiar la actitud de la sociedad. No se les debe negar las mismas oportunidades que a los hombres, ya que ellas cuentan con las mismas habilidades y capacidades.

La lucha y participación de las mujeres en todos los campos de la sociedad ha traído un cambio en el pensamiento de los hombres: las mujeres son tan capaces como los hombres. Desde la década de 1980 muchos países han introducido la legislación que prohíbe la discriminación de las mujeres. Por ejemplo, se estableció una Comisión de Igualdad de Oportunidades en los Estados Unidos de América [1].

La profesión de ingeniería, en el pasado, ha sido considerada como dominio de varones, inclusive hasta en el siglo XX. Esta situación ha cambiado debido a que la sociedad se ha dado cuenta de que las mujeres pueden realizar tareas de ingeniería tan bien como su contraparte masculina. Esto es más obvio en los países orientales tales como China y Singapur. Sin embargo, el aumento de las mujeres participando en áreas de ingeniería no significa que exista una plena igualdad de oportunidades [2].

Muchos estudios indican que las mujeres que estudian ingeniería y obtienen las mismas calificaciones que los hombres, no obtienen las mismas posiciones de empleo [3]. En general las empresas consideran a las mujeres

como pobres inversiones de entrenamiento debido a su función de reproducción y obligaciones familiares. En China, donde las empresas colectivas ofrecen empleo de segunda clase con menores beneficios salariales en comparación con las empresas del Estado, las estadísticas de 1989 demuestran que las mujeres constituyen hasta el 65% de los empleados en empresas colectivas pero únicamente el 36% en empresas estatales [4].

La falta de igualdad en los salarios entre hombres y mujeres continúa existiendo en la mayoría de las categorías de empleo, las mujeres ganan en promedio 10% menos que el sueldo de los hombres [5]. Las cifras para 1992 publicadas por la Comisión sobre Igualdad de Oportunidades en el Reino Unido muestran que los gerentes mujeres y administradoras ganan de 10% a 35% menos que sus contrapartes varones [6].

Aunque esta situación puede parecer contradictoria en relación con la aceptación de más mujeres en la fuerza laboral, debemos darnos cuenta que la fuerza dominante en las posiciones de alto nivel de empleos es de los hombres, y tomará largo tiempo cambiar la actitud de los hombres en relación con la habilidad de las mujeres.

Observamos que la misma situación también es evidente en lugares que ofrecen educación en ingeniería. Aunque la legislación de igualdad de oportunidades introducida por el gobierno puede tener buen significado, la implementación de dicha legislación requiere de los esfuerzos de hombres y mujeres. La mayoría de las universidades están tratando de implementar políticas de igualdad de oportunidades pero con poco éxito [7]. Uno de los motivos es que no existe una firme y clara política para implementación. Más importante aún, la gente a cargo de estos programas no aplica en ellos un pleno esfuerzo. En algunos casos, existe rechazo por parte de las universidades en la implementación de dichas políticas (posiblemente debido a problemas financieros) y generalmente, los hombres se encuentran a cargo de la implementación de la política (posiblemente, una mujer capacitada para la posición no se encuentra disponible). La operación

de una política exitosa de igualdad de oportunidades en una universidad o profesores de facultad depende de los directores y jefes de departamentos quienes deben promover y alentar a otros a cumplir sus metas. Una definición de política escrita no vale el papel en el cual está escrita si no se pone en práctica.

Además, en los países occidentales, el status social y el poder adquisitivo de la profesión de ingeniería está disminuyendo día a día, y por consiguiente, la mayoría de las universidades no pueden atraer suficientes estudiantes varones a los cursos de ingeniería. En cambio, muchos estudiantes de ingeniería potencialmente varones entran a las carreras de administración, derecho y cursos de contabilidad. Para llenar la brecha dejada por los estudiantes varones, las universidades están intentando atraer más estudiantes mujeres.

Si se va a implementar una política, la política debe ser simple y clara. El programa debe ser llevado a cabo en detalle y debe tenerse la intención de implementarlo a largo plazo con suficiente adjudicación de presupuesto. A continuación se sugieren algunas técnicas para la implementación de dicho programa.

Programa para Reclutar Mujeres para los Cursos de Ingeniería

El problema de insuficiente interés femenino en los cursos de ingeniería empieza cuando las mujeres están en una temprana edad. De niños, a los varones se les dan juegos de trenes, juguetes que representan carros y armas para jugar con ellas, mientras que a las niñas se les entregan muñecas y juegos para hornear. Las mujeres jóvenes se espera colaboren en las labores domésticas, pero que no lo hagan los varones jóvenes. En el colegio, los profesores generalmente aconsejan a sus estudiantes femeninas que participan en temas relacionados con el campo doméstico tales como cocina y costura, mientras que los varones se espera tomen materias tales como metalmecánica y carpintería.

Por consiguiente, los padres tienen una función

importante que desempeñar en esta temprana etapa de la educación de sus niños. Los temas de género deben ser tratados temprano, y no a nivel terciario cuando las mujeres ya están embebidas en casi veinte años de patriarquía y están preparadas a coludir con la existencia de dominación masculina en el campo de la ingeniería.

La apreciación por computador y su aplicación debe ser introducida suficientemente temprano de manera que los niños (especialmente las mujeres) entiendan que los computadores como ayudas de aprendizaje les ayudarán en su vida posterior. La administración Clinton de los Estados Unidos de América se ha embarcado en una campaña de alto perfil para introducir la tecnología de la super autopista de información a cada salón de clase de todos los colegios para el año 2000. Únicamente por medio de esta temprana exposición a la tecnología de información podrán todos los niños recibir enseñanza para apreciar sus talentos en ciencia e ingeniería.

El reciente GCSE (Certificado General de Educación Secundaria) introducido en el Reino Unido demuestra claramente que los niños son superados por las niñas en términos de cifras de estudiantes que aprueban exámenes de matemáticas y ciencias, particularmente en estudiantes femeninas de colegios de un solo sexo [6]. El mensaje es claro: las mujeres son tan buenas, o inclusive mejores, que los hombres en matemáticas y temas relacionados con ciencias. El segundo mensaje es que en las escuelas mixtas, los estudiantes varones pueden monopolizar el uso de los computadores y equipos. Los profesores generalmente permiten a los estudiantes varones más tiempo que a las mujeres trabajar en estos equipos. Después de las horas de enseñanza formal, los estudiantes varones ocupan los computadores excluyendo a las estudiantes mujeres.

En las facultades de ingeniería en las universidades, un esquema de premios debe ser implementado para motivar a los miembros del personal de ingeniería que trabajan con los colegios en proyectos de tecnología para aumentar la conciencia entre las personas jóvenes, que ellos puedan sentir el reto y entusiasmo que representa participar en una carrera

de ingeniería. Debe ser una oportunidad para que el personal de más alto calibre quien está genuinamente interesado en promover la educación en la ingeniería colabore con los proyectos. Estos son los mejores embajadores para vender una carrera en ingeniería.

A menos que podamos aumentar el número de jóvenes mujeres que entran a la educación superior para obtener su grado en ingeniería, jamás vamos a poder mejorar el desarrollo de las mujeres en ingeniería. Actualmente, en el Reino Unido únicamente, casi el 10% de ingenieros y tecnólogos son mujeres. Esta situación no es mejor en otros países occidentales [7]. En los países orientales, la situación parece un poco más brillante. Por ejemplo, las mujeres constituyen hasta el 35% del total de científicos y tecnólogos en China [8].

Sin embargo, todavía estamos lejos de lograr la meta de atraer a más mujeres a la educación en ingeniería.

Las simples visitas a colegios de conferencistas en ingeniería no son suficientes. También necesitamos educar a los profesores de primaria y secundaria. Por lo tanto, el hacer cursos breves de vacaciones de verano para profesores escolares y estudiantes es muy importante. Dichos cursos no necesitan ser manejados únicamente por académicos mujeres. Sin embargo, sería más apropiado invitar a ingenieros de sexo femenino a dictar conferencia en dichas ocasiones. El impacto de dichos modelos de funciones será fuerte. Los estudiantes mujeres verán su potencial de convertirse en ingenieros de éxito.

Es interesante para las estudiantes de ingeniería senior mujeres participar en visitas a colegios. Ellas pueden mostrar a los estudiantes sus proyectos. El impacto en los estudiantes mediante estas demostraciones será mayor que muchas conferencias de horas.

Es alentador anotar que se ha desarrollado un esquema en el Reino Unido utilizando buses de enseñanza móviles y exhibiciones [6]. Las estudiantes mujeres jóvenes podrán pasar algunas oportunidades en el bus con conferencistas mujeres cuando visiten sus colegios. Esto les brindará una experiencia práctica

sobre nuevas tecnologías. El manejo y equipamiento del bus puede ser brindado a través de la industria que los patrocina con algunos esfuerzos persuasivos por parte de las universidades y concejos locales.

Actualmente las mujeres generalmente carecen de experiencia en el manejo de máquinas y computadores. Por lo tanto, la labor inmediata por parte de los departamentos de ingeniería es establecer grupos especiales para tratar este problema. Cursos introductorios especiales pueden ser brindados por las mujeres de los primeros años. Los seminarios pueden ser organizados por estudiantes femeninas de ingeniería, pueden ser manejados por académicos y por estudiantes femeninas senior y postgraduadas. Dichos seminarios no necesitan ser formales. Las charlas pueden ser brindadas sobre experiencias de los estudiantes en los últimos años como estudiantes de ingeniería y entrenados en industria durante sus vacaciones. Una asociación de estudiantes femeninas de ingeniería debe ser constituida para alentar la comunicación entre estudiantes femeninas permitiendo que cualquier problema pueda ser discutido y solucionado.

En la mayoría de las universidades más de la mitad de las estudiantes femeninas que participan en ingeniería saldrán de los cursos sin terminar su carrera. Se debe organizar y operar un programa de retención. El status de minoría y la visibilidad de las mujeres en clases de ingeniería generalmente las restringe de participar en clase. Cuando surgen los problemas, ellas luchan solas y se rinden si el esfuerzo único no brinda resultado. Por lo tanto, un constante monitoreo del progreso de todas las estudiantes femeninas de ingeniería desde su primer año hasta el final de su carrera es necesario. Se debe establecer un comité para el seguimiento de cualquier problema. Al mismo tiempo, debe adjudicarse un presupuesto separado para la operación del comité el cual debe establecerse si se quiere que sea exitoso el programa de retención.

Sistema de Apoyo

Durante la década de 1970 y 1980 una legislación

sobre igualdad de oportunidades en muchos países occidentales fue formulada para retar y cambiar la posición marginalizada de las mujeres en el mercado laboral patriarcal. Su intención es alentar a las mujeres para ingresar a las profesiones dominadas por los varones tales como ciencias, ingeniería y tecnología.

Los medios también tienen una importante función que desempeñar. Debe reflejar a los varones y a las mujeres en menos funciones estereotipadas [9, 10] y dar publicidad sobre políticas de igualdad de oportunidades por parte de las organizaciones de comercio e industria de ingeniería. El mensaje será recibido por jóvenes mujeres y sus padres. En forma similar, el status de las mujeres en una industria de ingeniería influenciará la determinación de las jóvenes mujeres para entrar a dicha profesión. Por lo tanto, la publicidad por parte de la industria de ingeniería y las instituciones profesionales sobre la ingeniería femenina será de gran influencia. De tiempo en tiempo, se debe hacer invitación a mujeres ingenieras para que dicten conferencias en la televisión.

Cuando una mujer empieza a trabajar en una nueva posición en una compañía como ingeniero, ella enfrentará más problemas que su contraparte varón. El progreso en la carrera es una lucha interminable. Décadas de prejuicios de los varones y discriminación no van a desaparecer de la noche a la mañana. Generalmente, la promoción por parte de los varones es una cuestión de cuándo, pero para las mujeres, es cuestión de si ésta ocurrirá. Cuando las mujeres han sido exitosas al escalar en la escalera corporativa, se enfrentan con la soledad, ya que son muy pocas las colegas femeninas. La soledad es uno de los factores más importantes que dirige a las mujeres a renunciar a su carrera en la industria. Además, algunos ingenieros varones de mayor edad no se sienten particularmente felices de trabajar bajo el mando de una joven mujer ingeniero. Para ganar su respeto la mujer debe demostrar que sabe hacer el trabajo y lo puede hacer mejor. No olvidemos que uno de los talentos excepcionales de las mujeres para las habilidades en desarrollar equipos es su poder de ganadora.

Conclusión

En el siglo XXI, esperamos que ya no exista la discriminación por sexo. Sin embargo, todavía tenemos una gran labor que hacer para lograr nuestra meta. Equipar a las mujeres en su educación con una hegemonía ideológica alternativa para retar la sociedad patriarcal existente en la ingeniería, ciertamente va a demostrar sus frutos en el siguiente siglo.

Con el fin de interesar a las mujeres en ingeniería, debe hacerse un esfuerzo en todos los estamentos de la sociedad. Las universidades deben cooperar con las instituciones profesionales, organizaciones de mercado y, sobre todo, en la industria de la ingeniería. Una política detallada y un programa deben establecerse y llevarse a cabo completamente. ¡El trabajo no se realiza si se hace únicamente la mitad!

La publicidad de la profesión de ingeniería y el status de mujeres en ingeniería, debe ser llevada a cabo profesionalmente, por ejemplo, si la universidad no tiene la habilidad o el personal para hacer el seguimiento del programa, debe emplearse un asesor profesional, ya sea de tiempo completo o de tiempo parcial. Una permanente discusión entre los grupos de diferentes universidades es esencial. Si fuese posible, debe alentarse a que haya un intercambio de personal entre dichos grupos.

La industria debe participar en muchos programas para animar a las mujeres a inscribirse en estudios

de ingeniería. Únicamente cuando las jóvenes mujeres y sus padres estén convencidos que las oportunidades existen también en la profesión de ingeniería, entonces los programas tendrán éxito. Además de ayudar a las universidades a reclutar estudiantes femeninas en sus cursos de ingeniería, la industria debe demostrar que están dispuestos a emplear más ingenieras mujeres y que se brindará igualdad de oportunidades a las mujeres en su proceso de selección y promoción.

En cuanto a las universidades, los comités de ingeniería femeninos deben establecerse (si es posible) con una mujer académica a cargo del comité. La invitación a las ingenieras (ya graduadas o a otras ingenieras) para participar en equipos que visiten los colegios, los comités para formación de ingeniería femenina, la asociación de estudiantes femeninas de ingeniería, los cursos de vacaciones y los seminarios son pasos especiales que se deben llevar a cabo. La influencia y el impacto de los modelos de funciones es la publicidad más convincente y la mejor herramienta para alentar a las mujeres a participar en los cursos de ingeniería.

Para que las mujeres estén en el corazón de la ingeniería en el siglo XXI, debemos reconstruir nuestro itinerario intelectual y político. Programas extensos de apoyo para cambiar la influencia y el control social de las mujeres en la sociedad es esencial. El bienestar de la sociedad de ingeniería estará doblemente enriquecido cuando las mujeres compartan el manejo y operación de la profesión de ingeniería.

Referencias

1. Equal Opportunities Commission, "Women into science & engineering - wise 1984", USA (1984).
2. X.J. Wang, "Survey of the features attainment of women scientists and technologists", Proceedings of International Conference on The Development & Role of Women in Technology, Beijing, China, pp. 43-46, September (1994).
3. J. Lange & J. Richards, "Women & technology in higher education institutions in China", Proceedings of International Conference on The Development & Role of Woman in Technology, Beijing, China, pp. 27-32, September (1994).
4. Y.P. Wang, "Theoretical circles", Volume 3 "Talking about women's rational employment", Sheng Yang, China (1989).
5. Chinese statistical data on women (1989).
6. A. Minto, "Development & role of women in technology", Proceedings of International Conference on The Development & Role of Women in Technology, Beijing, China, pp. 47-55, September (1994).
7. D.M. Chiu & L. H. Chiu, "Promoting female education in technology", Proceedings of International Conference on The Development & Role of Women in Technology, Beijing, China, pp. 349-354, September (1994).
8. G.M. Wu, "The development of women in China", Proceedings of International Conference on The Development & Role of Women in Technology, Beijing, China, pp. 39-41, September (1994).
9. H. Baehr & G. Dyer, "Women and television", Pandora Press, UK (1987).
10. L. van Zoonen, "Feminist perspectives on the media", in Mass Media & Society (ed. J. Curran & M. Gurevitch), Edward Arnold, UK (1992).

NUEVA SOLUCION PARA LA EDUCACION MUNDIAL EN INGENIERIA EN LOS 90s

Simo Lehto
Politécnico Kotka, Finlandia

Hacia un Eficiente Proceso de Aprendizaje por medio de Proyectos de Aprendizaje Integrado

Resumen

Los grandes cambios en el mundo durante esta década han creado una fuerte necesidad para una educación en ingeniería más eficiente, particularmente en pequeños países tales como Finlandia. Satisfacer la necesidad requiere una reestructuración fundamental de la educación en ingeniería. El nuevo modelo debe ser compatible con las restricciones de la vida real de organizaciones de educación y el desarrollo de tecnología. La nueva solución desarrollada en Finlandia está basada en la naturaleza de ingeniería y tecnología, sistema de ingeniería, y la diferencia de la rutina de trabajo y desarrollo del trabajo. Analogías con una compañía de servicio al cliente, métodos de manufactura moderna, y trabajo de ingeniería moderna han sido usados como una herramienta en el trabajo. El estudiante/cliente es considerado como un sistema controlado internamente. El trabajo de un ingeniero en los 2000 determina las metas de aprendizaje de la nueva educación en ingeniería para estudiantes de bachillerato. La solución utiliza una secuencia coordinada de proyectos de aprendizaje seleccionados de la vida real como un vehículo para alcanzar un proceso continuo de aprendizaje estudiante-conductor. La solución es compatible con aprendizaje a lo largo de la vida y futuros cambios de educación profesional y universitaria. Durante los 1990 el trabajo experimental que está haciéndose será continuado como un proyecto de cooperación internacional para producir un modelo del producto.

Introducción

Durante los 90s., el mundo está moviéndose rápidamente hacia la globalización con orientación hacia el mercado, y a la economía de tiempo real. Una competición global demanda métodos eficientes de trabajo y manejo, organizaciones flexibles, altas calificaciones profesionales, y aprendizaje a lo largo de la vida. Los cambios globales forzan a las organizaciones en cada país a realizar una transición fundamental del trabajo rutinario a un trabajo de desarrollo sistemático.

Estos desarrollos imponen nuevos requerimientos para que los ingenieros jueguen un rol central en el cambio. Ello además fuerza nuevas demandas en las organizaciones de educación en ingeniería para una enseñanza innovativa, más eficiente, aprendizaje más profundo, y responsabilidad por producir un egresado que pueda emplearse.

La mayoría de los estudiantes de ingeniería del último quinquenio de los 90's estarán profesionalmente activos en el 2040. La creciente complejidad del mundo lleva a la educación a concentrarse en sus principios. La herramienta del computador disponible para los profesores y los estudiantes demanda y facilita los cambios.

La falta de habilidad para combinar conocimiento en totalizadores funcionales ha sido citada como una falencia del sistema educacional finlandés (1).

La presente educación en ingeniería, particularmente durante los dos primeros años de estudiantes de pregrado está severamente fragmentada. La presentación de una colección de cursos separados con textos escritos ya no es adecuada. Si se compara la semana de un estudiante con la semana de trabajo de un ingeniero moderno se ven las deficiencias de la actual educación en ingeniería. Estos problemas son muy comunes para una más alta educación profesional y universitaria.

Una educación en ingeniería de alta calidad es muy importante para todas las naciones, particularmente para pequeños países tales como Finlandia. Finlandia depende para su excelencia de un número relativamente pequeño de ingenieros para su competición global.

Al mismo tiempo, sin embargo, los recursos disponibles para la educación en ingeniería están disminuyendo. En Finlandia, los recortes presupuestales de hasta un 25% por estudiante han sido hechos durante los 1990. Un gran incremento en la eficiencia de la educación se necesita para satisfacer los requerimientos de la educación en ingeniería en los 2000.

Esto por supuesto no puede ser obtenido mejorando los cursos separadamente, adoptando nuevas técnicas de enseñanza o por multiplicar temas y cursos dentro del currículo. El desarrollo de nueva educación eficiente en ingeniería debe estar basado en un cambio fundamental. La necesidad de un cambio mayor en educación en ingeniería ha sido también enfatizada en los Estados Unidos (2).

Principales objetivos para la reestructuración de la educación en ingeniería

Un cambio fundamental en la rutina de enseñanza del profesor conductor al estudiante conductor se requiere para el desarrollo del aprendizaje. Esta transición necesita varios cambios principales simultáneamente. Sin embargo, es difícil de lograr en la vida real.

El objetivo del trabajo que se hace en Finlandia es desarrollar una nueva solución sobre todo para la educación en ingeniería, compatible con las restricciones del mundo real y de la tecnología moderna. El trabajo puede ser descrito como trabajo de ingeniería que apunta al desarrollo de un producto de servicio competitivo. El principal requerimiento para la nueva solución es que pueda ser implementado con los recursos actuales y la inercia de las escuelas de ingeniería. La solución, está marcada por los recursos de enseñanza, facilidades, y el currículo existente. Fortalecer para contrarrestar las deficiencias del ambiente del aprendizaje (por ej., falta de experiencia en el trabajo a desarrollar e ingeniería moderna) es el objetivo último.

El proyecto individual planteado que confía en aprender haciendo durante toda la educación ha sido sugerido para el mejoramiento de la educación en ingeniería (3). En alguna forma ésto ha sido implementado por un pequeño número de universidades altamente calificadas y por escuelas de ingeniería. La mayoría de las instituciones educacionales, sin embargo, no tienen los recursos cualitativa y cuantitativamente necesarios. La mayoría de los estudiantes de primer año no tienen

la capacidad para comprometerse en ingeniería real y la amplitud del aprendizaje es difícil de asegurar con este enfoque.

El modelo, sin embargo, no es apropiado para implementación a gran escala, necesaria para producir un impacto sobre la economía de los países. Se debe encontrar una forma de explotar las ventajas inherentes del modelo de proyecto individual sin sus limitantes.

La meta práctica del trabajo en Finlandia es hacer la transición "un pequeño paso para los profesores, un salto gigante para los estudiantes". La solución debería producir aprendizaje a largo plazo e iniciar aprendizaje para toda la vida. Debería también ser compatible sobre todo con los cambios que se van a dar en educación en el año 2.000.

Principios de la nueva solución para educación en ingeniería

La nueva solución ha sido desarrollada yendo a lo básico de la educación en ingeniería. Incluye ingeniería y tecnología vs. ciencia, sistemas de ingeniería vs. división en disciplinas, y desarrollo del trabajo vs. trabajo rutinario.

Ciencia es la actividad humana (trabajo de la gente) que extrae el conocimiento del mundo que rodea la humanidad y lo presenta en modelos útiles. Es impulsada por la curiosidad humana y la necesidad de hacer un mundo mejor. Ingeniería es la actividad humana (trabajo de la gente) que mejora el mundo físico para los seres humanos. Está impulsada por la creatividad humana y la necesidad de hacer un mundo mejor. Tecnología es la combinación de las herramientas visibles e invisibles disponibles para el profesional ingeniero en su trabajo. Comparando la meteorología a la ingeniería climática se clarifica la estrecha interrelación pero diferente orientación y naturaleza de la ciencia y la ingeniería.

Clásicamente, en educación la ingeniería el mundo está dividido por disciplinas especializadas. El mundo es, sin embargo, inherentemente

interdisciplinario. El trabajo hecho en Finlandia está basado sobre un sistema de ingeniería el cual trata el mundo dividiéndolo dentro de sistemas dinámicos jerárquicos (entidades funcionales/operacionales) los cuales consisten de materia, energía e información.

La vida humana está basada en usar modelos (representaciones, "paquetes informativos") que describen el mundo real (4). Para el propósito del trabajo los modelos han sido clasificados como modelos mentales (información almacenada en el cerebro), modelos musicales (audio), modelos verbales (lenguajes hablados), modelos simbólicos (símbolos, lenguajes escritos), modelos gráficos (figuras quietas o en movimiento), modelos análogos (un sistema como modelo para otro sistema), modelos matemáticos (lenguajes universales no ambiguos hechos por el hombre), y modelos de computador (colección de los modelos 2 - 7 almacenados y procesados de forma electrónica efectiva).

El principal enemigo del ingeniero es la extrema complejidad del mundo. La ingeniería, por lo tanto, se enfoca sobre partes muy pequeñas del mundo (sistema seleccionado) a la vez. Los progresos son obtenidos por alteración de la estructura del sistema y/o adición de una parte del sistema (por ej. diseñando un proceso industrial y agregándole control computacional). La ingeniería moderna está basada cada vez más sobre el uso efectivo de una combinación de modelos para el mejoramiento de sistemas en lugar de trabajar sobre los mismos sistemas. La razón obvia es el ahorro de tiempo y dinero. Modelos generales (por ej. las leyes de Newton, leyes de conservación, división de sistemas complejos en subsistemas) y analogías son muy útiles en ingeniería.

Durante esta década, el mundo ha sufrido un cambio básico. La rutina de trabajo mental está siendo controlada por medio de modernas redes computacionales. Ellas controlan la parte repetitiva del trabajo por acumulación de resultados de trabajo previo que permite a la gente concentrarse sobre el desarrollo del trabajo. El sistema también hace

posible que un gran número de personas trabajen juntas en forma efectiva.

El desarrollo acelerado requiere un trabajo de desarrollo sistemático (creativo). En ingeniería ello fluctúa desde el mejoramiento de pequeños productos al desarrollo de soluciones creativas enteramente nuevas. Los problemas ambientales (o del medio ambiente) y problemas sociales grandes solamente pueden ser resueltos por medio del desarrollo del trabajo.

Hay diferencias inherentes entre el trabajo de rutina y el desarrollo del trabajo. Desarrollo significa traer un sistema a un estado mejor a través de una senda usualmente desconocida de antemano. El desarrollo del trabajo involucra diferencias de opinión, conflicto de intereses, problemas inesperados, y algunas veces, frustraciones transitorias. Requiere la cooperación sistemática y creativa de personas seleccionadas y comprometidas y recursos suficientes. Su éxito depende de sentimientos positivos.

Analogías útiles como herramientas en el desarrollo de la educación en ingeniería

En el desarrollo, una organización de educación en ingeniería es tratada como una compañía de servicio de cliente conductor y la educación en ingeniería suplida por la organización como un producto de servicio. Los estudiantes son los primeros clientes y la industria y la sociedad son los clientes secundarios. En contraste con un producto físico, un producto de servicio no puede ser almacenado. Debe ser producido y entregado en un tiempo real.

Semejanzas con métodos de manufactura moderna son usadas como herramientas para el desarrollo. La principal herramienta es la automatización por medio de redes computacionales. Otros métodos incluyen JIT, TQM, y particularmente, el sistema de apoyo de producción ajustada que se concentra en el producto de valor agregado. La idea de estandarización general es esencial para el trabajo. Con esta aproximación se ha obtenido un gran

mejoramiento en esta década en la manufactura de productos estandarizados.

La analogía de la educación en ingeniería con productos físicos y compañías de servicio tiene, sin embargo, una mayor deficiencia. Los productos físicos son enteramente pasivos. La mayoría de los productos de servicio requieren relativamente poca actividad por parte del cliente. Aprender, sin embargo, depende decisivamente de la participación activa a largo plazo del estudiante/cliente en el proceso de aprendizaje.

Los estudiantes son seres humanos cuyo comportamiento es regulado por controles internos por medio de sentimientos positivos y negativos. La enseñanza es desarrollar un trabajo para producir los cambios deseados en el comportamiento del aprendiz. Esto implica la hechura de una serie de modelos del cerebro del estudiante. La motivación necesaria para un aprendizaje eficiente está estrechamente enlazada con los sentimientos positivos de los estudiantes.

Los niveles de aprendizaje son generalmente descritos como conocimiento, entendimiento, aplicación, análisis y síntesis, y evaluación. El trabajo del ingeniero demanda aprendizaje sobre la síntesis y niveles de evaluación obtenibles solamente a través de aprender haciendo. El aprendizaje puede ser realizado por acercarlo tanto como sea posible al trabajo de ingeniería actual. Para asegurar un aprendizaje profundo a largo plazo, debería ser diseñado para proceder desde un número de cosas básicas hacia una estructurada combinación de conocimiento.

Requerimientos para el ingeniero en los 2000 y las metas de aprendizaje de educación en ingeniería

El trabajo y el ambiente de trabajo del ingeniero en los 2000 determina el conocimiento y las destrezas requeridas para el ingeniero moderno. El ingeniero profesional avanza a lo largo de la trayectoria de la carrera a través de varios pasos. El período de aprendizaje inicial forma una parte esencial de este

aprendizaje a través de la vida y del proceso de evolución.

La mayoría de los ingenieros en los 2000 trabajarán dentro de una economía globalizada. Los resultados del trabajo de los ingenieros están cambiados voluntariamente en el mercado por el uso del dinero como una medida de valor. El ingeniero trabaja bajo presión financiera y temporal de la economía del mercado y las limitaciones y responsabilidades del medio ambiente.

Los ingenieros trabajan en grandes organizaciones o en pequeños negocios. El trabajo tiene lugar en organizaciones flexibles contando con equipos y organizaciones de proyectos eficientes y utilizan modernos computadores e instrumentos de comunicaciones. La actitud de liderazgo para promover innovación y cambio de dirección es necesaria para trabajar en las organizaciones o como un emprendedor. Los ingenieros usan los idiomas locales y el idioma inglés internacional.

La meta de la educación de pregrado es la capacidad para hacer un trabajo de ingeniería eficiente en un campo seleccionado y continuar en forma efectiva a lo largo de la carrera profesional. A la manera clásica, estos requerimientos pueden ser separados en los siguientes conocimientos fundamentales y habilidades:

1. Naturaleza física: fenómeno químico y físico básicos, uso de modelos diferentes para describir el fenómeno de modelos generales y estructuras generales;
2. Naturaleza biológica: estructura fundamental de la vida, ecosistema, medio ambiente, desarrollo sostenible;
3. Ingeniería: utilización de sistemas, uso de herramientas matemáticas, manejo de base de datos, procesamiento e instrumentos de comunicaciones, desarrollo concurrente de productos, métodos modernos de manufactura, historia de la ingeniería;
4. Tecnología: tecnologías básicas por ej. ingeniería mecánica o ingeniería electrónica;
5. Negocios: producto, ciclo de vida del producto,

economía de mercadeo, principios de negocios, negocios enfocados a clientes;

6. Factor humano: control interno de seres humanos, grupos de personas, organizaciones, sociedad, mundo;
7. Habilidades personales: aprendizaje continuo, capacidad de especializarse, manejo de tiempo de rutina de trabajo y desarrollo del mismo, trabajo en equipo y trabajo en el proyecto, creatividad, comunicaciones verbales y escritas en lengua nativa y en inglés, manejo en equipo, ética de ingeniería, culturas extranjeras;
8. Especialización personal: objetivos personales, especialidades en tecnología, aficciones, contactos personales, idiomas extranjeros.

Al mismo tiempo, estos requerimientos forman las bases de la educación continua de larga vida y del desenvolvimiento profesional.

Secuencia de proyectos de aprendizaje como vehículo para lograr los objetivos del aprendizaje de la educación moderna en ingeniería

La reestructuración de la educación en ingeniería aspira al reemplazo de la rutina de enseñanza en masa del profesor-conductor por el aprendizaje personal del estudiante-conductor. Se reemplazan los cursos clásicos por proyectos de aprendizaje y la presente colección fragmentada de cursos por una secuencia coordinada de proyectos de aprendizaje seleccionados. Las metas de aprendizaje sobre todo están divididas dentro de metas de aprendizaje anuales para seleccionar y formular los proyectos de aprendizaje.

Durante el primer año el proceso comienza con una selección de proyectos a pequeña escala. Los proyectos del primer año están limitados en extensión. Contienen, sin embargo, tal cantidad de aspectos del trabajo de ingeniería como es posible. Los proyectos de aprendizaje:

- o Son proyectos del mundo real conectados a la vida e intereses de los estudiantes;

- se relacionan con temas interesantes y arrojan importantes y sorprendentes resultados;
- se relacionan con productos de alta tecnología de la industria nacional y logros sobresalientes de los ingenieros/gente de mundo;
- forzan al estudiante hacia un trabajo independiente y un manejo efectivo del tiempo;
- forzan al estudiante hacia la cooperación;
- guían al estudiante para entender y aplicar cosas básicas y difíciles;
- guían al estudiante hacia el desarrollo del trabajo y la creatividad;
- proveen puntos de referencia para el aprendizaje, y;
- forman un proceso integrado de aprendizaje a largo plazo.

El número de proyectos es minimizado para permitir a los estudiantes y a los profesores concentrarse en lo esencial.

El trabajo hecho ha llevado semanalmente a una lista aproximada de 28 proyectos durante el primer año. Están conectados a la vida de una familia emprendedora moderna. Los temas incluyen: viajes y transporte (automóvil, tránsito masivo, aviación, viaje espacial), telecomunicaciones, aficciones (deportes, televisión, música, computadores), vivienda (hogar, sauna, casa de veraneo) y el uso de energía y el estilo de vida ecológico de la familia. Varios proyectos tratan con el automóvil, la mayoría de ellos con estudiantes con carro propio. El concepto de un producto como el resultado del trabajo del ingeniero es incluido en la mayoría de los proyectos.

En la nueva solución, la integración de las cosas para aprender no es hecha desde afuera, ésto es con listas para los profesores. El aprendizaje es conducido por el horario y contenido de los proyectos.

De acuerdo a la división clásica de materias, los proyectos del primer año están estrechamente conectados con física y química. Matemáticas es impartida como una herramienta necesaria para los proyectos durante todo el período de aprendizaje.

Una estructura total de matemáticas puede ser obtenida durante la educación combinando matemáticas en módulos (vectores, integración, etc.). La enseñanza de tecnología básica es integrada dentro de la secuencia por medio del contenido de proyectos escogidos.

Estos proyectos contienen ejercicios prácticos para asegurar su comprensión. La enseñanza y utilización de herramientas computacionales es entonces el paso lógico. El uso de facilidades de laboratorio es integrado en los proyectos seleccionados. La enseñanza de la lengua nativa y el inglés es conectada a los contenidos y a los reportes de resultados de proyectos.

Dentro de los proyectos la nueva información es conectada a cosas ya familiares al estudiante por medio de ejemplos de la vida real y por analogías de aprendizaje. Cada proyecto incluye un paquete de aprendizaje para proveer la información básica a los estudiantes en forma compacta. Durante la primera fase, este paquete es entregado por los profesores. Más tarde, la parte repetitiva del trabajo de enseñanza podría ser automatizada para hacer disponibles los paquetes de aprendizaje para los estudiantes en multimedia o en una forma de aprendizaje a distancia. La división de los currículos en proyectos en vez de cursos simplifica la producción del material de aprendizaje.

Durante el segundo año, el aprendizaje es basado en un listado de unos 10-15 proyectos de aprendizaje. La mayoría de los proyectos del segundo año son continuaciones de los proyectos del primer año en el campo del departamento. Contienen repetición planeada de las cosas básicas vistas durante el primer año que aseguran un aprendizaje profundo. Incluyen combinación del fenómeno físico y químico y uso de herramientas de ingeniería moderna. Durante el segundo año los proyectos giran en parte dentro de proyectos industriales a pequeña escala a partir de compañías cooperantes.

Durante el tercero y cuarto años el número de proyectos de aprendizaje disminuye y su tamaño

aumenta. Se aproximan a los proyectos industriales de la vida real con restricciones económicas.

El modelo permite a los estudiantes seleccionar parte de los proyectos bajo la guía de los profesores. Un proyecto a largo plazo (fundamentos de ingeniería) ejecutado a través de toda la educación concentra en la profesión de ingeniería, el trabajo del ingeniero, destrezas humanas, y especialización personal. Discusiones individuales sobre las metas y planes de los estudiantes están incluidas en este proyecto. Es dirigido por profesores con experiencia industrial e interés en enseñanza personalizada.

Los estudiantes trabajan en grupos de 2-3 estudiantes. Los grupos son formados al principio de cada semestre. Se fomenta la cooperación entre grupos. Los estudiantes de tercero y cuarto año pueden actuar como líderes de grupo o tutores.

El trabajo de los profesores es dirigido por los requerimientos de los proyectos de aprendizaje. El trabajo se concentra sobre la interacción personal con los estudiantes. Los profesores trabajan en grupos. Cada semestre forma un proyecto para los profesores. Los intereses personales de los profesores, en forma de investigación u otras actividades, pueden ser utilizados para integrar enseñanza e investigación. La facultad puede estar dividida en profesores de ingeniería y profesores de tecnología. El trabajo rutinario (almacenamiento y procesamiento de material de enseñanza, horarios, etc.) es automatizado por medio de una red de computadores.

Los métodos de evaluación y acreditación son las cosas más importantes para controlar el proceso de aprendizaje de los estudiantes. La idea principal de la evaluación del estudiante es controlar el aprendizaje en tiempo real como una parte integral del proceso de aprendizaje. La evaluación personal es compatible con el modelo.

El trabajo experimental hecho en la primera parte de los 90's ha confirmado la factibilidad de la solución. El material de aprendizaje para los proyectos del primer y el segundo año está siendo

producido como parte del trabajo que está realizándose. Los resultados del trabajo serán combinados con experiencias en el extranjero para completar los detalles y el material de aprendizaje para implementación durante la última parte de los 90's.

Concentración sobre lo esencial en ingeniería y optimización del proceso de aprendizaje

La reingeniería inherentemente conduce al cambio fundamental desde la enseñanza conducida externa al autoaprendizaje estudiantil. Por ejemplo, los proyectos semanales durante el primer año enseñan al estudiante a manejar su tiempo efectivamente y a satisfacer sus plazos. Las otras metas de la educación son obtenidas por seleccionar y formular los proyectos de aprendizaje en una forma óptima.

Los proyectos de aprendizaje común (ejercicios) en todas las materias facilitan la integración del aprendizaje en las mentes de los estudiantes. La solución optimiza la carga de trabajo total de los estudiantes por minimizar la fragmentación y el trabajo improductivo asociado.

La promoción de sentimientos positivos (entusiasmo, disfrute del aprender, orgullo, autoconfianza, humor) por medio de proyectos es importante durante el proceso de aprendizaje. Puede ser llevado a cabo enlazando el aprendizaje a los intereses de los jóvenes estudiantes y hacer posible para ellos avanzar en sus metas personales como parte del aprendizaje.

Los mismos proyectos del primer año pueden ser usados en todos los departamentos de ingeniería. Los proyectos del segundo año son en parte diferentes en los diferentes departamentos. El trabajo en Finlandia ha mostrado que los requerimientos para la amplitud del conocimiento básico puede ser encontrado por un cuidadoso diseño de la secuencia del proyecto. Dos años son suficientes para que el estudiante aprenda a realizar trabajos limitados de ingeniería. Proyectos de tesis interinos pueden ser incluidos al final del segundo y tercer años.

El trabajo no productivo de los profesores, que no afecta el aprendizaje en los estudiantes, es minimizado automatizando el trabajo repetitivo y utilizando las ideas de producción en línea y estandarización en masa en el diseño de los proyectos y la evaluación. Un ejemplo es la adopción de examen en grupos para minimizar el trabajo por estudiante. La meta es maximizar el tiempo para contacto personal con los estudiantes.

La meta para la evaluación es medir el aprendizaje deseado a largo plazo de los estudiantes. La evaluación es hecha principalmente por medio de los resultados de los proyectos. La combinación de cosas básicas y aplicación del aprendizaje en tareas de la vida real desde las propias vidas de los estudiantes y/o la industria que efectivamente evalúen entendimiento. La evaluación es hecha tan cerca al trabajo de ingeniería como es posible. La repetición planeada y la presentación pública de los resultados hace imposible para los estudiantes avanzar a través del proceso sin un entendimiento adecuado. El trabajo en Finlandia se concentra ahora sobre la selección de métodos de evaluación práctica.

El modelo ofrece una manera flexible de integrar proyectos desde la industria, pasantías, períodos de estudio en el extranjero, y el trabajo final de tesis para el currículo como proyectos de aprendizaje. Los procesos dirigen a los estudiantes naturalmente hacia empleo o una carrera empresarial. La adopción a gran escala del modelo incluiría cooperación sistemática entre las organizaciones de educación en ingeniería y la industria (compañías internacionales y las SME:s) a nivel nacional.

Oportunidad para mejoramiento cualitativo para los estudiantes, profesores, industria, y sociedad

La primera fase del nuevo producto de educación en ingeniería sería implementada en una organización de educación por formación de ideas, aprendizaje de metas, y el material del proyecto de

aprendizaje disponible para grupos de profesores por escrito y formas PC.

Durante la primera fase, el currículo podría permanecer dividido en cursos existentes. Desde el punto de vista de los estudiantes, sin embargo, el currículo y el contenido del aprendizaje sería cambiado radicalmente. El material disponible fácilmente minimizaría el trabajo adicional de los profesores durante el período de transición. Ello facilitaría la implementación de la primera fase a gran escala.

La segunda fase, utilizando multimedia y redes de computador para presentar y distribuir el material de aprendizaje y automatizar las operaciones prácticas, eliminaría la mayoría de los cursos presentes, horarios, y limitaciones de departamentos y dirigiría una educación en ingeniería muy flexible y efectiva.

Para los estudiantes, la nueva educación en ingeniería haría el aprendizaje más agradable y gratificante que resultaría en un aprendizaje más efectivo y profundo. El modelo realzaría el autoconocimiento y fortaleza personal de los estudiantes y provee la electividad personal real. La nueva educación formaría un comienzo natural para la carrera del joven ingeniero y proveería unas bases para el aprendizaje a lo largo de la vida.

Para la facultad, la primera fase formaría también un proceso de aprendizaje diseñado para forzar positivamente la organización hacia la segunda fase. Después del período de transición el trabajo de los profesores llegaría a ser más recompensante. La solución minimizaría el trabajo de rutina de los profesores y los dirigiría hacia la cooperación y se convertirían en mentores y líderes.

Para las organizaciones de educación en ingeniería adoptar el nuevo modelo, significaría proveer ventajas en la competencia por estudiantes de alta calidad, con el resultado en un aprendizaje más eficiente productor de ingenieros de más alta calidad. La estructura transparente del modelo y la disponibilidad del material la haría relativamente

fácil de adaptar al proceso de las necesidades locales y del medio ambiente.

Para la industria/sociedad, la solución ofrecería una oportunidad para obtener ingenieros de más alta calidad con los mismos recursos. Ello conduciría hacia una cooperación sistemática entre instituciones de educación e industria.

Los resultados del trabajo son aplicables a otros campos más altos de la educación universitaria y profesional. La nueva educación en ingeniería es un paso hacia la creación de la nueva educación a lo largo de la vida que se prevee para los años 2.000.

Contribuciones

El trabajo en Finlandia está basado sobre la experiencia en la educación profesional y el

desarrollo organizacional desde los 1970. Las ideas fundamentales del estudiante-conductor en la educación de vida real han sido desarrolladas y probadas en los 1980 en la educación continuada en ingeniería y educación empresarial de la Universidad de Oulu en Finlandia. La nueva solución para estudiantes de pregrado en ingeniería ha sido desarrollada en esta década en el Politécnico Kotka.

Este artículo está basado en unas cuantas valiosas contribuciones escritas y personales de personas que trabajan en el campo de educación profesional. El trabajo será continuado combinando los resultados de Finlandia con experiencias de otros países interesados en esta metodología. El desarrollo final del producto de servicio es planeado como un proyecto de cooperación internacional.

Referencias

1. Vilko Virkkala, Creative Problem Solving (in Finnish), Helsinki 1991.
2. Joseph Bordogna, Eli Fromm, Edward W. Ernst, Engineering Education: Innovation Through Integration, Journal of Engineering Education, January 1993.
3. R.B. Miles, R.B. Kimball, W.H. Frey, The Engineer as a Radical, IEEE Transactions on Aerospace and Electronics Systems, July 1971.
4. Solomon W. Golomb, Mathematical Models - Uses and Limitations, Aeronautics and Astronautics, January 1968.

LA EXPERIENCIA CREATIVA EN LA PRACTICA DE LA INGENIERIA

P. Gary Klukken, Ph.D.
Student Counseling Services Center

J. Roger Parsons, Ph.D.
Department of Psychology
The University of Tennessee at Knoxville

Implicaciones para la educación en Ingeniería

Resumen

La investigación descrita en este informe nació de la preocupación creciente entre líderes industriales acerca del impacto de la educación tradicional sobre el potencial creativo de los futuros ingenieros. Siendo que existe poco acuerdo sobre la creatividad y como ense-arla, los autores decidieron iniciar el estudio sin asumir teorías sobre creatividad aplicada a los ingenieros. En vez de esto, comenzaron con la búsqueda de información de primera mano sobre el proceso creativo experimentado por ingenieros ubicados en sus campos de trabajo.

Este paradigma de investigación fenomenológica es una forma de describir una experiencia dinámica y compleja sin hacer asunciones previas, cuyos resultados pueden generar teorías o ser usados para desarrollar una estructura directamente de los datos obtenidos. Este paradigma tiene similitudes con el desarrollo de un sistema experto en donde el conocimiento y las habilidades de un experto se juntan y procesan para llegar a comprender el sistema o fenómeno.

Para la investigación se seleccionaron como ejemplo de expertos, ocho ingenieros de la región sur-oriental de los Estados Unidos. A los sujetos se les entrevistó acerca de sus experiencias en hacer trabajo creativo y sus conocimientos sobre el proceso creativo, además del impacto de esto con la educación recibida. Las entrevistas se grabaron y luego se sometieron a un proceso analítico de datos fenomenológicos del cual se extrajeron las experiencias y los aportes educativos.

En la investigación, las experiencias involucradas en el proceso creativo se agruparon en : 1ñDeseo y satisfacción (motivación). 2ñAutonomía y soporte (ambiente de trabajo). 3ñApertura y conocimiento (herramientas). 4ñDedicación y concentración (proceso).

Este informe discute las implicaciones y aplicaciones de las experiencias investigadas, en la innovación curricular de la educación en ingeniería.

Introducción

La ingeniería es el campo natural para experimentar la creatividad. En este escenario donde se combinan las ideas abstractas de las ciencias físicas y las demandas de la bien potenciada economía, el ingeniero es el sintetizador, el creador. Con frecuencia los ingenieros se encuentran llamados a transformar lo abstracto en lo concreto, o a desarrollar planes abstractos para satisfacer nuevas y crecientes necesidades. En ambos casos las demandas son por cosas novedosas que tengan utilidad en el mundo real.

La creatividad ha sido sujeto de discusión e investigación durante muchos años por parte de la comunidad psicológica y educativa culminando como un gran foco durante las décadas de los años 1950 y 1960 junto con la carrera espacial Estados Unidos-Unión Soviética. Este interés dió como resultado numerosas teorías y elementos de juicio al igual que un espacio creciente para libros sobre creatividad en los estantes de las bibliotecas. Desafortunadamente, entre los investigadores ha habido muy poco acuerdo sobre la definición de creatividad. Una primera formulación solo miraba la creatividad como el talento especial de algunos pocos genios, pero ha sido suplantada por una creencia más corriente de que la creatividad puede ser una habilidad multifacética encontrada en buenas proporciones en cada una de las personas (Gardner, 1993; Torrance, 1979). Hermann (1988) arguye que la creatividad es completamente ideográfica y concluye: "La experiencia de cada persona en esto es tan única e individual que nadie puede formular una definición que se acomode a todos". Como resultado de estas conceptualizaciones, el énfasis contemporáneo se ha puesto en la identificación y desarrollo del potencial creativo de los individuos.

Bien podría pensarse que el dominio particular o campo del esfuerzo creativo pueda requerir habilidades o una amalgama de destrezas, aptitudes y percepciones que difieren de algunos otros campos de esfuerzo. Además, para mirar la creatividad como una función de las cualidades personales, también podría enfocarse en términos

de un proceso particular y único de solución de problemas o como el resultado tangible y el producto final útil de la actividad creativa.

El presente caso de investigación nació de la preocupación creciente entre líderes industriales acerca del impacto de la educación tradicional en ingeniería sobre el potencial creativo de los futuros ingenieros. Como resultado, se inició una búsqueda de información de primera mano sobre creatividad y el proceso creativo entre individuos identificados como ingenieros creativos.

Para describir esta experiencia dinámica y compleja se utilizó el paradigma de investigación fenomenológica, cuyos resultados podrían ser utilizados para generar teorías o como ayuda en el desarrollo de una estructura conceptual directamente de los datos. Este paradigma tiene similitudes con un sistema experto, en donde para desarrollarlo se han juntado los conocimientos y habilidades de un individuo y se han procesado para desarrollar un ente que permita entender el sistema o fenómeno bajo investigación.

Método

Para adelantar la investigación se nominaron a ocho ingenieros de la zona sur-occidental de los Estados Unidos, quienes fueron escogidos como ejemplos de ingenieros creativos.

La selección la hicieron miembros de la Cámara de Consejeros Industriales de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Tennessee. Este procedimiento de selección es una variante de una técnica consensual de valoración (Amabile, 1982) usada con frecuencia en investigación sobre creatividad y que ha mostrado ser confiable para investigación sobre creatividad en ingeniería (Facaoaru, 1976).

A los sujetos se les entrevistó acerca de sus experiencias en creatividad y sus conceptos sobre el proceso creativo, incluyendo el impacto de las experiencias educativas relacionadas con ese proceso. El equipo entrevistador lo conformaron un

psicólogo (Klukken) y un profesor de Ingeniería (Parsons). Las entrevistas se grabaron y fueron sometidas a un proceso analítico de datos fenomenológicos del cual se extrajeron las experiencias, al igual que se catalogaron éstas junto con las recomendaciones que tienen implicación en educación en Ingeniería.

El análisis de las entrevistas incluyó un procedimiento de dos pasos derivado del método empleado exitosamente en investigación cognoscitiva y de aprendizaje (Giorgi, 1985). El primer paso tiene que ver con la identificación de palabras o frases dentro de cada transcripción, identificando unidades de experiencia significativa relacionada con la comprensión de la creatividad. El segundo paso involucra la organización de estas unidades o segmentos significativos de todas las entrevistas en grupos o temas que luego reflejen uno central. Estos temas centrales o motivos se configuran para representar una reflexión precisa de la experiencia creativa como es reflejada por los expertos.

Resultados del análisis temático

El análisis de las entrevistas reveló cuatro grupos de temas experienciales: 1-Deseo y satisfacción (motivación). 2- Autonomía y apoyo (ambiente). 3- Apertura y conocimiento (herramientas). 4- Dedicación y Conexión (proceso).

Deseo y satisfacción (satisfacción)

El deseo creativo es un sello de estos ingenieros. Constantemente buscan oportunidades para innovar y consecuentemente gravitan hacia posiciones que les permitan expresarse en soluciones novedosas. El acto de crear es una fuerza motivante muy fuerte para estos individuos. Una persona hablaba en términos de sentir una "sed" por el trabajo creativo tal que cuando este se consigue se crean muy buenos sentimientos. Otros describían el trabajo creativo en términos de novedad y diferencia, y lo expresaban así:

Cuando usted está haciendo algo nuevo y diferente que no ha sido hecho anteriormente, en oposición a realizar algo que ha realizado

miles de veces y aunque requiera de un alto nivel de conocimiento técnico, no es creativo. Justamente no es diferente, ni nuevo.

Los entrevistados esperan tener éxito en su empeño creativo y de esta forma abordar el problema total como un hecho que puede tener solución. En efecto el deseo y la expectativa de éxito usualmente se llaman esperanza. Esto apareció en comentarios tales como "esperaba salir con algún resultado favorable" y "esperaba encontrar una solución y disfrutar con ella". Además, tienden a estar insatisfechos con los problemas cotidianos de ingeniería y están dispuestos a buscar soluciones novedosas aunque no sean el curso deseado de una situación dada, o puedan volverse aburridas o generar trabajo extra. En palabras de un entrevistado:

Generalmente, me pedían hacer algo que había sido hecho anteriormente. Yo solamente encontraba interesante el trabajo cuando realizaba algo creativo, iendo mas allá de lo que ya había sido hecho, en otra forma me aburría, así que siempre estaba buscando innovar.

En la escuela, Los entrevistados se describieron a sí mismos como aburridos con el curriculum y con los trabajos académicos que parecían involucrar las soluciones dadas por otros, en tal forma que prefirieron dedicarse a sus propios proyectos. Un número de entrevistados resaltaron el tiempo, el costo económico y la energía que por su propia iniciativa invirtieron en innovación cuando fueron estudiantes. Estos hechos son también relevantes en el montaje del trabajo, ya que la motivación creativa puede desviarse de un procedimiento cuando este encuentra obstáculos. En resumen, los resultados de este estudio revelan la preocupación de los ingenieros hacia una motivación intrínseca por las tareas de ingeniería que involucren la solución creativa de problemas. Esta deducción empírica es consistente con las perspectivas de Hennessey y Amabile (1988) quienes afirman:

Las personas serán mas creativas cuando se sienten motivadas primariamente por el

interés, el placer, la satisfacción y el reto del trabajo mismo, mas no por las presiones externas. En esencia, afirmamos que el amor que las personas sienten por su trabajo, tiene mucho que ver con la creatividad en sus ejecuciones

Autonomía y apoyo (Ambiente)

La autonomía y el apoyo fueron temas de importancia. Se describió como un ambiente de apoyo aquel en que se protegía su cargo, donde tenían credibilidad, donde se fomentaba la creatividad y donde los resultados fallidos eran aceptables. Sin este ambiente de apoyo, la actividad riesgosa de proponer y desarrollar soluciones novedosas es percibida como un propósito peligroso. Estas afirmaciones son consistentes con los argumentos de Roger (1954) que afirma que la expresión creativa requiere de un contexto de seguridad y libertad psicológicas, lejos de la crítica destructiva. En la medida en que estos ingenieros creativos estén alimentados de motivación para crear, también encontrarán las herramientas prácticas para mantenerse en el trabajo. Como decía un entrevistado:

Si su ambiente es uno en el cual su carrera se vería inhibida si usted toma riesgos o comete fallas, usted se convertirá cada vez mas en una persona común y corriente. Pero si su ambiente es aquel en donde se fomenta el asumir riesgos aunque se vaya de bruces, entonces usted no retrocederá y en su lugar incrementará enormemente la creatividad.

Además de los elementos de apoyo en el ambiente, estos ingenieros siempre buscan estar libres de la administración restrictiva. Los ambientes creativos con frecuencia están ligeramente supervisados y tienen un mínimo de regulaciones externas. El comentario de una persona fue: "Fuí una persona afortunada, me dejaban completamente solo". Algunos entrevistados describieron el efecto negativo de tener a alguien a sus espaldas o de tener que presentar constantemente reportes de avance a cerca de su proceso, por ejemplo:

Yo tuve jefes déspotas... puede que déspota no sea una buena palabra, puede que sea estructurada. "Sobre qué estás trabajando". "Que estas haciendo sobre esto". "necesitamos hacer esto?". Y te vuelves dependiente de esto. En este caso usted espera que su trabajo comience, tienda se dirija o se centre en tal supervisor o administrador, en oposición de enfocarse en hacer la tarea de acuerdo a su criterio.

Durante este tiempo es probable que todos ellos estén enfocados en la tarea y no concentrados en los aspectos de manejo. Como resultado, un administrador de ingenieros creativos debe tratar de crear un ambiente de apoyo no restrictivo a la vez de ofrecer un contexto para el manejo del tiempo y de los recursos disponibles. Así como lo manifestó un entrevistado que también es administrador:

Administrar inculcando miedo no funciona. O usted cree en una persona o la despiere. El trabajo no va a funcionar si usted pretende que cinco personas hagan su trabajo estando usted vigilante detras de sus espaldas a sabiendas de que usted no esta capacitado para hacer dicho trabajo.

En forma sabia, Stenberg (1988) anota:

La gente creativa tiene un sentido de niveles aceptables de riesgo. Para ser creativos necesitan tomar algunos riesgos. Al mismo tiempo, necesitan reconocer que hay algunos proyectos, cualquiera que sea el campo, que simplemente son muy riesgosos para que se justifique invertir esfuerzo en ellos.

Apertura y conocimiento (Herramientas)

Las herramientas del ingeniero creativo parecen estar en las áreas de adquisición de conocimiento y apertura deliverada. Los entrevistados están de acuerdo en que es esencial poseer un solido conocimiento técnico, aspecto en el cual sobresalen muchas escuelas de ingeniería. Un Ingeniero Administrador decía "tenemos personas que pueden

hacer cosas muy buenas, pero que no tienen una base técnica fuerte, pero creo que nuestros mejores innovadores comienzan desde esa base". Otro hablaba de su conocimiento básico como "una clase de condición necesaria pero no suficiente". También, la experiencia del mundo real es una encarnación de este conocimiento, que sirve entonces para aumentar la eficiencia la atacar el problema.

Un entrevistado describía su adquisición de conocimiento y de habilidades a través de una relación de guía o consejería (Mentor). Otros entrevistados discutieron la importancia de estar familiarizados con el conocimiento con el área problema. Mientras que reconocían que venir del mundo externo podría tener ventajas para no ser atrapados en las viejas formas de ver los problemas, anotaban la importancia de conocer el área suficientemente para no invertir tiempo en soluciones que ya habían sido intentadas.

Además de la herramienta del conocimiento, los ingenieros creativos traen una apertura deliberada hacia la situación. Se caracteriza esto por el número de acciones intencionales. Hay un retroceso inicial del problema. Como decía una persona, "solo me hallo a mi mismo, cuando me posesiono de un problema particular del cual no conozco la solución, tratando de mantener mi mente completamente abierta a cualquier cosa hacia algo que tenga que ver con eso". Entonces, se permite así que las soluciones emerjan de la fábrica de experiencias diarias, algunas veces utilizando los patrones e imágenes de herramientas y utensilios comunes, como lo describe esta persona.

Me encuentro a mi mismo cuando busco soluciones en cada cosa que yo hago. Si me subo al carro y giro la llave tal vez veo el llavero y miro la cadena y pienso en algo. De hecho, con frecuencia me he encontrado caminando alrededor de un almacén de equipos y observando cosas individuales y mirando si hay algo que pueda utilizar para resolver mi problema.

A medida que este proceso avanza las personas

intentan reducir la influencia de los hechos de la vida diaria que puedan desviar su atención hacia problemas tradicionales. Como lo dijo una persona, "Si usted está tratando de mantener su mente abierta, usted tiene que tomarse tiempo para mirar cuidadosamente, ya que si usted está preocupado solamente ojeará las cosas y no verá las posibilidades".

La lluvia de ideas es muy útil cuando la gente viene con extraordinarias ideas diferentes a las de otros. Cuando se expone un problema puede haber interacciones impresionantes entre dos personas inteligentes que estén suficientemente familiarizadas con el área.

A veces la creatividad se intensifica buscando la estimulación y retroalimentación desde las personas que se aproximan al problema desde puntos de vista diferentes:

Hay la tendencia a tener mejores sesiones de lluvias de ideas y a ser más creativos cuando se encuentra en un sitio comodamente reunido con personas con las cuales normalmente no trabaja. Siento que es más estimulante cuando me reúno con personas de otras disciplinas que cuando lo hago con las que siempre personas ya sea de diferente sitio, de diferente organización o diferente mercado, o lo que sea, usted observa sus perspectivas y esto hace que cambie su forma de pensar o al menos lo ponga en consideración.

Apoyar al ingeniero creativo significa darle acceso al conocimiento básico necesario y al tiempo necesario para reunir y captar esa información en tal forma que pueda ser utilizada en la forma tradicional o no según se necesite. Desafortunadamente, como lo mencionan Ericsson y Charness (1994):

La mayoría de las ocupaciones y dominios profesionales contratan individuos para que generen eficientemente productos y servicios de alta calidad. Para obtener el mejor desempeño en sus actividades laborales, los

individuos dependen de métodos bien fundamentados mas que de la exploración de metodos novedosos pero de confiabilidad desconocida.

Dedicación y conexión (proceso)

Finalmente, los tres elementos anteriores se juntan en la experiencia real del proceso creativo. Este se caracteriza con frecuencia por un sentimiento vigorizante, de flujo de energía. Un Ingeniero describía esto como " Esto es casi como un atleta que consigue esa energía cuando corre en una competencia olímpica. Cuando esto sucede hay un sentido de total inmersión en el proceso:

Cuando se está trabajando sobre algo creativo se está pensando sobre esto todo el tiempo no solamente de ocho a cinco. Se puede estar haciendo algo en casa, jugando con los niños o tomándose una ducha, pero está pensando en las diferentes formas de resolver el problema. y esto no representa una carga adicional, es realmente hacia lo que está tratando de dirigir su energía. Su mente se mantiene trabajando sobre esto.

El tiempo pasa rapidamente, las ideas florecen día y noche y todo lo demas parece retirarse a un plano de menor importancia. Hay una sensación de quedar libre de las formas convencionales de ver o hacer las cosas y es mas facil de ver lo no convencional. Una descripción de esto fue, "se piensa sin limitaciones. Se trata de pensar por fuera del marco, se trata de pensar en opciones múltiples. Se trata de no encontrar soluciones aisladas que lo lleven al laberinto".

También parece estar presente un sentido de conectividad, que ata no solamente el problema en su contexto con el conocimiento disponible sino que también empuja al ingeniero dentro de la matriz que abarca todos los elementos relevantes. Un Ingeniero describía la experiencia como "ese sentimiento de pertenencia, cada vez mas propio, mas parte de el, en oposición a un sentimiento externo cuando no se es creativo". Csikszentmihaly (1990) describía ésta fácil conexión como "flujo". Krippner y Arons

(1973) sugieren que la experiencia de este flujo es análoga a la forma tradicional Asiática de ver la creatividad:

En el oriente, el "producto" es la satisfacción misma, es el sentido de conexión que la persona creativa experimenta en el momento de tener el sentimiento de unidad entre él y el universo. El producto "último" es penetrar uno mismo dentro de su propia naturaleza, que es lo recíproco de una intuición del universo, y la unidad con éste.

Discusión

Los temas de deseo y satisfacción, que se enfocan en hechos motivacionales, tienen varias implicaciones en la educación en ingeniería. Primero está el hecho de identificar el trabajo creativo en los estudiantes y nutrirlo. Los ingenieros entrevistados claramente tenían un alto nivel de creatividad interna y esto parecía ser cierto através de toda su vida. Sin embargo, anotaban como con frecuencia el sistema educativo atentaba contra esa motivación. Cuando alguien es un innovador incontrolable, el desánimo no lo detiene, pero la falta de apoyo a sus intentos creativos puede llegar a extinguir esa conducta por lo menos en el campo escogido. En segundo lugar, además de que el deseo creativo necesita alimentarse, también requiere de temple. Sin retos, estos estudiantes no tienen la posibilidad de crecer con el rigor exigido por el mundo industrial en donde se espera un conducta innovadora pero no se moldea. Ellos necesitan experimentar éxito en sus retos diarios, lo cual es una carga para los profesores que deben ajustar los niveles de dificultad en los proyectos en tal forma que se refuerce la motivación de la creatividad ingenieril. Los temas de autonomía y apoyo, que son productos del ambiente social, tienen también implicaciones en la educación. Los entrevistados fueron claros en el sentido del riesgo inherente en el esfuerzo creativo. Esto es muy cierto en las escuelas en donde los grados son los trofeos ganados por un producto y permanecer en la escuela es equivalente a mantener el trabajo. Cuando alguien

se cuida constantemente de cometer errores, solamente se le tienen en cuenta las soluciones intentadas y ciertas a un problema. Esto no significa que deba reducirse el rigor en el conocimiento y las habilidades si no más bien reducir el rigor en la escogencia de problemas y proyectos y enfatizar en aquellos que potencialmente tengan múltiples soluciones, reconociendo los intentos innovadores, ya sean éxitos o no. Obviamente, una innovación que funciona es mejor que otra que muestra pensamiento creativo pero que no funciona. Además de esta libertad para intentar nuevas soluciones sin penalizar las no realizables o fallidas, en la producción de proyectos de los estudiantes, son necesarias ciertas restricciones que se ajusten a la realidad del mundo. La industria da parámetros en tiempo y recursos dentro de los cuales deben encajarse los proyectos para que sean consideradas como soluciones innovadoras. La educación podría comenzar a preparar al nuevo ingeniero proveyéndole experiencias de apoyo que le permitan intentar innovar y señalándole límites dentro de los cuales pueda trabajar.

Las herramientas del Ingeniero creativo son el conocimiento y una mente abierta. Claramente, el desarrollo de un sólido conocimiento técnico es algo de lo cual se enorgullecen algunas escuelas de ingeniería, y es necesario que se continúe dando. Sin embargo hay implicaciones en otras áreas que tiene que ver con el conocimiento. Una de estas es la importancia de saber cómo obtener el conocimiento necesario y su utilización. Es claro que los ingenieros creativos no sienten que saben todo lo que necesitan conocer cuando salen de la escuela. Por consiguiente, se vuelve importante que los estudiantes sientan que tienen las habilidades de obtención, organización y utilización del conocimiento, que les permita asumir tareas y retos a sus niveles actuales de funcionamiento. En este punto es aparente que la habilidad para utilizar herramientas creativas es esencial para el Ingeniero del siglo XXI. Si conocen su propio estilo cognoscitivo, sus puntos fuertes y débiles, y los modelos diseñados para utilizar esta información en el contexto de una situación problema, los equipan de un formato personal para que se desempeñen y

usen su conocimiento en la solución de problemas en forma creativa. Esta es un área que ha sido explorada y elaborada muy profesionalmente por los Lumsdaines (1995) en su libro sobre la solución creativa de problemas, que tiene un gran énfasis en ingeniería.

Otra implicación es que el conocimiento este inmerso en experiencias del mundo real. De esta forma es importante utilizar problemas reales en el diseño de proyectos y ejercicios de clase. Esto le da al estudiante cierta experiencia propia de la cual carecen la gran mayoría de los estudiantes. Además, parece haber un acuerdo considerable acerca de gastar tiempo trabajando en un trabajo relacionado con la ingeniería, durante el período de formación académica.

Otro lugar donde los estudiantes pueden obtener su conocimiento básico es de la relación estudiante-consejero. Aquí, ellos tendrían una posibilidad de conseguir información al igual que modelos profesionales de cómo ser un buen Ingeniero. Algunos de los Ingenieros creativos comentaron sobre la importancia de quienes jugaron un papel de importancia en sus vidas.

El desarrollo de una actitud delimitativa de apertura también fue significativo para la creatividad. Esto se puede unir a la relación de consejería en donde una actitud abierta puede ser modelada más efectivamente. Sin embargo en el contexto de cualquier proyecto o problema, la demanda por soluciones alternativas puede ayudar a promover el sentido de apertura hacia nuevas y unívocas soluciones. También es esta el área donde la industria ha descubierto que los equipos de trabajo y quienes lo componen solicitan que entren en juego habilidades de comunicación. La productividad creativa de un equipo puede ser significativamente mayor que la de un individuo trabajando solo. En esto hay fuertes implicaciones al guiar al estudiante hacia los conceptos y habilidades para trabajar en grupo. Aunque el trabajo en grupo no es el formato usual del currículo educativo en donde la evaluación de la productividad del individuo es la prioridad, para la industria empleadora ésta habilidad es cada

vez mas importante. Como resultado, utilizar y enseñar deliberadamente el trabajo en grupo, como una habilidad vital para los nuevos ingenieros se convierte en un requerimiento indispensable en la planeación adecuada del currículo de ingeniería.

Finalmente, el proceso de creatividad con su dedicación y sentimientos de pertenencia tiene implicaciones en la educación. El ayudar a los estudiantes a descubrir la emoción y la compensación de encontrar la solución novedosa puede ser la mas reconfortante enseñanza que uno pueda dar. Hacer esto significa darle a los estudiantes problemas que para ellos sean reales y relevantes. Significa esto entregarles intentos fallidos que demuestren esfuerzo creativo. Significa ayudar al estudiante de ingeniería a comprometerse con la innovación y a desarrollar una identidad personal de ingeniero creativo. Esto implica darle un espacio de trabajo para que gaste su tiempo a su propia voluntad y que pueda desarrollar con otros las habilidades que un ingeniero necesita tener. Solamente entonces, pueden ellos comenzar a tener el sentimiento de dedicación y pertenencia que caracteriza la experiencia creativa.

Referencias

1. AMABILE, T.M. (1982). Social Psychology of Creativity: A Consensual Assessment Technique. *Journal of Personality and Social Psychology* 43,997-1013.
2. SIKSZENMIHALYI, M. (1990). *Flow; The Psychology of optimal Experience*. New York: Harper and Row.
3. ERICSSON, K.A. & CHARNESS, N. (1994). Expert Performance: Its Structure and Acquisition. *American Psychologist* 49, 725-747.
4. FACAOARU, C. (1976). Creative Performance and Peer Ratings on Creative Abilities in Engineering Fields. *Revista de psihologie* 22 (4), 359-376.
5. GARDNER, H. (1993). *Creating minds: An Anatomy of Creativity Seen Through The lives of Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham and Gandhi*. New York: Basic Books., ,
6. GIORGI, A. (1985). *Phenomenology and Psychological Research*. Pittsburgh: Duquesne University Press.
7. HENNESEY, B.A. & AMABILE, T.M. (1988). The conditions of Creativity. In R.J. Sternberg (Ed.), *The Nature of Creativity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
8. HERMANN, N. (1988). *The creative Brain Lake Lure*, NC: Brain Books.
9. KRIPPNER, S & ARONS, M (1973). Creativity: Person, Product, or process. *The Gifted Child Quarterly*, Summer, 116-123, 129.
10. LUMSDAINE, E. & LUMSDAINE, M. (1995). *Creative Problem Solving* New York: McGraw-Hill.
11. ROGERS, C. (1954). Towards & Theory of Creativity. In R.J. Sternberg (Ed), *ETC: A Review of General Semantics*, 11, 249-260.
12. STEMBERG, R. (Ed). *The Nature of Creativity*. Cambridge, U.K: Cambridge University Press. (1988). a *A Three Facet Model of Creativity*. In R.J. Sternberg
13. TORRANCE, E.P. (1979). *The Search for Satari and Creativity*. Buffalo, N.Y. Creative Education Foundation.

Resumen

La ingeniería tiene una historia abundante en la utilización de soluciones creativas e innovativas sobre problemas técnicos de la sociedad. Sin embargo, como ha aumentado el costo real de cometer errores al resolver problemas, la sociedad ha truncado los fundamentos bajo los cuales se puede hacer trabajo creativo. Las soluciones innovativas van en demanda creciente, sin embargo el proceso creativo es apenas aceptado en forma envidiosa. Desafortunadamente hemos adaptado la educación en ingeniería a los modelos de la sociedad.

Dar una medicina a este mal significaría modificar algunos de los objetivos y modelos tradicionales de enseñanza de acuerdo al duro y merecido conocimiento, extraído de los negocios, la industria y la investigación.

Reconocimientos

El presente estudio fue auspiciado por la fundación BELLSOUTH.

FUNDAMENTOS DE ENSEÑANZA PARA LA EDUCACION EN INGENIERIA

Nick V Karlov

Moscow Institute of Physics and Technology - Russia

«En el principio era la palabra, y aquel que era la palabra estaba con Dios, y era Dios».

Juan, 1:1.

“Los días se lo cuentan entre si y las noches hacen correr la voz”.

Salmo, 19:2”

*“Pero el que me oye y no hace lo que digo es semejante
a un hombre que edificó su casa sobre la tierra y sin cimientos».*

Lucas, 6:49.

Prácticamente todas las universidades contemporáneas son del tipo de universidad concebida por Humboldt, en la cual se combina educación con investigación. Esto permitió que en tiempos de Thomas Carlyle, cualquier universidad se caracterizara apropiadamente como una comunidad de educandos reunidos alrededor de una gran biblioteca, lo cual es irónico pero profundamente cierto.

El desarrollo de la tecnología de la información en el mundo por lo menos en el mundo del procesamiento y transferencia de información está apartándose del concepto de universidad centrada en un campus. Desafortunadamente la idea de universidad virtual se vuelve mas y mas atractiva. Pero tenemos que entender cómo educar en forma real en este mundo virtual de realidad virtual.

Entonces para qué la educación ?

Necesitamos la educación solamente porque «todo hombre educado es un hombre libre» como lo afirmó Voltaire, o porque «el conocimiento es poder» en palabras de Bacon. O, poniendo los pies sobre la tierra, porque la humanidad necesita un trabajo de ingeniería bien hecho, lo cual, a su vez demanda ingenieros bien capacitados, objetivo que únicamente se lograría mediante un sistema de formación altamente calificado bajo el cual los muchachos se transforman en jóvenes, las chicas en señoritas, y los quinceañeros maduran. Es allí, dentro de las paredes de la escuela de ingeniería, durante la época de estudiantes, donde el joven desarrolla su potencial humano para que le sea útil a sí mismo, a su país, y al género humano como un todo.

Darle una educación en ingeniería significa prepararlo para su empleo futuro, para que ejecute trabajos de cierta complejidad. El empleo que las personas consigan después de egresadas debería satisfacer tanto al empleado como al empleador.

El trabajo es satisfactorio para ambas partes que interactúan en el servicio si los jóvenes demuestran su creatividad y dedicación y si tienen espíritu de equipo y ambiciones individuales. Estas cualidades son de vital importancia. Son valores intrínsecos de los seres humanos. Estas cualidades no se pueden imponer a las personas sino que se desarrollan en el curso de la educación la cual empieza desde el embrión. En esencia, esto no es problema de la educación, sino de formación de la personalidad en su totalidad. Pero esto es insuficiente desde todo punto de vista.

Para que el empleo sea satisfactorio y exitoso el joven debería actualizarse en conocimientos de tecnología moderna dentro de su campo y en el conocimiento fundamental de las ciencias básicas, aplicándolo todo ello al mundo real. Este problema es tradicional para cualquier comunidad académica.

El problema se establece muy claramente: Tenemos que enseñarle al joven a aplicar todos los recursos de la ciencia moderna y de la tecnología para alcanzar los avances necesarios en calidad y productividad.

Este problema se podría resolver únicamente bajo las bases de una sólida educación. La tecnología láser, la biotecnología, la tecnología informática, la tecnología de los materiales modernos, nos muestran que para ser hoy en día buenos ingenieros es necesario adquirir una educación fundamental. La educación en ciencias básicas debe estar acompañada de investigación aplicada.

Aquí surge una buena pregunta: con que propósito necesita el ingeniero del conocimiento básico?. No es necesario que un ingeniero domine un conocimiento concreto a manera de receta?, el conocimiento del tipo «know-how», para que sepa cómo hacer las cosas comenzando por la práctica adquirida, especialmente si en el transcurso de la educación la práctica relevante precedente se estudia y generaliza conceptualmente en forma cuidadosa?.

La respuesta mas general a esta pregunta casi retórica la podemos encontrar en el Sermón del

Monte: los evangelistas Lucas (6:48-6:49) y Mateo (7:24-7:27) contrastan inequívocamente a un loco que construye su casa sobre la arena, con un hombre prudente que la construye sobre terreno sólido.

«Comparar no es razonar», una metáfora no es una prueba, pero la integridad del mundo nos permite ver en la categoría de las metáforas, artísticas en esencia, una guía confiable para investigar, una insinuación del contenido de la verdad.

La selección de lo fundamental o básico a partir del todo como caso general, sólo es posible si en este sentido algo se encuentra en el proceso de construir las bases por las bases mismas. En este sentido lo fundamental no existe como un ente independiente. Nadie construye las bases por las bases mismas. Pero en el mismo sentido, nada puede levantarse sin bases. Y aunque las bases sean eternas, lo que se construya sobre ellas es transitorio, efímero. De un lado esto es cierto. Del otro lado, algo que en las ciencias se denomina básico no es únicamente aquello sobre lo que la gente planea construir cosas útiles o necesarias.

La ciencia básica existe y se desarrolla debido a sus intereses internos inherentes, sin ninguna motivación externa, sin tener que responder a ninguna necesidad práctica.

Poniéndolo en pocas palabras, se podría decir que la ciencia básica tiene que clasificar los hechos del universo objetivo, los fenómenos, los eventos y elaborar técnicas para estudiarlo y establecer las leyes de su existencia.

En otras palabras, y esto es lo mas importante, la ciencia básica describe la naturaleza de las cosas, de los fenómenos y de los eventos. Pero la técnica y el conocimiento ganado por la ciencia básica podría utilizarse para formular y resolver problemas netamente aplicados. Pero las cosas no siempre han sucedido de esta forma.

Durante siglos las ciencias básicas se han desarrollado lejos de las aplicadas, lejos del conocimiento de ingeniería. Este último no tuvo

necesidad de la ciencia. La base de la civilización moderna, el motor de vapor, se creó antes del advenimiento de la termodinámica, de las leyes de conservación de la energía y del ciclo de Carnot. La columna y la viga, el bote y el salvavidas, la palanca y el escudo existieron antes de Arquímedes.

El disparo de una flecha o el de una bala de cañón ya habían tenido éxito antes de Newton. Las conducciones de agua, quiero decir los acueductos, ya se conocían desde antes de Bernoulli, Euler y Lagrange. La física óptica no existía como ciencia, pero los espejos y las lentes ya se conocían. La microscopía y la fotografía se desarrollaron sin ninguna base científica.

Esta situación cambió drásticamente en el siglo pasado. Nótese que fue en el siglo pasado cuando por todas partes comenzaron a aparecer establecimientos de educación superior politécnica, luchando en algunos lugares por el estatus universitario.

El punto central radica en que a mediados del siglo pasado las habilidades de ingeniería agotaron las provisiones, las reservas de lo evidente, de lo observable en forma directa, de lo aceptado en forma sensorial por el género humano. La ingeniería utilizó casi todas las reservas relevantes a lo creativo, y a las labores técnicas de la humanidad. Solamente quedó lo no observable, pero real y útil en la práctica. Pero desde el mismo comienzo únicamente lo no-observable podía ser objeto de la ciencia básica.

Los ejemplos saltan a la vista: el espectroscopio y la óptica de ondas, la radio y las ondas, la energía atómica y nuclear, los computadores y la física de estado sólido, etc.

Solamente lo evidente podría ser objeto de una ciencia aplicada de propósito particular. Lo que no puede ser observable directamente, debido a lo limitante de los sentidos, podría invitarse a que entre en el juego desarrollado por el hombre únicamente a través de la ciencia básica. Sólo por esta vía lo no-observable se vuelve observable e inclusive evidente.

Pero tenemos que tener en mente que esta es una ruta muy complicada para que la ciencia básica adquiera la calidad de aplicada. Aún hoy en día la sociedad no se inclina mucho a apoyar los componentes fundamentales de la educación en ingeniería. Sin embargo, solamente un ingeniero formado bajo los preceptos de la ciencia básica puede contar con un empleo satisfactorio y permanente.

En esta forma, como conclusión preliminar me gustaría establecer las siguientes 12 posiciones:

1. En ingeniería, educar significa preparar a los jóvenes para un futuro empleo.
2. El empleo debería ser satisfactorio tanto para empleados como para empleadores.
3. El empleo es satisfactorio y exitoso:
 - a. Si el joven se actualiza en el conocimiento de la más modernas tecnologías en su campo y en el conocimiento esencial de la ciencia básica relevante.
 - b. Si la persona joven demuestra creatividad y dedicación.
 - c. Si la persona joven posee espíritu de equipo y ambiciones individuales.
4. Los ítems b) y c) son de vital importancia. Las calidades relevantes son valores intrínsecos de los seres humanos. No se pueden inculcar a las personas, se desarrollan mediante la educación, empezando desde el momento en que se forma el embrión.

En primer lugar aparece la pregunta no de educación, sino de buena formación, de enseñanza de virtudes, de creación de la integridad de la personalidad.

5. El ítem a) es pertinente a la comunidad académica. El problema se formula muy claramente: tenemos que enseñarle a los jóvenes a aplicar todos los recursos de la tecnología y la ciencia modernas en pro de conseguir avances en la productividad y en la calidad de los productos.

6. La educación actual debe poder adaptarse a la demanda contemporánea que se encuentra permanentemente en cambio.
7. La necesidad de una educación más balanceada, de mejor calidad en cuanto a preparación, mas flexible y adaptable, de mayor cubrimiento, que permita la competencia a nivel internacional, solamente se puede satisfacer con una sólida base académica, pero en su versión aplicada.
8. Para mencionar solo algunos ejemplos: la tecnología láser, la tecnología en nuevos materiales, la biotecnología y la informática tienen sus pilares en la investigación básica en matemáticas, física, química y biología.
9. Para comprender las bases de la ingeniería, al estudiante se le debería dar una enseñanza básica.
10. La enseñanza básica debería estar estrechamente relacionada con la investigación básica.

11. La enseñanza básica de pregrado es el prerrequisito para un aprendizaje permanente y duradero. Con el tiempo las demandas de la sociedad serán por este tipo de enseñanza.

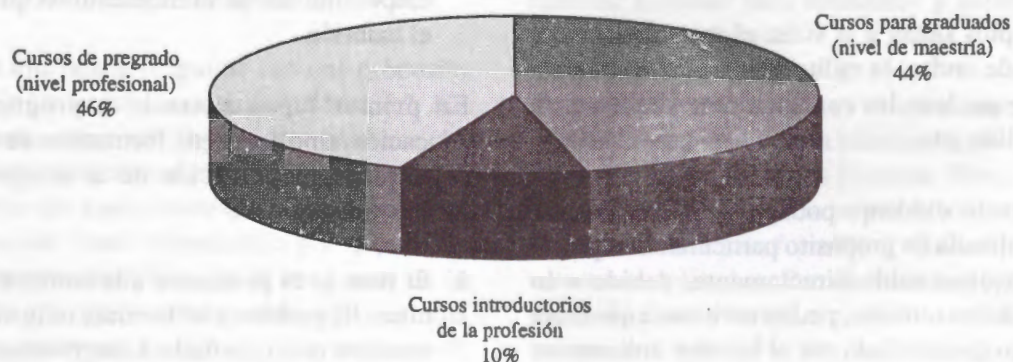
Para obtener un trabajo satisfactorio tan pronto como se egresa de ingeniero es necesario tener muy buenos conocimientos en su área y la mejor actualización posible.

Para mantenerse en el empleo después de 5 o 7 años de haberse graduado, el profesional tiene que haber recibido una educación fundamental en su campo.

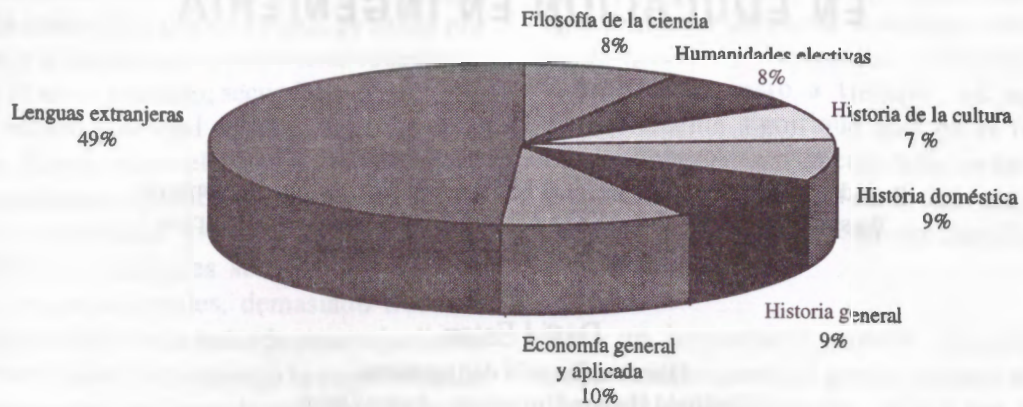
Para convertirse en un líder en su campo, el profesional tiene que recibir enseñanza en humanidades para que pueda dominar los ítems b) y c) del numeral 3 anterior.

A manera de ejemplo se presenta a continuación la estructura del currículo de la universidad estatal Moscow Institute of Physics and Technology (Universidad del Estado).

Estructura curricular
(aprox. 9.000 horas académicas)



Estructura de los cursos de humanidades del currículo
(año académico 1994 - 95, 1.056 horas académicas)



Es de gran importancia expresar en este momento el papel que en el esquema de educación juegan las matemáticas y la física.

En el MIPT se cree firmemente en el poder creativo

de estas asignaturas en la formación de ingenieros, gente de negocios, estadistas, hombres (mujeres) como seres humanos. A continuación la lista de asignaturas en física y matemáticas que allí se enseñan

1. MATEMATICAS SUPERIORES (929 hrs)

Análisis Matemático (Cálculo)	380
Geometría Analítica	132
Ecuaciones Diferenciales	132
Teoría de Funciones de Variables Complejas	85
Física Matemática	149
Procesos Estocásticos	51

2. FISICA GENERAL (760 hrs):

Mecánica	136
Termodinámica y Física Molecular	128

Electricidad	170
Optica	128
Física atómica y nuclear	102
Estado sólido	96

3. FISICA TEORICA (332 hrs):

Teoría de Campos	68
Mecánica Cuántica	132
Física Estadística	64
Curso Electivo Final	68

4. MECANICA TEORICA (149 hrs).

Esperamos que estos datos sean lo suficientemente elocuentes para mostrar las técnicas educativas de MIPT.

RECIENTES DESARROLLO EN EDUCACION EN INGENIERIA

Terry Duggan

Consultor en Educación e Ingeniería

Presidente del grupo Internacional Liaison para Educación en Ingeniería
Wessex Institute of Technology Ashurst Lodge AshurstSouthampton

David Eaton

Director, Escuela de Ingeniería

Sheffield Hallam University - Reino Unido

Resumen

Este documento trata sobre la importancia de considerar la educación superior de ingeniería como una continuación y dentro del contexto del aprendizaje durante toda la vida. Los cursos de grado de ingeniería convencionales preocupados casi exclusivamente de la tecnología son considerados inadecuados, si no inapropiados, para satisfacer las necesidades del siguiente milenio. Las recientes tendencias en la ingeniería en la educación superior han producido un cambio significativo en el contenido de los cursos de ingeniería y en la forma en la cual éstos son llevados a cabo. Algunos de estos cambios serán presentados incluyendo consideraciones tales como la importancia de temas ambientales y desarrollo sostenible; desarrollo personal y profesional; trabajo basado en el aprendizaje y su relación con los estudios académicos; y elementos específicos innovadores, tales como el uso de portafolios como un medio de alentar el aprendizaje efectivo centrado de los estudiantes. Se ha discutido que la educación de ingeniería de alta calidad requiere el establecimiento de un sistema nuevo y dinámico el cual alentará y brindará la directriz para tener una respuesta efectiva de ejecución para cambiar a través de la innovación, el desarrollo de cursos más imaginativos y apropiados y una mayor motivación para el personal académico y de apoyo. Se ha concluido que los cursos de ingeniería, durante la formación inicial de los ingenieros, debe ser menos especializada y específica a las materias. Deben ser diseñados en el contexto y el aprendizaje durante toda la vida y alentar al desarrollo profesional y personal utilizando el aprendizaje centrado en los estudiantes. Los vínculos más efectivos con la industria se deben promover y el desarrollo profesional en áreas específica y especializadas debe ser llevado a cabo a nivel de postgrado.

Introducción

El aprendizaje de por vida es una característica esencial de todas las sociedades y culturas. Empezamos a aprender desde el día que nacemos, y este proceso continúa naturalmente durante toda la vida. La educación, por otra parte, es hecha por el hombre, y al formalizar las estructuras educativas, ya sea en el nivel primario, secundario o terciario, existe el peligro potencial de que pueda volverse inflexible. Todos tienen el potencial de aprender, pero frecuentemente nuestros sistemas educativos reducen la elección y construyen barreras artificiales. Los intereses seccionales, y éstos incluyen los profesionales, demasiado frecuentemente tienen el efecto de tratar de crear cajas lindas con barreras rígidas. Sin embargo la experiencia de la vida nos enseña que el mundo no es así; al romper estas cajas y crear objetivos materiales y superar los psicológicos que nuestros diversos sistemas educativos han establecido es para muchos un concepto demasiado difícil de aceptar [1].

El lograr una población altamente educada exige imaginación, creatividad y el convencimiento de que todas las personas son capaces de lograr mucho más utilizando incentivos adecuados. Esto requiere la necesidad de pensar estratégicamente y a largo plazo, en vez de hacerlo operacionalmente y solamente a corto o mediano plazo. Lograr las inversiones correctas en las personas es sin duda el aspecto más importante para el futuro bienestar de nuestras sociedades y la civilización. Un mayor aprendizaje debe significar aprender en el futuro pero esto exige una revolución en los sistemas existentes de educación y entrenamiento y requiere una reestructuración sustancial.

El reconocimiento de la realidad de esta situación debe brindar el incentivo para revisar la educación y el sistema de entrenamiento y hacerlo más apropiado y capaz de acoplar los requisitos para el siguiente milenio. Las necesidades de aprendizaje deben ser reconocidas y premiadas. Las expectativas se deben satisfacer y se debe disminuir el desperdicio. El uso de instalaciones debe mejorarse y algunas vacas sagradas necesitarán ser

consideradas en forma objetiva. Se necesitará establecer y mejorar los sistemas de calidad, y la totalidad del medio ambiente necesitará ser la consideración más importante. Ningún país en el mundo puede pagar el relajar su énfasis en el aprendizaje de por vida. El tiempo invertido en aprendizaje es tan buena inversión como lo es la investigación y desarrollo y el concepto del "aprendizaje justo a tiempo" es aquel que probablemente signifique más en el futuro. La educación y el entrenamiento debe ser tan divertida y animada como aquellas otras actividades que se pueden disfrutar y que pueden ser identificadas más fácilmente.

Para un importante número de personas el mejoramiento continuo puede lograrse a través de sus actividades cotidianas, ya sea que éstas sean profesionales, sociales o a través de algunos otros aspectos de la vida. Demasiados sistemas educativos frecuentemente al igual que los métodos de evaluación no reconocen tal experiencia como algo que contribuye a los conocimientos y a la comprensión. Aunque la situación está mejorando, la acreditación de aprendizaje previo experimental (APL) todavía es considerada con algo de sospecha, en vez de considerarla como un reto que necesita un esfuerzo considerable para evaluarla en forma adecuada [2].

La Educación en Ingeniería es Continua

Ha sido ampliamente reconocido que la educación en ingeniería en el mundo entero durante mucho tiempo ha sido considerada que se enfrenta a importantes retos, y que con la ubicuidad del computador y la mayor complejidad de los sistemas de todo tipo, existe una mayor necesidad de contar con "ingenieros más integrales" capaces de moverse en las diferentes disciplinas. Se ha discutido en otras partes [3] que se requiere hacer cambios sustanciales en la estructura, abordaje y proceso de la educación en ingeniería con el fin de que las generaciones futuras de ingenieros estén en capacidad de continuar contribuyendo de la manera más efectiva al crecimiento económico, al mejoramiento del medio ambiente y nuestra calidad total de abordajes

tradicionales los cuales deben ser evaluados y sin desechar lo que sea necesario y relevante, se deben desarrollar nuevas ideas. Los requisitos de entrada restrictiva a los cursos de ingeniería reducen el acceso, frecuentemente se filtran demasiadas personas quienes podrían contribuir con un talento considerable al mundo de la ingeniería. Un acceso mayor que ha sido tratado por medio de la introducción de iniciativas específicas no puede ser adecuadamente seguido sin nuevamente evaluar la totalidad del proceso de educación en ingeniería. Es importante reconocer y entender que la educación en ingeniería, por lo menos a nuestro nivel, es nada más que una parte de un proceso más amplio, es decir que además de tener un mayor acceso es igualmente importante para ampliar las cláusulas. Aún más, la educación inicial de los ingenieros de empresa (utilizando la tecnología del Reino Unido deben ser considerados no como una etapa temprana en proceso de educación de ingeniería como algo continuo. Lamentablemente, muchos ingenieros y educadores y algunas veces hasta cierto menor grado los empleadores, observan la formación inicial como un fin y como su principal objetivo el de producir graduados o ingenieros técnicos capaces de operar inmediatamente en el lugar de trabajo. Aunque nadie negaría que es deseable e incluso necesario lograr este objetivo operativo, debe ser al costo de la estrategia u objetivos a mayor término. Por consiguiente se ha discutido que la educación en ingeniería durante la etapa de formación inicial no debe más estar concentrada en un énfasis de técnicas; la tasa de cambio en la tecnología es tan rápida que éstas tienen la probabilidad de quedar obsoletas muy rápidamente. Por lo tanto, es mucho más importante garantizar que la educación académica inicial en ingeniería brinda la base para un mejoramiento continuo (concepto generalmente asociado con el manejo de calidad total) a través de la experiencia en el lugar de trabajo el desarrollo profesional continuo utilizando el principio de "la educación justo a tiempo" y otros aspectos asociados con un programa de aprendizaje de por vida. El reto de los cambios discontinuos requiere de flexibilidad y respuestas interdisciplinarias sin hacer ningún énfasis indebido en cualquier aspecto particular de la ingeniería durante el proceso de formación inicial.

Un nuevo y radical abordaje a la educación en ingeniería se requiere si los cursos de ingeniería van a traer, retener y educar en forma adecuada y a entrenar suficiente y bien motivados a los hombres y a las mujeres para que puedan acoplarse con los retos de ingeniería para el siguiente milenio. La creciente necesidad de tener ingenieros integrados educados para operar en diferentes disciplinas y que sean capaces de ejercer un abordaje de sistemas pensando en la solución de problemas va a aumentar y este requisito interdisciplinario ya ha sido reflejado en el desarrollo de algunos cursos de grado e ingeniería los cuales se están utilizando ampliamente. El Consejo de Ingeniería a través de algunas de las instituciones profesionales de ingeniería, ha acreditado dichos cursos en el Reino Unido y este es un paso significativo para superar algunas de las prácticas y tradiciones restrictivas.

Para aumentar la efectividad de brindar apropiada educación en ingeniería y estimular la innovación a través de la sociedad en investigación y transferencia de tecnología es esencial que se realicen mejores relaciones entre los empleadores, cuerpos profesionales y universidades; esto es particularmente importante para la continua vitalidad de la educación superior en ingeniería y el tema de otro documento [4] presentado en esta conferencia.

Trabajo basado en el aprendizaje y crédito académico

Los educadores generalmente, y no solamente en ingeniería, cada vez están reconociendo más que el aprendizaje que vale la pena en reconocimiento puede realizarse en el lugar de trabajo al igual que en el salón de clase. Durante generaciones la costumbre de "sentarse al lado de Nellie" ha sido el modelo predominante para el desarrollo de los artesanos en un rango de industrias y ocupaciones. La base fundamental de la educación sin embargo, ha sido el principio de suministrar base teórica, que ayudará a desarrollar una subsiguiente experiencia práctica en el trabajo.

Recientes desarrollos en educación superior, sin

embargo, están cambiando el equilibrio del aprendizaje teórico y práctico. El educador David Kolb ha desarrollado un modelo que describe un aprendizaje efectivo como ciclo, que consiste de cuatro etapas de experiencia concreta, observación y reflexión, formación de conceptos y evaluación de conceptos [5]. Hablando en sentido amplio, el entorno de trabajo brinda la oportunidad para que quienes están aprendiendo pasen entre diferentes etapas de experiencia concreta y algún grado de observación y reflexión. Sin embargo, la educación superior brinda múltiples oportunidades para la formación y evaluación de conceptos. En el pasado ha sido difícil garantizar que los estudiantes ya fuese en el trabajo o en la educación superior hubieran estado en capacidad de terminar el ciclo de aprendizaje logrando experiencia en todas las cuatro etapas.

La introducción de las Calificaciones Vocacionales Nacionales (NVQ) en el Reino Unido ha hecho posible lograr calificaciones basadas en el aprendizaje en el trabajo. Estas calificaciones, basadas en definiciones de competencia, con criterios de desempeño, también incluyen definiciones sobre las habilidades de afianzamiento y conocimiento que son esenciales para un desempeño competente. De esta manera, todas las etapas del ciclo de aprendizaje de Kolb pueden ser tratadas en el lugar de trabajo.

Las instituciones de Educación Superior han sido mecanismos de desarrollo donde el crédito académico puede ser concedido por medio de cualquier mecanismo de aprendizaje adecuado, sin tener en cuenta la manera cómo o cuándo se ha llevado a cabo este aprendizaje. El Esquema de Acumulación de Créditos y Transferencia (CATS) permite a los estudiantes que se les concedan unidades de crédito que son equivalentes a aquellas ganadas a través de un programa aprendido, pero basado en un grupo de resultados de aprendizaje acordados, acoplados con las circunstancias del aprendizaje individual e incluyen un aprendizaje adquirido y desarrollado en el trabajo.

Un proyecto en la Universidad de Sheffield Hallam

que ha sido pagado con fondos del Training, Education and Enterprise Directorate (TEDD([7] es uno de varios en el Reino Unido que están explorando la relación entre el aprendizaje tradicional y los sistemas más novedosos. Los estudiantes en una amplia gama de programas de grado en ingeniería son alentados a diseñar sus propios programas de aprendizaje basados en sus funciones de trabajo y en la actual evidencia de su aprendizaje para permitirles a ellos que se les conceda el crédito dentro de los marcos de trabajo CATS y NVQ.

Portafolios y su uso para las tareas de aprendizaje de por vida

Durante muchos años la industria ha discutido que para permanecer siendo competitivos a nivel internacional los graduados que entran a la industria deben ser innovadores y deben haber desarrollado una gama de habilidades profesionales y personales y calidades durante sus cursos de educación superior. Las universidades han respondido en forma positiva incluyendo relevantes elementos en los cursos, pero hasta recientemente ha sido considerado raro evaluar estas calidades en cualquier forma formal. Estos cambios y ejemplos ahora están empezando a aparecer en la literatura de educación en ingeniería [7] donde los portafolios se están utilizando para registrar el desarrollo de habilidades y calidades profesionales y personales. En algunos casos estos portafolios están siendo evaluados formalmente y están contribuyendo hacia los resultados de grado final que pueden ser tan elevados como un 25% de la calificación a final del año. Se discute por parte de los proponentes de este abordaje que el uso de los portafolios aumenta la calidad del proceso de evaluación especialmente en áreas no tradicionales relevantes en la industria.

Es claro ahora que los cursos diseñados para preparar a los graduados para entrar a la industria no solamente necesitan desarrollarse en cuanto a las habilidades profesionales y personales de los estudiantes y sus calidades sino que, además, se necesita desarrollar un compromiso de por vida para

el aprendizaje apoyado y planeado en Desarrollo Profesional Continuo (CPD). Los Cuerpos de Ingeniería Profesionales en el Reino Unido también están apoyando fuertemente este desarrollo alentando a los ingenieros profesionales a mantener un record formal de sus actividades CPD. Los portafolios se pueden utilizar para registrar CPD permitiendo al usuario reflejar en su aprendizaje y al mismo tiempo suministrando un registro formal de crecimiento y desarrollo personal.

Desarrollo de habilidades interpersonales y transferibles

El Consejo para la Industria y Educación Superior [8] ha identificado aquellas características que han sido consideradas por la industria como más deseables en los graduados. La industria necesita personas cuyas habilidades intelectuales hayan sido mejoradas por la educación superior y quienes posean una gama de otras habilidades. Más allá de la excelencia técnica, los empleadores requieren que los graduados de ingeniería con muchas otras habilidades y calidades en naturaleza no técnica que cubren aspectos y factores personales, intelectuales y sociales incluyan:

Personales:

Confianza, liderazgo, madurez, autosuficiencia.

Intelectuales:

Amplitud en su educación, creatividad, percepción, rapidez, habilidades de análisis y resumen.

Sociales:

Habilidad para trabajar en equipo, habilidades interpersonales generales, que hablen bien, habilidades para escuchar y escribir, buen poder de persuasión y tolerancia.

Es aparente entonces que, además de una comprensión básica de los principios científicos de la ingeniería, la formación inicial debe incluir el desarrollo de estos otros atributos, no como un fin en sí mismos, sino debido a que en conjunto van a contribuir al motivo para crear los requisitos que se

convierten en la forma de "haciendo el cambio a nuestro amigo" y desarrollar las empresas individuales. El desarrollo profesional de las calidades no técnicas de los ingenieros se presenta en otro documento en esta conferencia [9].

Temas ambientales y desarrollo sostenible

La habilidad primaria de los ingenieros es transformar los principios científicos en una amplia gama de aplicaciones prácticas que pueden beneficiar la humanidad. La profesión de ingeniería ha hecho importantes contribuciones a la salud y bienestar de las personas del mundo desarrollando productos y procesos diseñados para utilizar el potencial de una tierra rica en recursos naturales. A través de muchos años la educación y entrenamiento de ingenieros ha sido diseñada para lograr este fin con poca consideración a la sostenibilidad de estos desarrollos y a cualquier impacto a largo plazo en el medio ambiente. Sin embargo existe un nuevo reto creado por los efectos adversos de los desarrollos que resultan del agotamiento de los recursos y de la polución ambiental. Los ingenieros deben estar conscientes de estos puntos y deben estar en capacidad de descargar sus obligaciones en una forma responsable ambientalmente. Muchos nuevos cursos de grado en el Reino Unido se están introduciendo para producir especialistas en ingeniería ambiental. Estos ingenieros están aprendiendo cómo diseñar, cómo operar y mantener plantas y equipos en forma que reduzcan la polución dentro de un marco de referencia de recursos viable. Sin embargo se está haciendo claro que todos los ingenieros no graduados sin tener en cuenta la disciplina deben estar conscientes de los temas ambientales y los requisitos del desarrollo sostenible. Existe por lo tanto una clara necesidad de incorporar estos puntos a todos los programas de estudios y algunos diseñadores innovadores de cursos ahora están integrando consideraciones ambientales a temas tales como ingeniería de diseño, manufactura y materiales. Sin embargo como es un campo rápidamente cambiante los ingenieros profesionales también deben constantemente mantenerse al día en métodos modernos de control

de polución a través de CPD. El Consejo de Ingeniería del Reino Unido conjuntamente con Lloyds Register y el Departamento del Medio Ambiente recientemente han publicado un documento que describe las responsabilidades ambientales de ingenieros profesionales [10] y en Australia la ingeniería ambiental fundamental básica son puntos que se han discutido [11]. Estas referencias brindan una consideración general sobre los puntos que se deben entender y en los cuales deben trabajar los ingenieros con guía de currículum y diseño y desarrollo para programas de pregrado, postgrado y CPD.

Conclusiones

La tesis esencial del presente documento es que la educación en ingeniería debe ser considerada en el contexto del aprendizaje a largo plazo. Debe haber más ámbito para aprendizaje independiente, flexible y abierto para trabajos en grupo de colaboración y para aprendizaje de las experiencias en el trabajo. Además, la importancia del aprendizaje efectivo debe ser considerada como un ciclo de cuatro etapas que comprende experiencia concreta, observación y reflexión y formación y evaluación de conceptos. En particular, el desarrollo de los portafolios y su uso en asignaciones y aprendizaje de por vida es considerado como una contribución útil para la educación en ingeniería. Finalmente se sugiere el desarrollo de habilidades transferibles y la importancia de temas ambientales y conceptos de desarrollo sostenible que deben ser ingredientes de todos los cursos de pregrado en ingeniería.

Referencias

1. Duggan, T.V. "Engineering Higher Education and Lifelong Learning", Australasian Journal of Engineering Education, (in press) 1995.
2. Bement, J.M. "Learning in the Workplace - The Portsmouth Experience", Proc. Of 2nd East - West Congress on Engineering Education, Łódz, Poland, 1993.
3. Duggan, T.V. "The Changing Nature of Engineering Education and the Shape of Things to Come", Proc. 3rd World Conference on Engineering Education, International, Quality and Environmental Issues, 1,3-13, Computational Mechanics Publications, Southampton, 1992.
4. Duggan, T.V., Mitchell, C.A. and Tadeu dos Santos, Z. "Industry and Higher Education Working Together", Proc. 4th World Conference on Engineering Education, Minneapolis/St Paul (this conference), 1995.
5. Kolb, D. *Experiential Learning*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1984.
6. TEED Project: A Partnership Approach to Integrating NVQ's and Academic Awards in the Engineering Industry, Training, Education and Enterprise Directorate, Sheffield Hallam University, England, 1995.
7. Bramhall, M.D., Lawson, J.S., Payne, R.N. and Robinson, I.M., "Portfolio Assessment in Engineering", Proc. Engrg. Educ. Conf.- Increasing Student Participation, Sheffield Hallam University, Sheffield, England, 1994.
8. Spurling, A. *Investing in Talent - The Use and Development of Science and Engineering Graduates*. The Council for Industry and Higher Education, London, 1992.
9. Duggan, T.V. and Robinson, D. "The Professional Development of the Non-technical Qualities of Engineers", Proc. 4th World Conference on Engineering Education, Minneapolis/St Paul (this conference), 1995.
10. Engineering Council: "Guidelines of Environmental Issues" (with Lloyds Register and Dept of the Environment), Engineering Council, London, 1994.
11. Elms, D. And Wilkinson, D. "The Environmentally Educated Engineer", Centre for Advanced Engineering, University of Canterbury, New Zealand, 1995.

EDUCACION DE INGENIERIA EN UN CONTEXTO DE DESARROLLO SUDAFRICANO

G. P. Hancke

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

H. Els

Departamento de Antropología

C. W. I. Pistorius

Instituto de Innovación Tecnológica
Universidad de Pretoria - Sudáfrica

Resumen

La educación de los ingenieros en las universidades de Sudáfrica necesita la incorporación de una filosofía de desarrollo con énfasis en la reconstrucción socioeconómica y renovación de la sociedad, especialmente en los asentamientos informales alrededor de las principales ciudades y en las áreas comunitarias rurales. La incorporación de este énfasis en el currículum y en un diseño apropiado innovador y su implementación deben convertirse en la principal contribución de las facultades de ingeniería de Sudáfrica para el Programa de Reconstrucción y Desarrollo (RDP). En este contexto la continua interacción entre los ingenieros y los científicos sociales (por ejemplo, antropólogos quienes se especializan en el estudio de diferentes culturas en desarrollo) es una necesidad. Esto no solamente aumenta la comprensión de parte de los ingenieros de un diseño tecnológico innovativo diferente para tecnologías apropiadas aplicables a las necesidades de las comunidades de este país en desarrollo (1), sino que también exige un proceso continuo de enseñanza multidisciplinaria y de investigación identificada a través del compromiso de la comunidad, aumentada por el "rediseño" de un entorno de aprendizaje multicultural. El sistema de educación en ingeniería tiene una importante función que desempeñar en brindar la mano de obra necesaria y calificada para satisfacer las necesidades inmediatas del RDP al igual que las necesidades a largo plazo del país. Este problema debe ser tratado aplicando estrategias innovadoras para ampliar la base de la cual los estudiantes de ingeniería han sido sacados tradicionalmente.

Introducción

La profesión de ingeniería en Sudáfrica (como otras profesiones en Sudáfrica y en el mundo entero) tiene una responsabilidad social, según ha sido definido por Cohen y Grace: "... existe un importante sentido en el cual la responsabilidad social debe ser considerada como integral para el desempeño de los ingenieros como personas y la ingeniería como profesión. Este sentido involucra el pensar positivamente de la responsabilidad

social, es decir, no solamente evitando el daño sino como una obligación de hacer el bien. La responsabilidad social para los ingenieros no debe ser totalmente reactiva sino en la jerga contemporánea "proactiva".

Este principio emerge en la definición de la misión de la educación superior en ingeniería en un sector contenido en una presentación de la Profesión de Ingeniería ante la Comisión Nacional de Educación Superior "Para brindar un recurso intelectual en la forma de recursos humanos, capacidad de investigación y servicio comunitario en ingeniería y tecnología de ingeniería, que contribuya materialmente a satisfacer las necesidades básicas, crecimiento económico y competitividad internacional".

Existe sin embargo un creciente sentido de que los graduados de las universidades en Sudáfrica son estrechos en el término científico y tecnológico. Una crítica es que los programas de grado no contienen suficiente material en economía, ciencias sociales y ambientales que complementarían las materias de ingeniería. El tiempo promedio bajo de 0.17 años de un total de cuatro años dedicados a estudios complementarios es una evidencia objetiva que destaca esta observación. La falta de equilibrio del material de las materias en relación con la necesidad percibida es agravado por una sobrecarga general de los programas y un rechazo, hasta muy recientemente, para aclarar el currículum.

Esta preocupación ha sido compartida por varios educadores en los últimos años. En este aspecto citamos a Lawrence P. Crayson: ha sido usual para el ingeniero enfocarse primariamente con aspectos técnicos del trabajo, dejando sus implicaciones morales y sociales a los filósofos, líderes religiosos, políticos, científicos sociales y otros. Esta limitada preocupación, sin embargo, no es ya satisfactoria. Los ingenieros en el futuro deben entender el entorno de la sociedad en el cual trabajan ... Deben estar conscientes de las implicaciones humanas de su trabajo, y sensibles a los valores y necesidades de las personas que pueden ser afectadas por lo que ellos hacen. Como integran una conciencia social con un

juicio técnico adecuado, los ingenieros deben estar dispuestos y tener la capacidad de tratar preguntas sobre lo que debe hacerse y por qué debe realizarse además de cómo hacerlo" y "Si las ciencias sociales y humanidades deben convertirse en parte integral de los estudios de ingeniería, entonces los profesores deben valorar los conocimientos en los cursos y reflejarlos para sus estudiantes en sus juicios y actitudes y ejemplo".

En la actual situación sudafricana la profesión de ingeniería tiene una función vital que desempeñar en la reconstrucción y renovación de la sociedad. En términos prácticos esto exige la aceptación por parte de la comunidad de ingeniería del hecho de que las necesidades verdaderas y autoidentificadas de las comunidades que viven en asentamientos informales en la periferia de las principales ciudades, y en gran parte en las áreas comunales despreciadas son "legítimas" no siempre en relación a las necesidades Eurocéntricas en tecnología y no necesariamente satisfechas a través de diseño avanzado (y las soluciones generalmente asociadas de alto costo). La comunidad de ingeniería por lo tanto debe estar consciente del hecho de que las soluciones en este aspecto deben ser buscadas a través del diseño innovador de tecnologías de bajo costo, efectivas y "apropiadas" (el término incluye "alternativo" y tecnologías "intermedias") que las personas han identificado, específicos de la cultura y de un entorno amistoso pero todavía sigue siendo competitivo económica e internacionalmente y aceptable y que brinda un ímpetu a los procesos del desarrollo sostenible. Esta línea de razonamiento no necesariamente implica baja tecnología o productos o servicios de baja calidad y podría incluir soluciones de diseño avanzadas y sofisticadas mientras que satisfaga la restricción aplicable de capacidad de pago. La industria de comunicación es un ejemplo de alta tecnología aplicada para el beneficio de todas las comunidades, donde los sistemas de teléfono celular y televisión pueden jugar una función vital en el desarrollo y en la educación, especialmente en áreas rurales remotas.

También exige un real compromiso para tratar los principios del Programa de Reconstrucción y

Desarrollo (RDP) de la Unidad del Gobierno Nacional, la cual acentúa el desarrollo sostenible a través de un proceso dirigido por las personas con una visión hacia el mejoramiento de la calidad de vida. Los profesores de las facultades de ingeniería sudafricanas y la comunidad de ingeniería tienen una función vital que desempeñar en el proceso de tratar los desequilibrios económicos, sociales y educativos.

Aparte de establecer una conciencia de desarrollo, el sistema de ingeniería educativa enfrenta un importante reto en brindar la necesaria mano de obra calificada para satisfacer las necesidades inmediatas del RDP, al igual que las necesidades a largo plazo del país en términos de una urgente necesidad de desarrollo de la industria en Sudáfrica, creando así oportunidades de trabajo y fortaleciendo la economía. Este problema tiene que ser tratado aplicando estrategias innovadoras para ampliar la base de la cual los estudiantes de ingeniería tradicionalmente han sido tomados y también exige un continuo proceso de enseñanza multidisciplinaria y de investigación identificada a través del compromiso comunitario, aumentado por el "rediseño" de un entorno de aprendizaje multicultural.

Reconstrucción y desarrollo en Sudáfrica

La contribución de las facultades de ingeniería

El desarrollo de una infraestructura adecuada y efectiva está unida al acceso de las personas a inter alia, "... modernos y efectivos servicios tales como electricidad, agua, telecomunicaciones, transporte, salud, educación y entrenamiento ..." y es ejecutado a través de cinco programas interrelacionados identificados como:

- Satisfacción de Necesidades Básicas
- Desarrollo de Recursos Humanos
- Desarrollo de la Economía
- Democratización del Estado y la Sociedad, e
- Implementación del RDP

Cada una de estas áreas brinda oportunidades únicas y retos para establecer la infraestructura para las comunidades en desarrollo con una visión hacia el mejoramiento de la calidad de vida. En resumen, exige que la comunidad de ingeniería en Sudáfrica se involucre en todos los programas interrelacionados del RDP a través de la inclusión de una filosofía en educación de ingeniería y entrenamiento que enfatice el desarrollo de una nueva responsabilidad social dentro del contexto de su definición por Cohen y Grace. Por lo tanto la enseñanza sobre la necesidad e implementación de tecnologías innovadoras y apropiadas para satisfacer los verdaderos requisitos de las comunidades en desarrollo, aunque a la vez sean relevantes para tratar las necesidades de un entorno continuamente más complejo multicultural de enseñanza y entrenamiento en las universidades de Sudáfrica.

El desarrollo de los recursos humanos es una importante responsabilidad del sistema educativo, especialmente en el campo de ingeniería, donde la ciencia y la tecnología se predicen y practican. "La ciencia y la tecnología tienen un importante papel que desempeñar en el desarrollo de todos los sectores de nuestra sociedad. ... Por lo tanto, la política de tecnología debe dirigirse al desarrollo de la ciencia autóctona y exógena y tecnología, con el fin de satisfacer los retos de la gente de Sudáfrica". El sistema de ingeniería educacional tiene una función vital que desempeñar para tratar esta meta. Tiene que ser corresponsable de brindar la necesaria mano de obra calificada para satisfacer las inmediatas necesidades del RDP al igual que las necesidades del país a largo plazo. Hay que implementar nuevas estrategias para ampliar la base de la cual los estudiantes de ingeniería tradicionalmente han sido tomados. Aquellos que tienen una habilidad latente o aptitud de la ingeniería tienen que ser identificados y motivados para entrar a la profesión. Se deben desarrollar medidas especiales para desarrollar las habilidades necesarias para tener éxito en los cursos intensivos de ingeniería. La brecha entre las calificaciones de graduación de colegio y los requisitos de entrada debe ser cerrada, especialmente en los casos donde la calidad de la educación secundaria ha sido lesionada por diferentes atajos.

Tradicionalmente todas las universidades que tenían entrenamiento de ingenieros en este país lo han realizado en 8 de 17 universidades mientras que su currículum principalmente cubría la filosofía Eurocéntrica en el desarrollo de tecnologías generalmente complicadas y de alto costo (2), principalmente beneficiando a aquellos que viven en dichos entornos donde estas tecnologías pueden ser aplicadas y pueden ser pagadas. Como la mayor parte de la población de Sudáfrica está dentro de la categoría de desventaja, el énfasis del RDP, por lo tanto, implica correctamente la transferencia de tecnologías modernas pero de bajo costo y apropiadas que puedan ser aplicables para el adelanto de dichas comunidades bajo sus condiciones de vida específicas, pero que también puedan ser aportadas.

Concepto de "tecnología apropiada"

Como tal, el concepto de "tecnología apropiada (intermedia)" no es nuevo y ha estado durante las últimas dos décadas convirtiéndose en una importante "característica" filosófica en el proceso de transferencia de tecnología a las comunidades rurales y urbanas en los países en vía de desarrollo en todo el mundo y es más acentuada en algunas regiones que en otras (ejemplo, Asia, Africa y América Latina). El énfasis inicial de una tecnología intermedia, como de bajo costo y frecuentemente una tecnología simplemente escalada hacia abajo "movidá" hacia los países en desarrollo ha sido considerada como un cambio para incluir el concepto de tecnología apropiada la cual es más específica al sitio y la cultura, costo efectiva y amigable con el entorno (por lo tanto más aceptable para las personas para quienes ha sido diseñada). El diseño de dichas tecnologías innovadoras generalmente se concentra en inter alia, agricultura, suministro de agua, alojamiento, infraestructura general, sanitación, salud comunitaria y fuentes alternativas de energía (las telecomunicaciones actualmente están acentuadas) con una verdadera necesidad de bajo costo y mano de obra intensiva, en vez de alto costo y técnicas de ahorro de mano de obra donde es aplicable y viable - por lo tanto también implícitas por el RDP.

Contrario a la creencia común de que el movimiento de tecnología apropiada se enfoca en los países de bajos ingresos o las comunidades, se ha expandido para considerar los problemas de los países industrializados con altos ingresos. Los defensores de tecnología apropiada estaban preocupados con los programas sociales al igual que los ambientales. Robin Clarke diferenció entre la respuesta de tecnología apropiada y la respuesta de "tecnología fija" ante los problemas ambientales. Por ejemplo, él caracterizó la respuesta tecnológica fija ante la polución para "solucionar polución con tecnología de control de polución"; la adecuada respuesta tecnológica, en cambio, sería inventar tecnologías no polucionantes.

Este concepto (tecnología apropiada) también incluye el reconocimiento de que las tecnologías pueden incluir sesgos culturales y algunas veces tener efectos políticos y distributivos que van más allá de una evaluación estrictamente económica. Por lo tanto también involucra una búsqueda de tecnologías que tengan, por ejemplo, efectos benéficos en la distribución de ingresos, desarrollo humano, calidad ambiental y la distribución de poder político en el contexto de comunidades particulares.

Lo último va de la mano con el principio de "difusión" de innovaciones o tecnología que es "... el proceso por medio del cual una innovación se comunica a través de ciertos canales en el tiempo entre los miembros de un sistema social" y "Difusión es un tipo de cambio social, definido como el proceso por medio del cual ocurre la alteración en la estructura y la función de un sistema social".

Tecnología apropiada en el contexto sudafricano

El Programa de Reconstrucción y Desarrollo (RDP) donde el asesor Dr. Bernie Fanaroff ha definido continuamente que el proyecto de mejoramiento social abre masivas oportunidades para el desarrollo de tecnología alterna que no es solamente relevante y aplicable en Sudáfrica sino que encontrará mercados en el Tercer Mundo. Mejorará la iniciativa

del RDP para satisfacer las necesidades tecnológicas de la población del país, pero también brindará oportunidades de trabajo y lograr ganar capital extranjero a través de exportación de tecnología.

Un buen ejemplo es el desarrollo del sistema de pre-pago de pago de electricidad. Ha sido muy exitosamente implementado en Sudáfrica y ha llamado la atención de muchos vecinos de Sudáfrica quienes esperan solucionar sus propias cargas de no pago instalando el sistema de Sudáfrica.

La Comisión de Suministro de Energía, la Empresa de Energía de Sudáfrica conocida como ESKOM, tiene como meta convertirse en el líder mundial en el suministro de energía eléctrica primaria de bajo costo. Su objetivo es reducir el costo unitario de la electricidad en 15% en los próximos cinco años. Considera los programas de electrificación como esenciales para el desarrollo económico y planea electrificar una cantidad adicional de 3 millones de hogares en Sudáfrica en el año 2000. Se estima que esto podría crear 1 millón de oportunidades de trabajo. Adicionalmente una ambición sudafricana se está implementando por medio de la cual la energía eléctrica será suministrada a los países sudafricanos para ventaja de las partes participantes.

En los pueblos urbanos la reducción de la polución de aire a medida que la electricidad reemplaza el carbón como primera fuente de energía para cocinar y calefacción tendrá importantes beneficios para la salud y el medio ambiente.

A medida que la disponibilidad de energía eléctrica se vaya llevando a las áreas rurales de Sudáfrica, tendrá beneficios especiales que sin duda disminuirán el uso de las maderas para leña y se mejorará la salud debido a que habrá disponibilidad de agua potable limpia.

Es el enfoque de la enseñanza de ingeniería y la implementación práctica de las innovaciones tecnológicas (o una sección de éstas) la cual todavía no ha recibido adecuado énfasis en la enseñanza de ingeniería en Sudáfrica y que necesita un urgente remedio. Las técnicas de alta tecnología en

ingeniería y su enseñanza no equipa a los estudiantes para tratar con las verdaderas necesidades tecnológicas que existen dentro de las comunidades en desarrollo en este país, ya que están identificadas por estas comunidades mismas. Es una pregunta abierta en relación a si la profesión de ingeniería siempre logrará entender estas necesidades básicas.

Cooperación multidisciplinaria

La continua interacción entre ingenieros y científicos sociales (tales como antropólogos de desarrollo, quienes se especializan en el estudio y la explicación de la causalidad de los cambios de cultura, al igual que la planeación, dirección, monitoreo y evaluación de los proyectos de desarrollo, se convierte en una prioridad necesaria a medida que el diseño de tecnologías innovadoras apropiadas implica el compromiso en proyectos de desarrollo enfocados a las comunidades en desarrollo. La interacción en la enseñanza y la investigación multidisciplinaria deben por lo tanto aumentar la comprensión de los ingenieros de diversos énfasis en innovación tecnológica debidos a la naturaleza de las diferentes necesidades específicas de las culturas con las cuales se está confrontando. Vaa señala este hecho indicando que la mayoría de los ingenieros que participaron en el diseño de adecuadas tecnologías de agua en países en vía de desarrollo en Africa hasta 1989, fueron personas entrenadas en universidades europeas quienes tenían dificultad en diseñar tecnologías de bajo mantenimiento y costo efectivas que se acoplaran a los requisitos culturales de las comunidades de estos países.

Es poco realista asumir que los ingenieros deben ser además suficientemente calificados para poder trabajar en comunidades donde la identificación de las verdaderas necesidades y el lado de la planeación del desarrollo "dirigido a la persona" encuentra su énfasis a medida que éstos son principalmente el campo profesional de los científicos sociales. Los ingenieros deben, sin embargo estar muy conscientes de estos conceptos pero además del hecho de que los antropólogos de desarrollo estén entrenados para estar en capacidad de integrar las implicaciones del

impacto tecnológico en la naturaleza holística de la cultura o entender la naturaleza de la interpretación específica de la cultura de otras realidades de la gente. Es en este contexto donde el antropólogo de desarrollo brinda la interface entre las comunidades en desarrollo y la comunidad de ingeniería. Esta interface exige un conocimiento intrincado de la filosofía de desarrollo, habilidades adquiridas en planeación de desarrollo dirigido a las personas y entrenamiento en el desarrollo de técnicas específicas de solución de problemas (mero conocimiento de la etnografía o los aspectos sociales de la cultura no son aplicables a la planeación y ejecución de desarrollo multidisciplinario). La exigencia por lo tanto es la inclusión de cierto cuerpo de conocimientos desde el desarrollo de antropología en el currículum de la educación de ingeniería y además una continua participación multidisciplinaria de las dos disciplinas en la investigación y en la identificación de las verdaderas necesidades a través de los procesos metodológicos de Evaluación de Necesidades, Rápida Evaluación Rural, Investigación de Futuro Etnográfico y el Análisis del Impacto Social. Esto entonces nos lleva a un compromiso de ambas disciplinas en el diseño de tecnologías innovadoras prácticas y costo efectivas para poder tratar estas necesidades.

Conclusiones

La educación de los ingenieros en las universidades de Sudáfrica necesita hacerse más sensible a las necesidades de la gente concibiendo, desarrollando e implementando soluciones de problemas técnicos de preocupación para la sociedad.

La comunidad de ingeniería en este país tiene que ser educada y debe estar consciente del hecho de

que las soluciones deben ser buscadas a través del diseño innovador de tecnologías apropiadas de bajo costo y efectivas que sean identificadas por la gente, específicas en la cultura y amigables con el medio ambiente, pero que todavía sigan siendo competitivas y aceptables económica e internacionalmente.

Exige además un verdadero compromiso en tratar los principios del Programa de Reconstrucción y Desarrollo. El RDP se abre a masivas oportunidades para el desarrollo de tecnologías alternas que no solamente son relevantes en Sudáfrica sino que encontrarán mercados en todo el Tercer Mundo. Tal iniciativa colaborará en satisfacer las necesidades tecnológicas de la mayoría de la población del país pero también brindará oportunidades de trabajo y de ganancia de capital extranjero por medio de exportación de la tecnología.

El sistema de educación en ingeniería tiene que cumplir su responsabilidad en brindar la necesaria mano de obra calificada para satisfacer las necesidades inmediatas del RDP al igual que las necesidades a largo plazo del país. Las estrategias innovadoras tienen que aplicarse para expandir la comunidad de ingeniería activa ampliando la base de la cual salen los estudiantes.

La interacción continua entre los ingenieros y los científicos sociales (tales como antropólogos de desarrollo) se exige al igual que el diseño o tecnologías innovadoras apropiadas y el compromiso en el desarrollo de proyectos enfocados a las comunidades en desarrollo. La interacción en la enseñanza e investigación multidisciplinaria mejorará la comprensión de los ingenieros de un énfasis diferente en la innovación tecnológica debido a la naturaleza de necesidades culturales específicas con las cuales nos enfrentamos.

Notas

1. No excluyendo las denominadas comunidades desarrolladas quienes tienen acceso y utilizan soluciones de alta tecnología en su vida cotidiana.
2. En la fase de educación los estudiantes rara vez son conscientes de los factores como que puedan aportarse económicamente o cualquier otra consideración de tipo socioeconómico.

Referencias

1. Cohen, S. & Grace, D. 1994. "Engineers and Social Responsibility: An obligation to do good. *Technology and Society (IEEE)* 13(3). pp12-19.
2. Joint Submission to the National Commission on Higher Education by the Engineering Council of South Africa and the Engineering Association with the co-operation of Faculties of Engineering at Technikons and Universities. 30 June 1995. p16.
3. Ibid. p34
4. Grayson, Lawrence P. 1994. "Educating Tomorrow's Engineers". *IEEE Education Society Newsletter*. Fall 1994. p4.
5. Ibid. p4.
6. Beder, S. 1994. "The Role of Technology in Sustainable Development". *IEEE Technology and Society Magazine*. 13(4). pp14-19.
7. McRobie, G. 1977. An approach for appropriate technologists. *Introduction to Appropriate Technology: Toward a simpler lifestyle*. Cogdon, R.J.(Ed). Emmaus, PA: Rodale Press. p4.
8. Vaa, M. 1993. *Towards more Appropriate Technologies?* Uppsala: Nordiska Afrikainstitutet. p29.
9. Beder, S. 1994. "The Role of Technology in Sustainable Development". *IEEE Technology and Society Magazine*. 13(4). pp14-19.
10. Government of South Africa. 1994. *White Paper on Reconstruction and Development: Government's strategy for fundamental transformation*. September 1994. Pretoria: Government Printer. p4.
11. Ibid. p5.
12. Cohen, S et al. pro. cit.
13. Government of South Africa. 1994. *White Paper on Reconstruction and Development: Government's strategy for fundamental transformation*. September 1994. Pretoria: Government Printer. p4.
14. Ibid. p5.
15. Cohen, S et al. pro. cit.
16. Government of South Africa. 1994. *White Paper on Reconstruction and Development: Government's strategy for fundamental transformation*. September 1994. Pretoria: Government Printer. p33.
17. Schumacher, E.F. 1974. *Small is beautiful: A study of economics as if people mattered*. London: Abacus.
18. Fry, G.W. & Martin, G.R. 1991. *The International Development Dictionary*. Santa Barbara: ABC-CLIO. pp286-287.
19. McRobie, G. 1977. An approach for appropriate technologists. *Introduction to Appropriate Technology: Toward a simpler lifestyle*. Cogdon, R.J. (ED). emmaus, PA: Rodale Press. pp5-6.
20. Clarke, R. 1974, "Technical Dilemmas and Social Responses". *Man-Made Futures: Readings in Society, Technology and Design*. Eds: Nigel Cross et al. London: Hutchinson Educational.
21. Darrow, Ken and Saxenian, Mike. 1993. *The Appropriate Technology Sourcebook*. California: Volunteers in Asia.
22. Rogers, E. M. 1983. *Diffusion of Innovations*. New York: The Free Press, A Division Of Macmillan Publishing Co. p5.
23. Ibid. p6.
24. *Engineering News*. 1995. Vol 15, No 31, 11 August 1995.
25. Vaa, M. op. cit. pp29-30.
26. Green, E.C. (Ed). 1986. *Practising Development Anthropology*. Boulder: Westview Press.
27. Fry, G.W. & Martin, G.R. 1991. *The International Development Dictionary*. Santa Barbara: ABC-CLIO. p271.
28. Ibid. p170.
29. Ibid. p170
30. Ibid. p297.

EDUCACION EN INGENIERIA EN ALEMANIA: ENFOQUE EN LOS FACHHOCHSCHULEN

Suzanne Kennedy
Conferencista de Inglés Técnico
Coordinadora, Programa de Ingeniería Eléctrica Internacional

Reinhard Hoepfl
Profesor de Ingeniería Eléctrica

Fachhochschule Regensburg
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Regensburg, Alemania

Resumen

Las dos vías principales disponibles en Alemania para estudiar cursos de educación superior en ingeniería se diferencian según la relación respectiva entre la teoría y la práctica. El objetivo de este documento es primero una presentación general del sistema alemán de educación superior en ingeniería, enfocando las diferencias entre la naturaleza esencialmente teórica de los estudios en las universidades (universitäten) y los cursos de estudio más orientados a la práctica en los Fachhochschulen (cuatro años en instituciones de enseñanza postsecundaria). La segunda meta es un comentario sobre la naturaleza de Fachhochschule [FH] en educación en ingeniería. Ejemplos ilustrativos los hemos tomado de las actividades del Departamento de Ingeniería Eléctrica FH Regensburg en las áreas de educación internacional y transferencia de tecnología.

Formas Institucionales en Comparación

Características Distintivas

Una característica distintiva de la educación superior en ingeniería en Alemania es la separación de los cursos de estudio orientados a la investigación y aplicaciones relacionadas. Lo anterior ocurre en las universidades que están constituidas de institutos bien equipados, donde la investigación básica se lleva a cabo. La misión educativa de las universidades técnicas radica en transmitir fundamentos teóricos y metodológicos de ingeniería, los cuales permitirán al ingeniero comprometido en la investigación desarrollar nuevos métodos y tecnologías. Los cursos de estudio en ingeniería generalmente duran de diez a doce semestres.

Los cursos de orientación práctica en el estudio de la ingeniería son ofrecidos en los *Fachhochschulen* los cuales son instituciones a nivel de pregrado de educación superior. Su objetivo educativo principal es la transmisión de conocimientos teóricos y prácticos de las diferentes materias, lo cual permite una aplicación directa de métodos y tecnologías demostrados en la práctica profesional. Por lo tanto, los graduados en ingeniería FH están en posición de aplicar métodos científicos a problemas prácticos en la industria y los negocios. Aunque los *Fachhochschulen* son principalmente instituciones educativas, también buscan una estrecha colaboración con la práctica del mundo profesional y llevan a cabo investigación orientada a las aplicaciones y proyectos de investigación y desarrollo.

Grados Obtenidos

Las universidades y *Fachhochschulen* confieren el grado académico de 'Ingeniero Diplomado' ('Ingeniero Diplomado' y el 'Ingeniero Diplomado (FH)' respectivamente) a aquellos que han terminado con éxito los requisitos académicos para obtener un grado en ingeniería.

El derecho de conferir el título de doctorado ("Promotionsrecht") está reservado para universidades y universidades técnicas. La mayoría del consenso entre los académicos alemanes es que el derecho a conferir doctorados, lo cual está íntimamente relacionado con la misión de investigación básica, debe permanecer exclusivamente como derecho de las universidades. Esto a su vez exige un sistema educativo postsecundario que facilite la oportunidad de que excelentes graduados FH puedan lograr su grado de doctorado. Actualmente, sin embargo, los graduados más interesados salen al exterior para realizar estudios avanzados, principalmente a Inglaterra.

Gesamthochschulen

Además de estas dos formas institucionales, existe el *Gesamthochschulen* (universidades completas) en

algunos estados alemanes, los cuales además ofrecen grados en ingeniería. Estas instituciones postsecundarias ofrecen cursos de estudio teóricos y prácticos.

Fachhochschulen

Status

Los *Fachhochschulen* son instituciones de educación superior, que ofrecen cursos orientados a la práctica en el estudio de la ingeniería, ciencias técnicas, ciencias de la agricultura, administración de empresas, diseño y trabajo social. Los cursos de estudio son de una duración de siete a ocho semestres, dependiendo de las normas del estado respectivo.

Según la Ley de Marco de Trabajo de Educación Superior de Alemania Federal ('Hochschulrahmengesetz') de 1976, los *Fachhochschulen* tienen un status equivalente a aquél de las universidades alemanas. Los *Fachhochschulen* tienen el mismo grado de autonomía que las universidades e igualmente responsables de sus propios currículos.

En relación al sistema de educación superior de Gran Bretaña, los *Fachhochschulen* son comparables a la forma de los politécnicos. En comparación con los Estados Unidos, los *Fachhochschulen* son similares a una universidad profesional de cuatro años o a un programa de pregrado en una universidad, al término exitoso de estos estudios se puede obtener el grado de Licenciatura.

Perfil Estadístico

Existen aproximadamente 130 *Fachhochschulen* en Alemania. En ciertas áreas tales como ingeniería, más del 70% de los profesionales se han graduado de dicho tipo de institución [1]. Se ha hecho estimados de que aproximadamente en el año 2000 el 40% de todos los grados superiores en Alemania vendrán de los *Fachhochschulen*.

Características de la Educación en Ingeniería FH

Ciertas características son típicas de los *Fachhochschulen* y sirven como base para su éxito como alternativa a las universidades. La "Comisión *Fachhochschule 2000*" (compuesta de académicos

e industriales de Baden-Wuerttemberg, quienes revisaron en 1990 la situación de los Fachhochschulen en ese Estado) presenta características que tipifican la orientación práctica de FH en la educación en ingeniería [2]. Estas incluyen:

1. Estudios de las materias orientadas a la aplicación, los cuales son realizados por medio de trabajos de laboratorio y desarrollados en relación al mundo profesional;
2. Experiencia extensiva de los profesores como instructores de tiempo parcial en la práctica profesional;
3. Semestres prácticos en la industria;
4. Cooperación entre Fachhochschulen y empresas privadas;
5. Interacción entre la práctica de ciencias y profesional en las áreas de educación continua, investigación aplicada, desarrollo y transferencia de tecnología.

Estudios

Organización

El período estándar de estudio debe ser de tres y medio a cuatro años, dependiendo de las leyes de educación superior en el estado respectivo. El curso típico de estudios se divide en los estudios de nivel inferior ('Grundstudium') y estudios de nivel superior ('Hauptstudium'). Durante los estudios de nivel inferior, los estudiantes aprenden ciencias fundamentales relevantes a una profesión en particular y toman una o dos selectivas técnicas; esto concluye con el examen intermedio ('Vordiplompruefung'). En los estudios a nivel superior, los cursos son más especializados; cada estudiante selecciona electivas técnicas, electivas no técnicas, una área de concentración y un tópico para la tesis con el fin de obtener su diploma.

Entrenamiento Industrial

En la mayoría de los estados, un componente importante de los estudios es uno o dos internados de 20 semanas o semestres de entrenamiento práctico ('Praxissemester') llevados a cabo en una

institución diferente a los Fachhochschule. En virtud del trabajo, en el sector público o privado, los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar sus conocimientos teóricos recientemente adquiridos a problemas prácticos en una profesión en particular.

Tesis para el Diploma

Durante el semestre final, los estudiantes investigan y escriben una tesis para obtener el diploma ('Diplomarbeit'). El tema es normalmente del mundo de práctica profesional, brindando así a los estudiantes otra fuente de primera mano para experiencia profesional. Las tesis en las disciplinas técnicas normalmente se relacionan con un problema de investigación de una práctica novedosamente implementada. Los proyectos de tesis son frecuentemente patrocinados por firmas de ingeniería y tienen la colaboración en la investigación, aunque muchos pueden ser llevados a cabo en el Fachhochschule con patrocinio industrial o supervisión o sin él.

Oportunidades de Empleo

Los graduados de los Fachhochschule - especialmente debido a la naturaleza relacionada con la práctica de sus estudios - frecuentemente son favorecidos en cuanto empleo se refiere, y son considerados como mejores prospectos para este empleo que los graduados universitarios. Los graduados de ingeniería FH, por ejemplo, tienen las mismas oportunidades para adelanto en la industria al igual que los graduados universitarios. Los graduados Fachhochschule pueden seguir vías a posiciones de liderazgo en industrias y empresas, para los cuales ellos mismos califican de acuerdo a su desempeño.

Las áreas de trabajo tienden a diferir sin embargo. Durante décadas, la relación de ingenieros graduados universitarios de aquellos graduados FH era estable en una relación de 1 a 2. Lo más relevante, sin embargo, son las áreas en las cuales los ingenieros de Fachhochschulen o la universidad son la mayoría decisiva.[3]. (Ver tabla 1.)

Tabla No. 1
Relación de Graduados de Universidad con FH Empleados en Areas de Ingeniería

Areas de empleo	Universidad	Fachhochschule
Desarrollo		
en laboratorios de desarrollo aplicado	8.0	1.0
en laboratorios de desarrollo de producto	1.1	1.0
en diseño	1.0	3.5
en desarrollo de procesos de manufactura	1.0	1.2
Ventas		
en adquisición y servicio al cliente	1.0	2.7
en ofertas de procesamiento técnico y aislamiento	1.0	2.3
en producto y consulta de sistema	1.0	1.2
Manufactura	1.0	3.5

Nota: Esta tabla es tomada de Steinbach, 1991.

Los salarios iniciales de los graduados FH aproximadamente son el 10% menos de aquellos graduados en la universidad. Esto es justificable, sin embargo, debido a que el curso de estudios FH requiere menos tiempo para culminarlo. La estructura de ingresos es tal, que dada la edad en la cual cualquier graduado universitario entra al mundo profesional, el graduado FH de la misma edad aproximada está ganando el mismo salario. En relación a salarios y promoción, existe una diferencia entre graduados de FH y de la universidad quienes son empleados por el estado o autoridades locales. En el sector público, los graduados universitarios tienen mejores salarios y posiciones.

Investigación en Fachhochschulen

Los Fachhochschulen también tienen obligaciones en el campo de investigación y desarrollo relacionado con aplicaciones. Por lo tanto la mayoría de los departamentos de ingeniería en Fachhochschulen cooperan con la industria, especialmente con empresas de tamaño pequeño y mediano. La investigación aplicada se lleva a cabo en los laboratorios Fachhochschulen o en la industria.

La transferencia de tecnología de instituciones de educación superior a la industria tiene una gran prioridad en Alemania. La cooperación entre los dos

sectores es entonces un aspecto importante de la política económica y regional. Con el fin de promover esta cooperación, Fachhochschulen frecuentemente brinda consultas relacionadas con la industria y empresas donde los profesores llevan a cabo proyectos de investigación aplicada con la colaboración de estudiantes empleados. Esto a su vez promueve la educación de los estudiantes orientada a la práctica brindándoles la oportunidad de participar en investigación científica autodirigida.

Fachhochschulen en el Contexto Internacional

Cada Fachhochschule está orientado hacia las necesidades de la industria regional. Sin embargo, las tendencias en la ingeniería y en las profesiones de los negocios (en Alemania y en el exterior) indican las influencias de un mercado global en expansión. Por lo tanto, los Fachhochschulen tienen, individualmente y en consorcio, suscripción de contratos de colaboración con instituciones de educación superior extranjeras. Normalmente, el propósito de estos acuerdos es permitir que los estudiantes FH lleven a cabo internados industriales en el exterior y permitir que los estudiantes del exterior hagan lo mismo en Alemania. Muchos

Fachhochschulen ofrecen ahora la oportunidad para doble grado (ejemplo, grados de la institución del hogar y una universidad socia) y/o se conceden certificados a los estudiantes que hacen períodos integrados de estudio o entrenamiento en el exterior. Los estudiantes frecuentemente reciben patrocinio del Servicio de Intercambio Académico Alemán (DAAD), la Sociedad Carl Duisberg (CDG) o la Unión Europea.

Ejemplo: Departamento FH Regensburg de Ingeniería Eléctrica

General

El FH Regensburg está ubicado en Regensburg, ciudad de Bavaria de 130.000 habitantes, situada entre Munich al sur y Nuremberg al norte. Regensburg es la ubicación de varias importantes empresas tales como Siemens, BMW, AET (Sachsenwerk), Toshiba y Drones. Las numerosas instituciones educativas incluyen una universidad bastante completa.

Estudios de Ingeniería Eléctrica

El Departamento de Ingeniería Eléctrica ofrece un curso de estudios de ocho semestres orientado a las aplicaciones. Los estudiantes necesitan hacer internados en la industria o en institutos de investigación durante el tercero y sexto semestre; el primer internado se renuncia para aquellos que han terminado antes de iniciar sus estudios FH un estudio de aprendizaje. Los estudiantes deben tomar tres cursos electivos no técnicos (ejemplo, idiomas extranjeros, historia, psicología, etc.). Adicionalmente, a partir del quinto semestre, los estudiantes participan en una de tres concentraciones: ingeniería de comunicaciones, ingeniería eléctrica o microelectrónica.

Educación Internacional para Estudiantes de Ingeniería Eléctrica

El Departamento mantiene que es esencial para los estudiantes aprender sobre los desarrollos tecnológicos que se están llevando a cabo no solamente en Alemania sino también en el exterior. Deben hablar fluidamente el inglés y desarrollar las

competencias interactivas e interculturales requeridas para trabajar en el exterior como ingenieros profesionales.

Entrenamiento Industrial en el Exterior

Para facilitar este objetivo, el Departamento estableció el "Programa de Entrenamiento Práctico Internacional" (IPTP) en 1989. En este contexto, empezó a servir a varios contratos cooperativos con instituciones de educación superior del exterior para colocar estudiantes en la industria local y en los laboratorios de la universidad. Los destinos incluyen, los Estados Unidos, Norte y Suramérica, Asia, Australia y Nueva Zelanda. Actualmente una cuarta parte de los estudiantes termina un internado en un país del exterior [4].

Estudios en el Exterior

Aunque los estudios de ingeniería en el FH Regensburg están altamente estructurados, también es posible que un estudiante pase un semestre académico en una institución extranjera. Con el fin de facilitar la transferencia de crédito académico, el Departamento de Ingeniería Eléctrica ha establecido sociedades con instituciones del exterior postsecundarias, frecuentemente en el contexto de programa de los Estados Unidos y de otros esquemas de intercambio.

El Programa Internacional de Ingeniería Eléctrica

El interés y motivación demostrado por los estudiantes en el marco de referencia del "Programa Internacional de Entrenamiento Práctico" ha servido como el ímpetu para desarrollar el "Programa Internacional de Ingeniería Eléctrica" (IIEP) [5]. Desde octubre de 1993, los estudiantes reciben un certificado por terminar (1) el Seminario de Prepartida y el segundo semestre práctico en el exterior al igual que (2) a) un semestre académico en una institución socia o b) la investigación para la tesis de diploma en una empresa extranjera.

Transferencia de Tecnología

Las normas legales alemanas que rigen la misión de Fachhochschulen evitan que estas instituciones puedan contratar directamente la realización de

transferencia de tecnología. Sin embargo, es permitido establecer centros de transferencia de tecnología en lugares cerca de Fachhochschulen.

Un ejemplo exitoso al respecto es el 'Zentrum fuer angewandten Wissenstransfer und Innovation (AM)' (Centro para Transferencia de Tecnología Aplicada e Innovación) establecido hace diez años por el Fachhochschulen de Bavaria (1). Las seis ramas en Bavaria ofrecen a los profesores FH un entorno en el cual ellos pueden participar en proyectos de investigación relacionados.

En el FH de Regensburg, 20 profesores de ingeniería han establecido un centro de transferencia de tecnología que consiste de seis laboratorios, el cual fue oficialmente inaugurado en marzo de 1995. La ciudad de Regensburg donó el espacio del edificio sin costo alguno.

Conclusión

Para lo que podamos prever en el futuro, el German Fachhochschulen continuará, y en general, las instituciones para educación de pregrado, con el objetivo de preparar a los graduados que puedan

directamente entrar a carreras en la industria y en los negocios. Las normas académicas de la mayoría de las universidades ahora permiten que los graduados FH excepcionales puedan continuar sus estudios de ingeniería; sin embargo, pocos graduados FH están interesados en esta opción.

A la luz de un mayor mercado global y de la integración Europea, los Fachhochschulen deben preparar a sus estudiantes de ingeniería para las demandas profesionales a las cuales se enfrentarán en un lugar de trabajo cada vez más competitivo en el campo tecnológico e internacional. Nuevos programas educativos de la Unión Europea (ejemplo, LEONARDO DA VINCI y SOCRATES) en los cuales mayor cantidad de estudiantes FH tendrán oportunidades de estudio o de hacer prácticas de internados en el exterior.

La participación en los proyectos de transferencia de tecnología ofrecen un potencial complemento al currículum de ingeniería, principalmente en el contexto de la investigación para la tesis del diploma. La extensión en la cual los estudiantes podrán beneficiarse de esta opción en parte se basa en la dinámica permanente de los esfuerzos cooperativos industriales de Fachhochschulen.

Referencias

1. KOHNHAUSER, E. (1995) "Technologic - und Wissenstransfer", Spektrum, 2, Regensburg: Mittelbayerische Zeitung, pp. 15-17. (Technology Transfer).
2. MINISTERIUM FUER WISSENSCHAFT UND KUNST, BADEN WUERTTEMBERG. (1990) Kommission Fachhochschule 2000 abschlussbericht, Stuttgart: Author. (Final Report of the Commission Fachhochschulen 2000).
3. STEINBACH, G. (1991) "Wirtschaft und Fachhochschulen Perspektiven fuer das Jahr 2000", Die neue Hochschule, 6, Graefelfing: Resch, pp. 7-9. (Economic and Fachhochschulen Perspectives for the Year 2000).
4. HOEPFL, R. & S. KENNEDY. (1992) "Praxissemester im Ausland fuer jeden Vierten realisiert am Fachbereich Elektrotechnik der Fachhochschule Regensburg", Die neue Hochschule, 2, Graefelfing: Resch, pp. 16-19. (Internships Abroad made Possible for every Fourth Student of the Dept. of Electrical Engineering, FH Regensburg).
5. KENNEDY, S. Competencies Acquired through Industrial Training Abroad, A Pedagogical Analysis of German Fachhochschule Internships in the United States. Dissertation in progress, Universitaet Regensburg.

EDUCACION, INGENIERIA: REESTRUCTURACION Y AVANCE EN CALIDAD

Boris S. Mitin, Profesor

Presidente de la Asociación Rusa para Educación en Ingeniería
Rector of the Moscow State University of Aviation Technology

Metas

- *Organizar el sistema regulado de multiniveles de educación en ingeniería y optimizar su estructura;*
- *Formar los requisitos de norma mínimos unidos para las partes básicas de programas de educación en ingeniería en un proceso de entrenamiento individualizado;*
- *Crear condiciones para la formulación de los requisitos de norma mínimos unidos para ingeniería según las direcciones de educación y los aspectos de la actividad profesional;*
- *Establecer el sistema de información global.*

Contenido

La educación en ingeniería es uno de los principales grandes componentes de cualquier sistema de educación superior. El desarrollo de la educación en ingeniería y su contenido es principalmente definido por su íntima relación con el progreso científico y técnico en un país dado y a nivel global.

La educación teórica de ingeniería tiene que ir adelante del más moderno desarrollo de la esfera técnica puesto en práctica a través de entrenamiento de especialistas en ingeniería que sigue los logros más grandes científicos y técnicos.

La maquinaria y tecnología moderna ha logrado un alto nivel de complejidad. El uso de equipo tecnológico costoso y los dispositivos e instalaciones de investigación influyen directamente el costo de la educación en ingeniería. Por lo tanto una combinación del desarrollo de las bases de los laboratorios universitarios con el uso de bases técnicas de empresas industriales y con el uso de modernos sistemas de tecnología e informática pueden brindar una considerable reducción del costo de educación en ingeniería.

Ciertamente, además de los aspectos económicos de la educación en ingeniería, la estructura y el contenido de los programas de entrenamiento, información y metodología desempeñan una función vital para el perfeccionamiento de la educación en ingeniería.

Aspectos Generales del Desarrollo de Educación en Ingeniería

- Avance en productividad de fuentes directas de nuevos conocimientos (desarrollo de investigación científica, incluyendo programas científicos internacionales);
- Establecimiento de sistemas de telecomunicaciones altamente efectivos, centros y redes para aprendizaje a distancia, trabajo con sistemas de entrenamiento ayudados por computador; todo lo anterior debe brindar accesibilidad a las últimas informaciones educativas, científicas técnicas al menor costo de educación en ingeniería;
- Desarrollo de tecnologías intensamente educativas;
- Organización de un sistema de múltiples niveles de educación en ingeniería regulado (en perfil y niveles) capaz de lograr operativamente los cambios en el mercado de labor intelectual (debe introducirse una educación más extensa de dirección en ingeniería, redes de información a nivel regional, nacional, continental e intercontinental, centro de trabajo y análisis);
- Creación de nuevas directrices para educación en ingeniería;
- Dirección de perfiles (tecnologías de información, renovación en manufactura, mecatrónica, administración industrial, temas industriales y otros);
- Direcciones integradas (física técnica, medicina técnica, bioingeniería, diseño de arte y otros);
- Perfección de partes de módulos de programas de educación en ingeniería (las medidas anunciadas a continuación deben garantizar alta efectividad y menor costo de la educación en ingeniería):

- Desarrollo cuantitativo/cualitativo de disciplinas matemáticas y de computadores y ciencias naturales (primero que todo, modelación de métodos para ciencia de material, tecnologías y objetivos técnicos);
- Desarrollo de educación humanitaria (primero que todo, idiomas extranjeros, ética de la comunicación, métodos de administración y control de personal profesional);
- Desarrollo de entrenamiento teórico y práctico profesional (estudio profundo de la parte fundamental y disciplinas de ingeniería especiales, el estudio de algunas disciplinas especiales y entrenamiento práctico profesional que se realiza en diferentes empresas e industrias, instituciones de investigación, etc., con el uso de su base técnica y tecnológica);
- Desarrollo de un sistema internacional de estandarización y acreditación en educación en ingeniería.

Los ingenieros son una de las partes más grandes constituyentes del mundo intelectual del mercado laboral. Por lo tanto actualmente es muy importante trabajar con métodos coordinados y criterios para evaluación de la calidad del nivel de entrenamiento de los graduados en ingeniería. Los principales elementos de este problema son programas educativos y normas.

El Sistema Ruso de Normas de Educación Superior consiste de los siguientes documentos:

1. La norma Estatal para Educación Profesional Superior, aprobada por el gobierno de la Federación Rusa.
2. El Clasificador Estatal de direcciones y especialidades de educación superior, aprobado por el Comité Estatal de Educación Superior de la Federación Rusa.
3. Los Requerimientos Estatales para el contenido mínimo obligatorio de programas de educación y nivel de calidad de entrenamiento de los bachilleres e ingenieros (en cada dirección y en cada especialidad de educación superior) aprobado por el Comité Estatal de Educación Superior de la Federación Rusa.

La Norma Estatal de Educación Profesional Superior establece los siguientes aspectos:

1. Requisito general para educación profesional superior realizada en instituciones licenciadas y certificadas de tipo superior en base de educación secundaria general completa y educación profesional.

La educación profesional superior se termina ya sea con un proyecto para obtención de diploma presentado ante una Comisión de Calificación Estatal o por medio de exámenes de calificación concluyentes (una Comisión de Calificación Estatal conformada por educadores de la universidad y líderes de la industria); al graduado se le da un Certificado (Diploma) de educación profesional superior.

2. Estructura multiniveles de educación profesional superior.

- El primer nivel es una educación superior incompleta, certificada después que el estudiante ha recibido una maestría en parte de uno de los principales programas profesionales en el período de estudios no menor de dos años;
- El segundo nivel es certificado después de que un estudiante se ha especializado en uno de los principales programas profesionales en el período de estudios no menor de cuatro años;
- El tercer nivel es certificado ya sea después de que el estudiante ha hecho una maestría en uno de los principales programas profesionales, por ejemplo un programa educativo en ingeniería, en el período de estudios no menor de cinco años o después de que el estudiante ha recibido un programa de Master en el período de estudios no menor de seis años.

3. Requisitos generales para el programa principal de educación superior profesional, estos programas incluyen:

- Los ciclos de humanidades generales y disciplinas socioeconómicas;

- Matemática fundamental y disciplinas de ciencia natural;
- Profesional general y disciplinas de profesional especial;

El contenido mínimo obligatorio de un programa educativo principal se establece por medio de requisitos Estatales - éste tiene un componente Federal, además de lo cual los programas educativos contienen componentes de universidad (nacional o regional).

Cualquiera de los principales programas de educación profesional superior incluye no solamente disciplinas obligatorias mencionadas anteriormente sino, además, disciplinas electivas por medio de la elección de un estudiante y materias opcionales.

A las personas que reciben certificados de educación profesional superior de segundo nivel se les permite continuar su educación libre de pago de matrícula en el tercer nivel.

4. Normativas generales de carga de estudio de un estudiante y su volumen, estas normas son las siguientes:

- El máximo de carga de estudio de un estudiante incluyendo trabajo independiente no debe exceder de 54 horas a la semana;
- El volumen de estudios de currículum es igual a 24-30 horas por semana para estudiantes de tiempo completo. Diez o más horas por semana para los estudiantes de tiempo parcial. Ciento sesenta o más horas por año para los estudiantes por correspondencia;
- La norma general del volumen de estudio de un estudiante es igual a 7.344 o más horas para los Licenciados, 8.262 o más horas para los especialistas, por ejemplo, ingenieros;
- El período de entrenamiento práctico en la industria no debe ser menor de 4 semanas para los Licenciados y 12 semanas para los ingenieros;
- El tiempo de trabajo de investigación para el Master no debe ser menor de 45% del tiempo total del período que se espera de este tipo de entrenamiento.

5. Libertades académicas de una institución educativa superior para determinar este constituyente de institución en relación al contenido de educación profesional superior, cuyas libertades significan desarrollo independiente de una universidad con el componente de programas de educación superior y programas de disciplina, metodología de la enseñanza, requisitos de aceptación y currículum incluyendo transferencia de un programa educativo a otro.
6. Requisitos generales para el Clasificador de direcciones y especialidades de educación superior profesional (este clasificador debe incluir el campo de ciencia existente y perspectiva, ingeniería y cultura: cada dirección y especialidad incluida debe contar con importancia social y personal).
7. El orden de desarrollo y adopción de los Requisitos Estatales para el contenido mínimo obligatorio de programas educativos y el nivel de calidad de entrenamiento de los graduados en direcciones concretas y especialidades de educación profesional superior.
8. Las normas del control estatal deben cumplir con los requisitos de las Normas Estatales.

Los Requisitos Estatales en relación al contenido mínimo obligatorio de los programas de educación y el nivel de calidad de entrenamiento de los graduados en licenciatura y los ingenieros incluyen:

1. Características generales de:
 - Direcciones y especialidades de educación superior;
 - Calificaciones (grados académicos) de los graduandos;
 - Normas de estudio, períodos y tiempos para programas de educación de tiempo completo.
 - El lugar de una dirección (especialidad) de educación superior en los campos de ingeniería;
 - Objetos y tipos de actividades profesionales.
2. Requisitos en cuanto al nivel de calidad de

entrenamiento de graduados en humanidades generales, disciplinas sociales y económicas, matemática fundamental y ciencias naturales y sus disciplinas, disciplinas generales profesionales y profesionales especiales.

3. Contenido mínimo obligatorio de los programas educativos que indica:
 - Ciclos de disciplinas y períodos de tiempo total para lograr Maestría en ellas; por ejemplo, en los programas de Licenciatura estos períodos de tiempo son los siguientes:
 - Ciclo de humanidades generales, disciplinas social y económica - 24,5%,
 - Ciclo de matemática fundamental y disciplinas en ciencias naturales - 30-34,5%,
 - Ciclo de disciplinas profesionales generales - 25-30%,
 - Ciclo de disciplinas profesionales especiales - 10,15%.
 - Disciplinas obligatorias en cada ciclo y principal sección de disciplinas;
 - Períodos de tiempo para Maestría en cada disciplina (el período de tiempo total requerido para lograr la Maestría en humanidades generales, disciplinas sociales y económicas en todos los programas educativos de direcciones técnicas y especialidades es igual a 1.802 horas);
 - Períodos de tiempo para Maestría en disciplinas electivas por parte de un estudiante según su elección y materias opcionales en cada ciclo de disciplinas (un período de tiempo para cada disciplina puede variar dentro del 10% de lo normativo; un período de tiempo para cada ciclo de disciplinas puede variar dentro del 5% de lo normativo; períodos de tiempo para disciplinas electivas en los primeros tres ciclos de un programa de Licenciatura son iguales al 20%, en el cuarto -100% (un estudiante puede elegir uno de 3-5 variantes de este ciclo));
 - Períodos de tiempo para entrenamiento en industria práctica, vacaciones, trabajos de calificación;
 - Formatos del Estado que Concluyen las Calificaciones (proyectos de diploma o exámenes).

La Asociación Rusa para Educación en Ingeniería ha preparado el Programa de Desarrollo de Educación en Ingeniería en Rusia. Las principales directrices de este Programa fueron aprobadas por la Junta del Comité Estatal de Educación Superior de la Federación Rusa.

El Programa de Desarrollo de la Educación en Ingeniería en Rusia incluye los siguientes aspectos:

- Perfección del Clasificador de programas de educación en ingeniería;
- Desarrollo de un espacio de información (redes de telecomunicación, publicación de literatura científica y educativa, etc.);
- Actividades conjuntas del sistema ruso de educación superior y el servicio ruso de empleo en el pronóstico de demandas del mercado laboral;
- Trabajo en programas de educación flexible para entrenamiento y reentrenamiento de ingenieros y de personal científico y de investigación;
- Desarrollo de programas científicos y técnicos estatales regionales y de sucursales;
- Desarrollo de un sistema de concesiones científicas y pedagógicas establecido por grandes empresas, bancos, corporaciones, asociaciones profesionales y públicas al igual que universidades;
- Organización de fondos para apoyar la educación superior;
- Desarrollo de cooperación internacional, como:
- Trabajo para lograr programas científicos y metodológicos internacionales,
- Conclusión de contratos interestatales, contratos entre Asociaciones Nacionales para Educación en Ingeniería, contratos directos entre Facultades de Ingeniería o Universidades,
- Intercambio de estudiantes, postgraduados y profesores,
- Organización de universidades internacionales y centros de educación en ingeniería tales como la Universidad Tecnológica Internacional de Rusia-UNESCO-UNCIDO, la Universidad Internacional de Tecnología y Administración "Rutenia", Centro "Apple-Technologies" y otros.

Conclusión

El programa multifuncional propuesto de desarrollo de educación en ingeniería tiene como objetivo la optimización y la interconexión entre la esfera educativa y el mercado laboral intelectual.

realizado por personal miembro de



ACOFI
Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería

FUNCION DE LA CIENCIA SOCIAL Y ADMINISTRACION EN UN PROGRAMA ALTAMENTE BASADO EN TECNOLOGIA Y ADMINISTRACION

Dr. Tony Pickles

Director de Estudios de Pregrado
Departamento de Tecnología Industrial
Universidad de Bradford
West Yorkshire
Reino Unido

Resumen

Este documento considera la función de la ciencia social la cual es responsable de un 40% del contenido de los cursos dentro de los programas ampliamente basados en ingeniería y negocios de los cursos de pregrado. Examina la naturaleza de los módulos de ciencia social y alega que éstos brindan ventajas diferentes, que enriquecen el programa de grado y mejoran los prospectos de trabajo de los graduados.

Introducción

La meta principal del documento es describir un programa de grado para estudiantes de pregrado ampliamente basado en ingeniería/tecnología y administración el cual ha operado en el Departamento de Tecnología Industrial en la Universidad de Bradford durante los últimos 27 años. En particular analizará en detalle la naturaleza, función y propósito del gran elemento de la ciencia social y administrativas/negocios que se incluye como parte integral del grado: examinará las ventajas diferentes ofrecidas por las materias de ciencias sociales.

El Programa de Pregrado - Filosofía

El Departamento de Tecnología Industrial fue constituido en la Universidad de Bradford a finales de la década de 1960 y su meta principal es el desarrollo de un programa de grado en ingeniería multidisciplinario y de ciencias sociales/negocios. El primer grupo de diez estudiantes en 1968 se graduó en 1972 y el curso desde entonces ha crecido hasta un punto donde el objetivo anual de ingreso es de más de noventa; de éstos

casi la tercera parte son mujeres y aproximadamente una quinta parte son estudiantes maduros.

El programa de pregrado, Tecnología y Administración, enfocado desde los primeros días para alejarse de los cursos tradicionales de ingeniería o ciencias sociales de única disciplinaridad hacia un abordaje más amplio, discutiblemente más equilibrado que incluyera la ingeniería, ciencia, tecnología y ciencias sociales, negocios, administración. Directamente en la mente de los diseñadores del programa estaba el hecho de que la mayoría de los problemas, ya sea en la industria, el comercio o en las organizaciones del sector público, son de múltiples facetas y, como tales, tienen poca probabilidad de poderse resolver adoptando un abordaje de una sola disciplina. Por consiguiente se alegaba que los graduados quienes entienden las conexiones entre las disciplinas académicas, quienes pueden aplicar más de un abordaje y quienes pueden considerar los problemas en su totalidad van a ser mejores para solucionar problemas y realizar toma de decisiones.

Otro factor fundamental que influencia aquellos que constituyeron el departamento y diseñaron el programa de grado fue el ritmo rápidamente creciente del cambio en la sociedad y particularmente en tecnología. Claramente una necesidad fundamental en el mercado laboral sería para aquellas personas que podrían efectivamente manejar el cambio y que se considerara que un programa multidisciplinario con una amplia base podría satisfacer esta necesidad: podría, por ejemplo, ayudar a los estudiantes a entender las consecuencias humanas del cambio tecnológico, las implicaciones de las relaciones industriales y las consecuencias económicas y financieras.

Estos argumentos todavía son el centro de la filosofía del departamento. En los años más recientes, sin embargo, quizás se ha dado mayor énfasis a la necesidad de crear en los estudiantes y en los graduados la conciencia de las realidades comerciales competitivas de los negocios, especialmente en una situación de mercado global cada vez más competitivo. En este aspecto el programa ha

cambiado en formas relativamente menores para reflejar este factor y para incluir más de lo que ellos han denominado habilidades de negocios tales como un curso en simulación de negocios.

Muchos, si no la mayoría, de los programas de grado en ingeniería ahora incluyen un elemento de negocios o administración, o quizás mercadeo y economía, conjuntamente con el suministro de entrenamiento en habilidades personales. Esta es una clara respuesta a una necesidad percibida para educar a los ingenieros más ampliamente de manera que estén conscientes de los aspectos comerciales y humanos de las organizaciones y puedan comunicar efectivamente en todos los niveles.

Esta necesidad para el cambio ha sido enfatizada en numerosos informes presentados en las últimas dos décadas, quizás más sorprendente, en el caso del Reino Unido, en el Informe Finniston en 1980. Lo que debemos decir aquí es que el programa 'Tecnología y Administración' no es uno de ingeniería con algunos elementos de administración o ciencias sociales injerto de manera que fuera diseñado conscientemente como un todo integrado. Esta no es la manera como se critica los programas de ingeniería que incluyen temas que no son de ingeniería, simplemente para señalar una diferencia fundamental. En el caso de 'Tecnología y Administración' un 85 a 90% del programa es realizado por personal miembro del Departamento de Tecnología Industrial, en contraste con un caso donde la economía, digamos era enseñada por alguien de un departamento de ciencias sociales. Esto es considerado de importancia absolutamente fundamental y todo el personal está comprometido con el ideal multidisciplinario.

Contenido del Curso

El contenido del curso es tal que existen aproximadamente sesenta/cuarenta divisiones entre los temas de tecnología y administración, es decir entre los aspectos técnica/ingeniería/ciencia y aquellos en las ciencias sociales/negocios/administración.

El programa incluye ingeniería mecánica y eléctrica, material de ciencias, matemáticas, estadística y computación, investigación de operaciones y en cuanto al aspecto de ciencias sociales/administración, economía, sociología industrial, la historia del cambio tecnológico y el desarrollo, relaciones industriales, mercadeo, estrategia corporativa, simulaciones de negocios, contabilidad administrativa, salud y seguridad, política industrial y ley laboral. También se ha dado una considerable importancia al desarrollo de las habilidades de comunicación y a las habilidades de grupo.

Los estudiantes llevan a cabo un importante proyecto - una disertación -, en su último año la cual corresponde a la cuarta parte de la calificación total del grado. Esto puede ser en una área predominantemente de ciencia social, o en la esfera tecnológica, o en un trabajo con base en el laboratorio. La preferencia del departamento es para estudiantes que trabajen en proyectos multidisciplinarios pero que en la práctica esto no es a menudo lo que resulta. El proyecto generalmente es realizado por los estudiantes en forma individual y ocasionalmente en grupos. Es considerado como una importante experiencia de aprendizaje y de allí el alto valor que se le brinda a éste.

El programa es de "tipo cooperativo" - es decir es un curso tipo "sandwich" - en el cual los estudiantes pasan dos períodos, cada uno de seis meses, en empleos remunerados en la industria o en el comercio. Los dos períodos contribuyen con un 12% de la clasificación general de grado y son considerados como muy importantes.

Aspectos de Ciencia Social

El espacio no permite un detallado examen de todas las ciencias sociales incluidas en el programa pero es necesario delinear en breve los principales aspectos.

En el primer año, de los seis módulos en cada uno de los dos semestres, dos se basan en ciencias sociales: Economía Aplicada y Contexto Social del

Trabajo. La Economía toma la forma de un curso de primer año de universidad bastante estándar el cual comprende micro y macro economía: sus objetivos son que los estudiantes entiendan la naturaleza y función de la economía, el trabajo de los modelos microeconómicos, etc.

El contexto social del trabajo comprende dos elementos: uno está relacionado con el proceso de industrialización y tiene como meta que los estudiantes entiendan el proceso de industrialización históricamente junto con las teorías utilizadas para explicarlo. El segundo elemento se refiere a las relaciones industriales donde la meta es brindar a los estudiantes entendimiento sobre los conceptos de las relaciones industriales básicas, y el trabajo del sistema del Reino Unido en las relaciones industriales.

El segundo año académico incluye contexto social del trabajo, el cual comprende el proceso administrativo, relacionado con las teorías de administración y la organización del trabajo y administración de personal. Además incluye cursos en psicología ocupacional y en salud industrial y seguridad, mercadeo y estrategia corporativa, el último se preocupa de la formulación de políticas de negocios, con la necesidad de pensamiento estratégico, y los negocios en relación con el medio ambiente y temas éticos. Adicionalmente el segundo año académico, recientemente ha incluido un curso sobre el sector de servicios y su administración, además de unas simulaciones de negocios cuyo propósito es estimular los problemas de la vida real a nivel industrial y comercial.

En el último año académico los estudiantes disfrutan de mayor elección; un curso en análisis de política industrial los principales puntos de la política industrial, examina las tendencias fundamentales y los intentos de demostrar algo de la complejidad de las relaciones gobierno industria y la naturaleza de la intervención del gobierno en la industria. La ley laboral se enseña como curso opcional; examina la naturaleza del Reino Unido y la ley de empleo de la Unión Europea, el desarrollo estatutario en relaciones colectivas y de empleo individuales, al

igual que los derechos legales y responsabilidades entre los empleadores y los sindicatos de comercio.

Finalmente un último curso en contexto social del trabajo comprende dos elementos: El proceso de mano de obra examina las teorías y hace una investigación de los hallazgos sobre la relación que existe entre la tecnología y la organización del trabajo; un segundo elemento, el análisis de la política contemporánea tiene como meta evaluar la complejidad de las relaciones políticas y entender las perspectivas teóricas, conceptos centrales y las ideologías políticas contemporáneas en un contexto comparativo.

Otros aspectos se incluyen en diferentes partes del total del programa de grado, pero no se describen anteriormente como cursos específicos de ciencias sociales, tales como control de calidad, contabilidad administrativa y teoría organizacional. Estos vienen bajo diversos títulos en el programa pero claramente son de ciencias sociales y/o están relacionados con administración.

Por lo tanto, es considerado que los elementos de ciencias sociales cubren una amplia gama de material en cuestiones económicas y sociológicas. También se ha demostrado que estos aspectos son responsables de una importante proporción del total del programa de grado. Las materias se enseñan por medio de científicos sociales del departamento y a un nivel, y con un rigor que se compara favorablemente con aquél que se podría esperar en un departamento de ciencias sociales más especializado - es decir las áreas de ciencias sociales del currículum son tomadas tan seriamente como cualquier parte del programa de grado y no han sido adicionadas en ningún sentido o como consideración, o debido a que se piense que se requiera que exista por lo menos algo de 'administración' en los programas de grado de ingeniería.

Valor Agregado por los Elementos de Ciencias Sociales

La característica distintiva de los programas de

pregrado como un todo es la amplitud de la materia de referencia, la cual va desde aspectos diferentes y específicos cubiertos con algo de profundidad, digamos, tecnología de materiales, puntos complejos en la política industrial. Sin embargo, la pregunta que debemos hacernos es: ¿Cuáles serán los méritos particulares de incluir tan grande proporción de ciencias sociales?

El argumento para la inclusión de aspectos de negocios y administración se aplica a este programa, ya que generalmente: como se anotó anteriormente, se trata de una característica aceptada de todos los programas de ingeniería si los ingenieros graduados no satisfacen las necesidades de los empleadores. Las ventajas que se reclaman específicamente por el elemento sustancial de las ciencias sociales en el curso de Bradford son:

Primero, enriquece enormemente el programa y, se alega, resultados en un graduado que tenga mente mucho más abierta; los estudiantes que se gradúan durante muchos años han estado en gran demanda por parte de los empleadores y esto puede ser parcialmente debido, así opinamos nosotros, a la amplia gama de educación, mente abierta, comunicadores efectivos producidos por el programa.

Segundo, las ciencias sociales requieren e involucran una diferente forma de pensar, una nueva forma de considerar los problemas para muchos estudiantes. El departamento recluta los estudiantes de una gran cantidad de antecedentes, con algún trabajo basado en arte y ciencias sociales, quienes tienen ya una gran carrera académica de ciencias anterior y todavía otros que tienen una mezcla de antecedentes de arte y de ciencias. Los estudiantes que tienen habilidad en ciencias y matemáticas se sienten 'felices' con problemas que son definitivamente de una respuesta sencilla. Sin embargo, cuando se trata de hablar de temas de política y, por ejemplo, sobre relaciones industriales donde no existe una solución claramente definida, donde los temas son complejos y están lejos de presentarse en 'blanco y negro', estos estudiantes están menos tranquilos. El enseñarles a detectar tales problemas con rigor, habiendo hecho la consideración de diferentes opciones de políticas

y las posibles consecuencias y concientizándolos de la disponibilidad de instrumentos de política es de gran valor. Para los estudiantes que parten del punto de vista que los elementos sociales son algo más que un 'waffle' es una experiencia de aprendizaje altamente valioso entender que muchos, si no la mayoría de los temas y problemas en los negocios y en la vida real generalmente son complejos y no tienen un corte claro ni respuestas correctas o incorrectas.

Tercero, al enseñar los métodos adoptados en las ciencias sociales se ofrece útil capacidad en la forma de habilidades personales y su desarrollo. Mientras que, por ejemplo, se requiere que los estudiantes actualmente presenten un documento de seminario - aplicable en varios cursos - esto ayudaría a desarrollar la confianza y habilidades de comunicación. Algunos cursos hacen uso de su trabajo de grupo, los estudios de casos y la función a desempeñar todo lo cual contribuye al desarrollo personal de los estudiantes en forma individual. Similarmente, y casi demasiado obvio mencionarlo, habilidades en escritura se han mejorado a través de la considerable cantidad de composiciones y reportes escritos requeridos en un grado de ciencias sociales;

Cuarto, puede decirse que la experiencia de colocación industrial está marcada por la inclusión de los elementos de ciencias sociales. Gran parte de la enseñanza se relaciona con aspectos en los cuales el estudiante puede usualmente relatar su colocación - el factor humano, el económico, aspectos administrativos y organizacionales. En general esto hace que tengamos una experiencia más integradora.

Quinto, se ha considerado que los aspectos de ciencias sociales son un factor importante que contribuye a la tasa de empleo altamente satisfactoria de los graduados del departamento. Esto no sería fácil de demostrar, por supuesto, pero la evidencia de los empleadores sugiere que, por lo menos, el spin-off de las enseñanzas de ciencias sociales tal como mejoramiento de las habilidades de comunicación, ayudar a los estudiantes a ver puntos en una forma más amplia, generalmente desarrollando su confianza son crucialmente

importantes. Los graduados entran en un rango muy amplio de trabajo y parece razonable asumir que la inclusión de las ciencias sociales abre un mayor rango de oportunidades de trabajo.

Finalmente, el hecho de que el departamento emplea miembros académicos del personal únicamente de muy pocas disciplinas es muy interesante para una situación inusual. En un largo número de años académicos de áreas más técnicas, el departamento piensa, han sido enriquecidos a través de discusiones con los economistas y los sociólogos y en la misma forma los científicos sociales han aprendido mucho a trabajar con ingenieros. Las ganancias precisas por supuesto son difíciles de cuantificar. Potencialmente un equipo multidisciplinario debe estar en una excelente posición para llevar a cabo ciertos proyectos de investigación y para indagar problemas que requieren algo más de un simple abordaje disciplinario. En la práctica nunca se ha convertido en realidad por diversos motivos tales como falta de masa crítica, el hecho de que los más activos investigadores continúan buscando su propio narrador, especialista en investigación de intereses, etc.

Conclusión

La evidencia disponible, admitidamente con algo de anécdotas, sugiere que un programa de grado para pregrado tal como tecnología y administración, que contiene una cantidad sustancial de ciencias sociales ofrece una valiosa y atractiva experiencia de aprendizaje. En forma alguna estamos diciendo que estos programas de base amplia sean superiores a los programas de ingeniería de disciplina única - éstas los completan en vez de competir entre ellos.

El gran bloque de ciencias sociales, en la experiencia del Departamento de Tecnología Industrial, básicamente enriquece el programa, crea estudiantes de mente más abierta quienes están conscientes de los puntos más amplios de la sociedad al igual que de las necesidades humanas, económicas, comerciales y administrativas del negocio. La enseñanza de los aspectos de política en particular ayuda a los estudiantes a entender la naturaleza

compleja de los problemas organizacionales, y las diferentes tradiciones académicas en ciencias sociales ayudan a los estudiantes a desarrollar un abordaje riguroso a la solución de problemas en las esferas humana, económica y de negocios. Cuando éste vá aliado a las habilidades analíticas numéricas desarrolladas en la ingeniería, matemáticas y en la esfera de las ciencias el resultado es un graduado capaz de cumplir con la solución de problemas complejos en forma sistemática y con plena seguridad.

Nadie diría que los programas tan ampliamente basados como tecnología y administración tienen solamente ventajas; sin embargo existen atrasos, no es importante hacer la crítica porque esto es inevitable; el Departamento firmemente rechaza cualquier crítica pero se siente con amplia base por

supuesto, para que esto sea útil para cada uno de ustedes. Existe siempre la posibilidad de que más departamentos especializados piensen que se sienten amenazados por cursos y departamentos como el descrito aquí; existe un constante temor de encroachment (usurpación) de las áreas de especialistas en disciplina.

Lo que no está en duda en el programa examinado aquí es el grado de éxito en el contexto de los trabajos para los graduados. Los graduados de este programa son sumamente atractivos para los empleadores a través de una gama enorme de la industria, comercio y el sector público; se considera en parte debido al valor agregado al programa por las ciencias sociales pero además por la mezcla única de disciplinas, la amplitud y la integración con un curso de entrenamiento de tipo sandwich.

Referencias

1. The programme's original title was Industrial Technology and Management; it was later changed to Technology and Management Science and more recently to Technology and Management.
2. Engineering Our Future: Report of the Committee of Inquiry into the Engineering Profession. Cmnd 7794. London HMSO 1980.
3. See Pickles, T A The Development and Growth of Joint Engineering/Business Degree Programmes in the UK. ASEE Conference June 1994 Proceedings. Also: Pickles T A Joint Engineering/Business Degree versus Single-Discipline Engineering degrees. East-West Congress on Engineering Education. Lodz Poland. September 1993.
4. This measure is by no means clear-cut; it depends how certain subjects are defined: for example operations management is quite technical but it is an aspect of management. The significant point to be made is that the centre of gravity in the programme is in the engineering and technology areas. There is also an element of choice for students and depending on this choice that balance could change slightly.
5. Until recently the placements were mandatory for all students; this has been relaxed in order to give mature students and overseas students the choice of taking the degree over three years, thus excluding the placements.
6. A list of graduate career destinations (ie. first jobs) is available from the author.

INGLES PARA INGENIEROS

Vijay K. Bhatia

Departamento de Inglés, Universidad de Hong Kong

Vijay K. Arora

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadores
Universidad de Wilkes, Wilkes-Barre. U.S.A.

Resumen

En un estudio colaborativo para enseñar habilidades de comunicación para ingenieros que utilizan el idioma inglés hemos reseñado este abordaje basado en el análisis de género que involucra a los profesores de la facultad de ingeniería, especialistas en el tema y a los profesores de idiomas como expertos en lingüística. Los resultados de la práctica en la Universidad Wilkes y la Universidad Nacional de Singapur se describen en el presente documento. Este documento enfatiza el valor de la enseñanza interdisciplinaria y el aprendizaje en una ciudad global totalmente diferente.

Introducción

Uno de los temas más debatidos en el campo de enseñanza de idiomas por parte de especialistas para satisfacer las necesidades académicas y/u ocupacionales de disciplinas como administración, derecho, ciencias, ingeniería, medicina, computadores, etc., ha sido la función de los conocimientos por parte de los especialistas y hasta qué punto esto contribuye al diseño y ejecución de programas de comunicación a nivel universitario. Los especialistas en estas disciplinas frecuentemente se quejan de que sus estudiantes encuentran difícil comunicarse en forma efectiva en los campos que han elegido mientras que los profesores de idiomas invariablemente consideran que son menos confiados en manejar las demandas impuestas a ellos por los requisitos del contenido específico de las materias. Esto lleva a un dilema que pareciera no pudiese solucionarse donde, por una parte, los especialistas en el tema no tienen tiempo y frecuentemente tienen muy poca experiencia para tomar medidas efectivas para satisfacer los requisitos de comunicación de sus estudiantes, por otra parte, los especialistas en idiomas muy frecuentemente se sienten incapacitados debido a su inadecuado conocimiento sobre las convenciones institucionales al igual que los requisitos organizativos de las comunidades de especialistas. En general se requiere tener un abordaje donde exista una íntima colaboración entre los especialistas en los temas y los profesores de idiomas para poder lograr aprender a enseñar habilidades de comunicación.

Los géneros son cómo se logran las cosas cuando se utilizan los idiomas para lograrlas. Un reciente trabajo en análisis de género aplicado ha reiterado la importancia del análisis de lingüística en la práctica de la enseñanza de idiomas para disciplinas especializadas. Sin embargo, el análisis del género no analiza simplemente la comunicación desde el punto de vista de una descripción lingüística sino más bien como una explicación lingüística, tratando de contestar la pregunta de ¿por qué los miembros de comunidades de discurso específicas utilizan el idioma en la manera en que lo hacen? La respuesta requiere información no solamente de parte de la lingüística sino igualmente importante de la sociolingüística y de estudios etnográficos de sicolingüística y psicología cognoscitiva, investigación sobre comunicación, estudios de culturas disciplinarias y más importante aún, opiniones de miembros de dichas comunidades de especialistas para nombrar únicamente algunas cuantas de las vitales fuentes de información. Teniendo el propósito comunicativo como la característica principal de un género, el análisis trata de revelar los misterios del artefacto en cuestión. El análisis de género por lo tanto se ha convertido en una de las principales influencias de las actuales prácticas de la enseñanza y del aprendizaje de los idiomas para los estudiantes en disciplinas especializadas tales como ingeniería, ciencias, derecho, administración y otros.

Idioma y Comportamiento Comunicativo

El Inglés es un idioma aceptado para comunicación entre ingenieros y científicos en todas las ciudades del mundo, y se utiliza en la totalidad de las conferencias internacionales. El análisis de género en un entorno institucionalizado académico o profesional se basa en el conocimiento del idioma inglés y su uso, aunque el idioma nacional sea diferente. Una de las principales atracciones es que demuestra un genuino interés en el uso del idioma para lograr las metas de comunicación en entornos de especialistas, ya sea en ingeniería, derecho o administración. Tiene la tendencia de brindar una explicación dinámica sobre la forma en que los

expertos usuarios del idioma manipulan las convenciones genéricas para lograr una variedad de metas complejas asociadas con sus disciplinas de especialización.

En nuestra opinión, existen por lo menos cuatro áreas diferentes, aunque relacionadas sistemáticamente de competencia en las cuales los estudiantes de ingeniería necesitan desarrollarse con el fin de poder superar su falta de confianza para manejar cualquier tipo de discurso en ingeniería. Asumiendo que la mayoría de ellos ya posean una competencia razonablemente adecuada en el uso del idioma para las funciones generales cotidianas, todavía necesitan desarrollar la comprensión del código de ingeniería, familiaridad con la forma cómo los ingenieros expertos utilizan los discursos para lograr sus metas profesionales, lo cual incluye los conocimientos de formas retóricas y contenido, contextos de ingeniería a los cuales tienen que responder de acuerdo a las exigencias de las situaciones novedosas y no familiares para ellos. Las cuatro etapas las describimos a continuación:

Conocimientos de Inglés

El conocimiento del código, por supuesto, es un prerrequisito para desarrollar experiencia en comunicaciones en cualquier materia de especialización o inclusive en discursos sobre temas cotidianos. La mayoría de los programas de ESL (Inglés como Segundo Idioma) en todo el mundo tienen como meta lograr el desarrollo de este punto en diferentes grados de éxito. Sin embargo, casi el conocimiento perfecto del idioma no es necesario ni suficiente para proceder a realizar instrucciones especializadas en Inglés, aunque parece ser un mito popular en el que muchos profesores de idioma frecuentemente creen.

Adquisición de Conocimientos de Género

El participar en un evento de comunicación en ingeniería involucra el familiarizarse no sólo con las metas comunicativas de la comunidad de discurso en ingeniería, sino además con los propósitos comunicativos asociados con los usos específicos del género para lograr aquellas metas. Por lo tanto, antes de que a los estudiantes se les

brinde instrucciones para llevar a cabo cualquier actividad comunicativa ellos necesitan concientizarse de las adecuadas convenciones retóricas de los géneros de ingeniería. El conocimiento del género de este tipo es una forma de 'conocimientos situados' los cuales parecen inextricables de los conocimientos sociales y de procedimiento de los escritores profesionales. Los estudiantes necesitan adquirir conocimientos sobre género, conocimientos sobre procedimientos (los cuales incluyen conocimientos sobre las herramientas y su uso al igual que sobre los métodos de la disciplina y el marco de referencia interpretativo) y conocimientos sociales (en el sentido de la familiaridad con el contexto retórico y conceptual) con el fin de convertirse en aprendices mejor informados. Como lo señala Fairclough "... un género no solamente implica un tipo de texto en particular, sino también procesos especiales de producir, distribuir y consumir los textos".

Sensibilidad a las Estructuras Cognoscitivas

Habiendo entendido las metas de la comunidad de especialistas y hasta cierto punto habiendo internacionalizado algunas de las convenciones asociadas con los géneros que utilizan los especialistas, el estudiante luego requerirá desarrollar su familiarización con la forma cómo se utiliza el lenguaje generalmente para lograr estas metas y los propósitos de comunicación, por una parte, y explotar estas convenciones algunas veces para responder a las cambiantes demandas sociocognitivas en contextos profesionales específicos o en ciertas situaciones novedosas. Esto puede desarrollarse sensibilizando a los estudiantes no solamente con las formas genéricas y contenido en tipos específicos de texto sino también con sus respuestas emergentes ante cambios en las prácticas sociales.

Cómo Explotar el Conocimiento Genérico

Únicamente después de que el estudiante ha desarrollado alguna familiaridad, o mejor aún, experiencia en los niveles presentados aquí, podrá con confianza manejar discurso especializado, interpretarlo, utilizarlo y explotarlo o podrá tomarse ciertas libertades con él. Puede señalarse que las

primeras tres etapas, hasta cierto punto incluyen entender las convenciones, mientras que la última etapa incluye explotar y tomarse libertades con las convenciones para lograr éxito pragmático en contextos profesionales específicos, la ingeniería en este caso.

Experiencia en Singapur

Para ilustrar la necesidad de colaboración entre los ingenieros y los profesores de inglés queremos reflejar en nuestra experiencia de Singapur la enseñanza del inglés para negocios y tecnología. El Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (UNDP) - Proyecto con el Gobierno de Singapur en la Enseñanza del Inglés para Satisfacer las Necesidades de Negocios y Tecnología se llevó a cabo para desarrollar EBT (Inglés para Negocios y Tecnología) materiales que se utilizarían con el fin de tener una base de acceso para suplementar la existente cantidad de programas en los dos politécnicos que en ese entonces existían en Singapur. Los dos volúmenes resultantes de materiales fueron el resultado del esfuerzo conjunto de un equipo de especialistas de EBT y profesores en práctica de inglés y disciplinas de especialización quienes representaban a las tres instituciones que estaban participando, principalmente, la Universidad Nacional de Singapur, Ngee Ann Polytechnic y Singapore Polytechnic. El Volumen 1 contiene los materiales que se utilizaron en el Inglés para Negocios y el Volumen 2 en el Inglés para Tecnología.

En el curso del proyecto se descubrió que gran cantidad del trabajo de lenguaje que los estudiantes de las dos instituciones estaban haciendo era sólo marginalmente relevante en revelación con lo que se esperaba producir como resultado en sus departamentos de ingeniería. Una de las áreas que hemos cubierto fue la escritura de informes de proyectos para sus profesores de ingeniería. Un análisis de cerca del trabajo que se estaba haciendo por parte de los profesores de inglés reveló que existían serias discrepancias entre las expectativas de los profesores de ingeniería y el aporte de los

profesores de idioma, especialmente en términos de la organización estructural de las introducciones del informe del proyecto y las sesiones de discusión. Para nuestra sorpresa también descubrimos que existían diferencias estructurales sutiles en la forma en que las introducciones al informe del proyecto se esperaba fueran escritas en los diferentes departamentos. Los profesores de inglés estaban muy poco familiarizados con dichas diferencias sutiles. Como resultado, se decidió lograr reacciones de los especialistas en cuanto a los profesores especialmente en materia de organización estructural de introducción de informes de proyecto, discusiones y conclusiones, con el fin de hacer la enseñanza de estas habilidades de escritura más relevantes a las expectativas de los profesores de las materias. Finalmente no fue imposible encontrar grandes áreas de traslape en las expectativas de los profesores de los diferentes departamentos, pero se requirió una gran cantidad de discusión y negociación para lograr llegar a tal consenso. Después de todo, el propósito principal del trabajo de idioma era para servir a las disciplinas padre y servirles en forma óptima, esto fue considerado necesario para poder contar con un considerable aporte de parte de los profesores de ingeniería. Este tipo de colaboración se ha convertido en un procedimiento estandarizado en el análisis de género aplicado, donde los miembros de las comunidades de discurso especialista actúan como informantes para brindar conocimientos sobre las prácticas discursivas en sus culturas disciplinarias.

Experiencia de Wilkes

El currículum para subgraduados Wilkes enfatiza la importancia de escribir y hablar en su núcleo. Los cursos de Ingeniería 101-102 se espera que enseñan a los estudiantes principios de escritura básicos. Además, un gran número de cursos están marcados como Escritura Intensiva (WI) y Presentación Oral Requerida (OPR). El mejoramiento de las habilidades de comunicación tomando en cuenta el amplio espectro de culturas en una ciudad global es una habilidad requerida que Wilkes valúa en gran forma. El esfuerzo colaborativo, además del

ofrecimiento de nombramientos conjuntos para profesores universitarios en los departamentos de humanidades, incluyendo la colaboración de un asistente de enseñanza entrenado en el Centro de Escritura Wilkes para colaborar con los profesores de ingeniería en brindar un análisis de género exacto.

En el entorno del laboratorio, todos los estudiantes se requiere que mantengan un diario de las actividades de laboratorio. Los estudiantes se les dice que éste debe ser mantenido en forma tal que cualquier persona que lea su libro en los años posteriores debe estar en capacidad de replicar el experimento. Un resumen destacando los hallazgos del experimento es un requisito. Al hacer el checkout (o salida) el instructor revisa el libro para ver su contenido técnico y de género.

Además de esta forma informal de comunicación de sus ideas en el libro, los estudiantes reciben la solicitud de preparar un informe formal sobre uno o dos experimentos que se asignan al principio de los semestres. Este informe formal es revisado por un revisor anónimo colega. Las siguientes instrucciones y preguntas de la Hoja de Trabajo (titulada como Hoja de Trabajo para Revisión por parte de un Colega) guía a los colegas hacia una revisión en relación con los siguientes aspectos:

Favor responder a las siguientes preguntas de la mejor manera que pueda hacerlo. Trate de ser específico y breve. *Las preguntas se espera ayuden a recoger puntos para formar su opinión informada sobre el informe revisado.* Después de contestar estas preguntas, prepare un informe de una página, mecanografiado, titulado "Revisión por parte de un Colega del Informe Formal de X (nombre)". No suministre su nombre en el informe. El informe mecanografiado será enviado a la persona revisada. Esta hoja de trabajo será devuelta a usted después de que el instructor haya evaluado su revisión.

1. ¿Comunica el título la tesis o idea principal del informe en forma adecuada? [Espacio para Comentarios]
2. ¿El escritor ha presentado el Abstracto en la forma que suscite su interés en el informe? ¿Falta

algún tipo de información esencial en el Abstracto? ¿Los principales hallazgos son claramente definidos en el Abstracto? [Espacio para Comentarios]

3. Los términos fundamentales o ideas ¿están claramente definidos y explicados en la **Introducción**? ¿Existen conocimientos de antecedentes o información adicional, o definición de términos necesarios para ayudar a orientarlo sobre el tema del informe? [Espacio para Comentarios]
4. ¿El cuerpo del informe presenta suficiente evidencia para apoyar la tesis? ¿Puede señalar lugares donde mayor información, evidencia de apoyo o documentación parezca garantizada? ¿Encuentra usted la evidencia experimental convincente a favor de la teoría? ¿Por qué o por qué no? [Espacio para Comentarios]
5. ¿La **conclusión** refleja la implicación o importancia de la información presentada en el cuerpo en vez de simplemente resumir o repetir información ya presentada? ¿Contiene algunas recomendaciones? [Espacio para Comentarios]
6. ¿La **referencia** a artículos del journal, libros, artículos de periódico o revistas se encuentra adecuadamente revisada? [Espacio para Comentarios]
7. ¿La **organización** del informe desarrolla interés del revisor en el tema o los conocimientos? ¿Sugerencias? ¿Se ha hecho un adecuado uso de las cifras y tablas? ¿Existen errores de gramática, uso, ortografía o escritura? ¿Están las páginas adecuadamente numeradas? [Espacio para Comentarios]

Las hojas de trabajo al igual que el informe mecanografiado preparado de una página es revisado por el instructor para calificar al revisor. El asistente de enseñanza del Centro de Escritura Wilkes revisa la sintaxis y estilo.

La presentación de la información e ideas de la experiencia de laboratorio son vitales para la educación en ingeniería de Wilkes. Esto es complementado con lecturas, preparación de ilustraciones utilizando un software de computador y hablando a todos los niveles. De esta manera los

estudiantes están inmersos en un entorno completo donde se utilizan habilidades de comunicación en forma habitual y esto se practica a todo nivel. El Departamento tiene una política común para todos los cursos que permita a un miembro de la facultad deducir hasta el 10% de las calificaciones máximas por una deficiente presentación en todos los trabajos, exámenes y otros documentos, inclusive aunque el componente técnico esté perfecto. Este abordaje fomenta el desarrollo de habilidades de comunicación, el cual es básico para todos los cursos para evaluar el aprendizaje de los estudiantes, por medio de una estructura vertical dentro del currículum de ingeniería. El Comité del campus sobre habilidades de comunicación tiene un sistema de certificación que hace que WI y OPR sean temas sumamente importantes.

Valores de la Enseñanza con Equipos Interdisciplinarios

El abordaje colaborativo anteriormente mencionado también se ha encontrado en las prácticas de enseñanza en equipo en muchos de los Departamentos de Inglés en el Reino Unido y en Asia. La Universidad de Birmingham, por ejemplo, ha reportado sobre varios experimentos exitosos en enseñanza en equipo, lo cual establece la importancia de una colaboración muy de cerca entre ambos, el especialista del idioma y el especialista del tema. Estos experimentos también demuestran que los dos grupos de profesores están más conscientes sobre el aparato conceptual y procedimientos de enseñanza del otro. Tales experimentos han sido reportados en disciplinas tan diversas como economía y biología vegetal, ingeniería civil y transporte.

Inclusive otro aspecto de colaboración, esta vez algo indirecto, surge del uso de datos auténticos lingüísticos en gran parte de los materiales de enseñanza del idioma para disciplinas especializadas. El enfoque, en tales materiales, no es solamente en el lenguaje (vocabulario, gramática y organización) sino además en las convenciones y procesos que toman los géneros en cuestión. Los

materiales, por lo tanto, no simplemente promueven la conciencia del sistema lingüístico subyacente a un tipo de texto en particular, sino que además ofrecen explicación específica en cuanto al género y el porqué los ingenieros usan el idioma en la manera en que lo hacen. Tomando una ilustración, nuevamente del proyecto de UNDP referido anteriormente, se ha notado que es importante para hacer uso de los informes de proyectos de estudiantes, aquellos buenos al igual que los que no son tan buenos, especialmente a la luz de sus comentarios de los profesores de las materias sobre su calidad y contenido. Los buenos, con menores ajustes fueron utilizados como textos ilustrativos, mientras que los más débiles fueron utilizados para mejoramiento y propósito de edición, especialmente aquellos que se comentaron entre sus profesores de materia.

La principal ventaja de este abordaje colaborativo en base a género para la enseñanza y aprendizaje del inglés de especialización es que el aprendiz no aprende el idioma aisladamente del contexto de especialización, sino que es alentado a hacer una relevante conexión entre el uso del idioma por una parte y el propósito de la comunicación por otra parte, siempre estando consciente sobre la pregunta de ¿por qué los miembros de la comunidad de discurso especializado utilizan el idioma en esta forma? Esto desarrolla en el estudiante un deseo explícito de participar conscienzudamente en la comunidad profesional, en vez de simplemente estar en capacidad de leer y escribir inglés o textos de ingeniería como lo hace un computador, sin participar en el evento comunicativo. Esta consciencia de participación en el derecho de propiedad de los géneros de la cultura de la

ingeniería es una experiencia sumamente valiosa que garantiza el éxito pragmático en cualquier comunicación especializada, ya sea ingeniería, derecho o administración.

Conclusiones

Consistente con las tendencias de evolución internacional, la necesidad expresada por la industria y en respuesta a los requisitos curriculares para poder fomentar el espíritu empresarial de los graduados de ingeniería, hemos desarrollado y descrito el esquema integrado que permite la práctica de habilidades de comunicación como parte de importantes cursos en una estructura vertical a todos los niveles. El programa se ha diseñado de manera que no solamente los estudiantes, sino también los miembros del profesorado aprendan el desarrollo de estas habilidades de sus colegas. Esto le brinda a todos aquellos involucrados un incentivo para unir sus esfuerzos en su profesionalismo con modos formales y no formales de expresión.

Reconocimientos

Uno de nosotros (V.K.A.) agradece al Profesor A. C. Liew, C. C. Hang y S. J. Chua, con quienes ha tenido varias discusiones iluminadoras sobre comunicaciones, mejoramiento de habilidades durante su visita a la Universidad Nacional de Singapur. Dean Umid R, Nejib y Chair Ahmad Armand de la Universidad Wilkes son la fuerza directriz detrás de la creación de un entorno para un aprendizaje integrado.

Referencias

1. Martin, J. R., (1993) Process and text: two aspects of human semiosis. In James D. Benson and William S. Greaves (eds.) *Systemic Perspectives on Discourse*, Vol. 1, Norwood, NJ: Ablex. (248-274)
2. Swales, J.M. (1990): *Genre Analysis - English in Academic and Research Settings*, Cambridge, Cambridge University Press.
3. Bhatia, V.K. (1993): *Analysing Genre - Language Use in Professional Settings*, London, Longman, Applied Linguistics and Language Study Series.
4. Berkenkotter, C., and Thomas N. Huckin (1995): *Genre Knowledge in Disciplinary Communication - Cognition/Culture/Power*, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
5. Fairclough, N., (1992): *Discourse and Social Change*, London, Pluto.
6. Bhatia, V.K. and Mary Tay, (eds.) (1987): *The Teaching of English in Meeting the Needs of Business and Technology*, volume 1 and 2. The Report of the UNDP-Government of Singapore Project, Department of English Language and literature, National University of Singapore.
7. Eric Schurenberg, "The Agony of College Admissions", *money*, pp. 142-150 (May, 1989).
8. Arora, Vijay K., "Integration of Communication Skills Enhancement as a Necessary Component of Laboratory Instruction", *Proceedings of 1994 Annual Conference of the American Society for Engineering Education*, June 26-29, 1994, Edmonton, Canada.
9. British Council, (1980): *Team Teaching in ESP*, *ELT Documents* 106.
10. Dudley-Evans, Tony, (1984): *The Team Teaching of Writing Skills*. In Ray Williams, John Swales and John Kirkman (eds.) *Common Ground: shared interests in ESP and communication studies*, Oxford, The British Council and Pergamon Press (127-134).
11. De Escorcía, Blanca, (1984): *Team-teaching for Students of Economics: a Colombian Experience*. In Ray Williams, John Swales and John Kirkman (eds.) *Common Ground: shared interests in ESP and communication studies*, Oxford, The British Council and Pergamon Press (135-144).

UN PROGRAMA DE EDUCACION INNOVADOR ACADEMICO - GOBIERNO - INDUSTRIA Y DESARROLLO ECONOMICO

Ron Bhada

Abbas Ghassemi

J. Derald Morgan

Educación en Manejo de Desechos y Consorcio de Investigación

Universidad del Estado de Nuevo México

Las Cruces, NM

Introducción

El manejo eficiente y seguro de materiales nucleares, peligrosos y desechos sólidos es un tema que tiene cada vez mayor importancia crítica nacional. Además, es un tema amplio de múltiples disciplinas el cual no puede ser tratado por una sola entidad u organización y, en cambio, requiere un esfuerzo colaborativo entre múltiples organizaciones con diversa experiencia y capacitación.

En febrero de 1990 el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) aprobó un acuerdo cooperativo para múltiples años con el propósito de establecer un modelo de educación en manejo de desperdicios y un programa de Consorcio de Educación e Investigación propuesto por la Universidad del Estado de Nuevo México (NMSU). Este programa conocido por la abreviatura "WERC" incluye a la Universidad del Estado de Nuevo México, la Universidad de Nuevo México (UNM), al Instituto de Minería y Tecnología de Nuevo México (NMIMT), la Universidad de la Comunidad Navajo (NCC), Laboratorio Nacional de Los Alamos y los Laboratorios Nacionales Sandia en colaboración con un grupo aproximado de 40 socios industriales. Las instituciones miembros tienen una participación altamente de minoría, ya que Nuevo México tiene una de las poblaciones mayores de minoría en los Estados Unidos.

La misión del modelo de programa es desarrollar una infraestructura y un programa para demostrar que un consorcio universitario en colaboración con laboratorios nacionales y la industria podrían efectivamente expandir la capacidad de la nación para tratar temas asociados con el manejo de materiales peligrosos, radiactivos y desechos sólidos específicamente:

- Suministrar recursos nacionales de educación, desarrollo de tecnología y transferencia de tecnología incluyendo educación y nuevo entrenamiento de una fuerza laboral que rápidamente transfiera información de tecnología de punta a la industria y al gobierno;
- Desarrollar y transferir nuevas tecnologías y utilizarlas para entrenar a los estudiantes en tecnología de punta; y
- Aumentar la experiencia humana y sensibilidad a esos temas.

El Programa WERC

Educación

Suministrar educación de tecnología de punta y calidad para reentrenar al personal en una forma eficiente y segura de manejar material peligroso, radiactivo y desechos sólidos exige un abordaje multidisciplinario. A través de las capacidades integradas de sus miembros, el Consorcio para Educación e Investigación en Manejo de Desperdicios (WERC) se ha establecido como un modelo de un centro de clase mundial para expandir las capacidades de la nación para tratar temas ambientales actuales y futuros. Se ofrece relevantes antecedentes y experiencia en numerosas disciplinas incluyendo: ingeniería ambiental, ciencia ambiental, salud ambiental, leyes ambientales, política pública, evaluación de riesgos, manejo de materiales peligrosos, etc. La meta primaria del programa de educación es brindar las oportunidades a todos los niveles académicos y profesionales.

La educación ambiental sirve como la base de WERC. Todos los miembros WERC incluyendo los laboratorios nacionales brindan servicios de educación, programas de internado para los estudiantes, apoyo educativo y tecnología de colaboración para proyectos de desarrollo. Todos los programas de educación WERC incluyen cursos televisados de universidades miembros para brindar educación multidisciplinaria y multiorganizacional. Los principales programas educativos WERC son:

1. Programas de Grado Asociados - Después de evaluar las necesidades de la industria, se incrementaron programas de grado de dos años en los siguientes campos:
 - Materiales Radiactivos y Peligrosos
 - Ciencia de Tierra y Ambiental
 - Manejo de Desechos Sólidos
2. Programas de Pregrado - Programas de pregrado acreditados, los cuales fueron implementados a través de:
 - Programas menores/certificados para todas

las disciplinas que requieren un currículum de 18 horas. Los principales incluyen ingeniería, ciencias, educación, pre-legal, pre-medicina, recursos hídricos, comunicaciones, administración pública, geografía, enfermería, agricultura, negocios y ciencias políticas.

- Grado BS en ingeniería ambiental.
 - Grado BS en ciencias ambientales.
3. Programas de Grado - Programas de grado los cuales fueron implementados por medio de:
 - Programa certificado/menor para todas las disciplinas
 - Grado M.S. en ingeniería ambiental
 4. Desarrollo profesional - Un programa con un certificado sin grado se lleva a cabo para volver a entrenar a la fuerza laboral en 170 lugares de los Estados Unidos.
 5. Programa Ambiental Fellows - Un grupo internacional de expertos altamente entrenados se desarrolla por medio del Programa Ambiental Fellows.
 6. Concurso de Diseño Ambiental Internacional - Equipos que representan universidades de los Estados Unidos y de México y compiten en diseños para solucionar un reto ambiental definido. La competencia anual ha crecido de siete equipos en 1991 a 25 equipos en 1994. Las soluciones se ofrecen en forma escrita, oral y por medio de presentaciones demostrativas ante jueces de la industria, gobierno y academia. Las instituciones varían desde MIT en el oriente de California, en el occidente hasta Montana Tech, en el norte hasta la Universidad de las Américas de Puebla, México en el sur. El programa de 1994 para solución de suelos y recuperación de los mismos al igual que para problemas de recolección de aguas, desarrollado conjuntamente con Westinghouse, es un verdadero reto mundial. Los participantes combinan la teoría con la realidad, utilizan el trabajo en equipo y se motivan para desarrollar carreras en manejo

residual. Varias universidades también utilizan esto como su curso de diseño a nivel superior.

7. Logro Preuniversitario - Programas anuales que incluyen:

- Instituto Verano, el cual suministra herramientas de educación sistémica para estudiantes y profesores.
- Programa SEED para estudiantes con desventajas económicas para que trabajen con los investigadores.
- Programa de Bachillerato con Honores con los Laboratorios Nacionales Sandia el cual brinda un seminario intensivo para los mejores estudiantes de los Estados Unidos y el exterior.

8. Desarrollo Profesional - WERC ha implementado programas técnicos avanzados para transferencia de tecnología y desarrollo de punta para audiencias de profesionales nacionales e internacionales, científicos e ingenieros. Existen cuatro métodos para realizar este entrenamiento: 1) talleres; 2) videoconferencias interactivas; 3) videocintas; 4) entrenamiento en el sitio de acuerdo a las costumbres. Los equipos WERC, conjuntamente con científicos de laboratorios nacionales, industria, gobierno, empresas y universidades realizan este entrenamiento. Las videoconferencias han sido anualmente difundidas vía satélite a la industria, gobierno y sitios universitarios en los Estados Unidos para empleadores preocupados con temas ambientales, las normas y reentrenamiento en estas áreas: Manejo de Desechos Peligrosos, Minimización de Desechos, Prevención de Polución, Manejo de Riesgo Ambiental y Manejo de Desechos Radiactivos.

9. Reentrenamiento - Se inició un nuevo centro bajo una concesión del Departamento de Defensa de los Estados Unidos para volver a entrenar empleados desplazados y potencial defensa (ejemplo, DoD y DOE).

10. Evaluación y encuestas de estudiantes graduados

se está realizando en el momento. La evaluación incluirá satisfacción del empleador al igual que evaluación del graduado y el estudiante del programa de educación WERC.

Desarrollo de Tecnología

Las propuestas de investigación presentadas a WERC son revisadas por tres paneles y seleccionadas en base de colaboración entre la universidad/laboratorio nacional/industria, las soluciones a los problemas de desechos actuales, contribución de la educación para los estudiantes y garantía de abordajes integrados. Los proyectos incluyen todos los medios ambientales y enfatizan la conversión al sitio de demostración. Entre los beneficios económicos se incluye creación de empleo e inicio de industrias de nueva tecnología. Los proyectos de investigación cubren un rango de áreas que incluye las siguientes:

Calidad de Aire
 Biocorrosión
 Biosolución
 Transporte de Contaminantes
 Agua Subterránea
 Manejo de Desechos Peligrosos
 Desechos de Petróleo
 Almacenamiento de Desechos Nucleares
 Desechos Radiactivos
 Riesgo y Percepción
 Robótica
 Sensores para Manejo de Desechos
 Evaluación de los Sitios
 Solución de Problemas de Suelos
 Destrucción Térmica
 Prevención de Polución
 Economía
 Manufactura Consciente Ambientalmente

Los proyectos de desarrollo de tecnología sirven para el doble fin de desarrollar aplicaciones novedosas para la prevención de polución y para limpieza de desecho en sitios y, además, son formas de educación instrumental y brindan la oportunidad de este tipo de entrenamiento al igual que tecnología de punta para cientos de estudiantes y profesores. Los beneficios del profesorado adquiriendo

conocimientos de tecnología de punta son transferidos a los cursos de currículum. Los estudiantes también reciben educación en tecnología de punta que complementa la educación de libros de texto en actividades ambientales que frecuentemente son obsoletas en 5 a 8 años. Aproximadamente 30-40 proyectos son realizados cada año y han resultado en muchas aplicaciones innovadoras.

Varios de los proyectos WERC han progresado en el pasado año para convertirse en algo exitosamente demostrado en el campo/sitio para aplicación para temas comerciales o de gobierno. Estas demostraciones son:

- Solución de Plutonio en Suelos - Este proyecto ha demostrado y aplicado un proceso novedoso para inmovilización de plutonio coloidal reduciendo así el transporte de desechos contaminados a las aguas subterráneas. Esto ha sido extendido y ampliado a biosolución en lugares que tienen uranio en los molinos.
- Caracterización de Subsuperficie de Sitios de Desechos Enterrados - Un sistema de técnicas de detección no invasivas combinado con un modelo de exhibición de computadora en tres dimensiones, el cual ha sido demostrado para hacer el mapeo de sitios de desechos enterrados y actualmente se está utilizando en el gobierno y sitios industriales.
- Detección de Escapes para Derrames de Petróleo Subterráneos - Este proyecto ha desarrollado y aplicado un sistema de monitoreo acústico para detección en tiempo real de escapes de tanques y tubería subterráneas.
- Medición de Materiales Radiactivos que Ocurren Naturalmente (NORM) en Campos Petroleros - Es una técnica que ha sido desarrollada y aplicada en Nuevo México para medición de NORM en campos de producción.
- Biosolución de la Fase de Lechada en Barros de Producción - Es un proceso que ha sido desarrollado y aplicado para remediar la producción de desechos en campos petroleros a través de un proceso de tecnología de biosolución de la fase de lechada.
- Encapsulación de Desechos Peligrosos en forma de Ladrillos - Es un proceso único el cual forma ladrillos de materiales como ceniza volátil, agua y desechos resultando en un producto unido químicamente que encapsula desechos médicos y otros con muy alta resistencia lixiviativa y otras propiedades. Se está aplicando en sitios industriales y de gobierno.
- Solución de Contaminantes de Plomo y Otros en los Suelos por medio de un Proceso de Lixiviación - Es una solución de extracción técnica de disolvente que ha sido desarrollada y demostrada para la remoción de más del 98% de plomo, al igual que otros metales pesados de los suelos contaminados.
- Monitoreo Ambiental y Centro de Investigación para una Comunidad - Es un centro de monitoreo independiente el cual ha sido constituido para brindar datos ambientales de todos los medios (suelos, aire, agua, flora, fauna) para el área alrededor del Proyecto Piloto de Aislamiento de Desechos en Nuevo México.

El Consorcio también ha logrado negociar una empresa con una compañía privada sobre tecnología para recuperación de metales preciosos de desechos mineros. Esta empresa trata con limpieza de desechos de minería utilizando un proceso químico/biológico, además recupera metales preciosos, haciendo que este proceso sea un éxito económico.

El éxito de WERC con desarrollo de tecnología ha sido atribuido a la experiencia multiorganizacional, multidisciplinaria que aplica WERC a los proyectos de desarrollo. Todos los proyectos exitosos han tenido características comunes que llevan al éxito. Algunos de los más importantes son:

- El desarrollo ha sido realizado por una sociedad de miembros del profesorado de múltiples disciplinas combinado ya sea con personal de laboratorio nacional o personal industrial o ambos.
- Los planes para cada proyecto incluyen desde el inicio, un plan para continuar el proyecto ya sea a nivel gubernamental o de aplicación comercial cuando la investigación tenga éxito.
- Los socios de la industria y laboratorios nacionales participan desde el inicio de la

planeación e investigación de manera que puedan brindar la oportunidad de aplicación después de que la investigación tenga éxito.

- Suficientes grupos de apoyo (análisis de laboratorio, etc.) son brindados por WERC a los investigadores para colaborar en el proyecto.

Además de las características anteriores, un importante ímpetu al éxito ha sido el entusiasmo de los profesores y los estudiantes quienes están muy interesados debido a que están trabajando en el desarrollo de tecnologías de punta que son aplicables hoy a problemas reales en el campo. Además, la información se multiplica varias veces debido a que los conocimientos son transferidos a miles de estudiantes y profesorado quienes por consiguiente transfieren éstos para la aplicación en la industria y el gobierno.

Transferencia de tecnología y comunicación

La transferencia de tecnología y de la comunicación se logran por varios métodos:

- Presentaciones en conferencias
- Referencia en publicaciones
- Demostraciones de limpieza en sitio
- Desarrollo de laboratorios ambientales
- Socios industriales

Más de 500 publicaciones y presentaciones en conferencias que detallan los éxitos de WERC y los proyectos de investigación han sido realizadas en entornos profesionales. Los proyectos de desarrollo de tecnología de WERC han llegado a las etapas de aplicación en el campo y actualmente se están utilizando o se van a utilizar, para solucionar problemas actuales de manejo de desechos.

El Programa de Industriales Afiliados WERC fue implementado para colaborar en las preocupaciones ambientales de la industria. Los miembros incluyen más de 50 organizaciones industriales, gubernamentales y académicas. La industria ha desempeñado una función vital en WERC incluyendo:

- Suministro de guía en los programas de educación e investigación.

- Suministro de oportunidades de colaboración para desarrollo de tecnología.
- Colaborando en los esfuerzos de transferencia de tecnología.
- Brindando oportunidad de práctica para los estudiantes WERC en internados y becas.
- Colaboración en las series de teleconferencias WERC.
- Participación en empresas conjuntas y demostraciones de tecnología.

Cinco laboratorios WERC colaboran con los investigadores y brindan servicios para las universidades y comercialización futura. Las capacidades incluyen especies orgánicas, metales pesados, inorgánicas y radiactivas. La certificación de los laboratorios se obtiene de acuerdo a la necesidad:

- Instalación de Prueba para Suelos-Agua-Aire (SWAT)
- Laboratorio de Monitoreo Radiactivo Ambiental (ERML)
- Instalación Experimental de Petróleo y Agua Hobbs (HOWE)
- Laboratorio Ambiental Navajo Dryland (NDEL)
- Centro de Monitoreo Ambiental e Investigación Carlsbad (CEMRC)

Estado de WERC

El programa WERC ha demostrado concluyentemente que una sociedad académica entre el gobierno y la industria puede ser una herramienta efectiva para la educación, desarrollo de tecnología y desarrollo económico. Bajo WERC en 1993-1994:

- Seiscientos sesenta y tres estudiantes se encuentran en programas de educación multidisciplinaria formal.
- Doscientos estudiantes participaron en colaboraciones y programas de becas directamente de WERC y 400 estudiantes se beneficiaron de otros programas, ejemplo AMP desarrollado por medio del personal WERC.
- Dos mil profesionales participaron en series de desarrollo profesional.
- Ciento cincuenta estudiantes, profesorado y profesionales participaron en desarrollo de

- investigación con soluciones de tecnología ambiental únicas.
- Doscientos estudiantes WERC se han graduado y están trabajando o realizando estudios de grado superior.
- Doscientos cincuenta estudiantes participaron cada semestre en cursos de educación a distancia transmitidos por satélite por medio de televisión interactiva.
- Doscientos cincuenta estudiantes de preuniversitario participaron en programas patrocinados WERC dirigidos a lograr cambios sistémicos preuniversitarios.
- Ocho tecnologías WERC se encuentran en la etapa de aplicación en el campo.
- Los estudiantes de minoría no adecuadamente representados han desarrollado carreras en manejo de desechos - más del 65% son minoría y mujeres.
- Un centro de monitoreo independiente de 32 millones de dólares ha sido establecido cerca de Carlsbad, Nuevo México.
- Doscientos profesionales participan en cursos breves de WERC.
- Diez profesores de México quienes participaron en el Programa Fellows Ambiental de WERC están desarrollando comunicación con México.
- Doscientos cincuenta estudiantes universitarios de todas partes de los Estados Unidos y México participaron en el Concurso de Diseño Ambiental anual WERC.
- Cincuenta afiliados industriales participaron activamente para guiar los esfuerzos de

- educación y transferencia de tecnología WERC.
- El Estado de Nuevo México ha brindado apoyo para las actividades básicas de WERC.

Los resultados WERC han sido reconocidos por medio de prestigiosos honores concedidos por diferentes organizaciones:

1. La Sociedad Nacional de Ingenieros Profesionales reconoció a WERC con un premio por logros importantes en ingeniería.
2. La Legislatura de Nuevo México presentó un certificado de reconocimiento especial a WERC por concepto de educación.
3. El Director de WERC ha sido nombrado en la Junta del Centro EPA para Prevención de Polución en Michigan.
4. El Director de WERC ha sido elegido como diplomado de la Academia Americana de Ingenieros Ambientales.
5. La Revista Teleconferencia concedió a WERC el primer puesto en el Mejor Programa de Aprendizaje a Distancia.
6. WERC fue nominado para la Medalla Nacional de Tecnología en los Estados Unidos.
7. El Departamento de Defensa de los Estados Unidos ha concedido un donativo especial a WERC para establecer un centro para reentrenamiento de empleados DoD por recomendación de la Academia Nacional de Ciencias.
8. La Academia Americana de Ingenieros Ambientales presentó a WERC un Premio a la Excelencia.

EL RETO DE LA EDUCACION EN INGENIERIA HUNGARA

Imre Czinege
Bánki Donát Polytechnic

Resumen

Las instituciones de educación en ingeniería introducen reformas en todo el mundo. La meta principal de estos esfuerzos es preparar a los graduados para una carrera en ingeniería en vez de brindarles soluciones prontas para los diferentes problemas. La habilidades personales de los ingenieros son los factores más importantes, al igual que la aplicación independiente de conocimientos, buenas habilidades de comunicación y competencia social. La educación en ingeniería húngara tiene una doble tarea en este momento: eliminar la herencia del sistema anterior rígido y centralizado y brindar ingenieros bien entrenados para la industria quienes puedan ayudar en el proceso de innovación y la integración de la economía húngara al mercado mundial. Este documento presenta el plan estratégico para este proceso.

Introducción

La modernización de la educación en ingeniería es una pregunta en todo el mundo debido al rápido desarrollo de las actividades de ciencia e industria. En los países desarrollados este proceso se lleva a cabo por medio de una transición continua, dando forma al sistema bien establecido a nuevas demandas. En contraste con esto, los países del centro-oriente de Europa están enfrentando la completa reestructuración del sistema social y economía. En relación con la economía, la principal característica del proceso es que el sistema de planeación rígida era seguido por la economía de mercado que requiere no solamente la simple reorganización de actividad industrial sino además un cambio en las habilidades y actitudes morales de la sociedad como un todo. La educación en ingeniería tiene una importante función en este proceso ya que el ingeniero es una figura fundamental en esta modernización.

Análisis de la situación actual en Hungría

Visión general histórica

A través de los siglos y llevando hasta la segunda guerra mundial, la educación en ingeniería húngara se basaba principalmente en *el patrón alemán* en relación con la estructura al igual que con los materiales de enseñanza. Después de 1945 la *orientación del Soviet* cambió para convertirse en algo determinante,

infringiendo varios esfuerzos negativos a la totalidad de la educación superior. La determinación centralizada de reclutamientos, los exámenes unificados de admisión, el currículum rígido y el cumplimiento forzado de las demandas a corto plazo de la industria eran las características principales de este sistema. Un trabajo garantizado se aseguraba a los graduados con un salario igual el cual resultaba en una perspectiva limitada de las carreras y baja motivación para los estudiantes. A pesar de estos efectos negativos la educación en ingeniería conservó *varios elementos positivos* de sus predecesores, tal es el ejemplo de la fuerte base teórica en entrenamiento, buenas habilidades en el diseño de producto y planeación de proceso. Este entrenamiento difícil y altamente especializado en muchos campos creó ingenieros bien educados técnicamente quienes ganaron el respeto de los ingenieros y gerentes del Occidente.

El antecedente industrial también fue muy contrastante en este período. El mercado cerrado de los países anteriormente socialistas separó artificialmente las empresas e instituciones de investigación del estilo progresivo de la industria occidental, especialmente de los resultados de la "revolución electrónica" (el desarrollo de la industria de computación y las áreas conectadas). La estructura de las plantas industriales también era poco saludable: debido a la baja disciplina en cooperación producían todo ello solos, no existía especialización para producir elementos estandarizados, como por ejemplo, pernos, pines y otras piezas de máquina comúnmente utilizadas. En estas circunstancias, los ingenieros tenían que "ser parte de todos los comercios" en sus trabajos, lo cual creó - en algunos casos - expertos excelentes de las personas más talentosas.

El nivel de grados y cantidad de ingenieros dentro de la educación superior también es un tema delicado. Por convención, la educación superior húngara -similarmente a la de Alemania, Holanda, Noruega y otros países - tiene una estructura dual, es decir, un sector independiente de la universidad y un tipo de sector politécnico no universitario existen ofreciendo grados en M en Ingeniería y B

en Ingeniería respectivamente. La educación universitaria principalmente se basa en la teoría y la educación politécnica se orienta a la práctica. La relación de los dos sectores es aproximadamente el 50 y 50% dentro del total de educación en ingeniería lo cual está en buena correlación con aquél de los países bien desarrollados de Europa Occidental. El peso de la educación en ingeniería dentro de la educación superior es de 20 a 22%. En la comparación internacional corresponde a las relaciones más altas (Finlandia 22%, Dinamarca 19%, Suecia 17%) en contraste con otros países donde esta relación es inferior (Holanda 13%, Noruega 13%, Austria 11%). De estos hechos podemos concluir que la cantidad de estudiantes corresponde a los valores superiores en cifras internacionales y por lo tanto no hay necesidad de cambiarlas en forma significativa.

El efecto de los cambios políticos en la industria y educación

Cambios recientes en la década de 1990 han causado efectos positivos y negativos en la sociedad y en la posición de los ingenieros en ella. El colapso del sistema económico anterior inició una fuerte decadencia en la producción, a medida que varias plantas industriales se cerraron y las actividades convencionales de ingeniería fueron significativamente restringidas. En cambio de los productos húngaros originales, que fueron desarrollados y producidos en casa, los competidores han suministrado al mercado doméstico sus propios artículos, y los nuevos propietarios de las empresas privatizadas han dejado de hacer la producción de los anteriores. Estas nuevas empresas generalmente no necesitan la cooperación de los ingenieros húngaros en diseño de productos y planeación de procesos; utilizan a éstas únicamente en la adaptación de los métodos de manufactura transferidos y en el control de producción. La transferencia de tecnología ha sido acelerada, lo cual ha producido un efecto positivo en la economía húngara pero las pérdidas causadas por el colapso inesperado de la industria doméstica también son importantes.

En este período de transición, la educación en ingeniería enfrenta nuevos retos. Se ha hecho

rápidamente obvio para las instituciones que la forma convencional de pensamiento no se acopla a las nuevas demandas; la falta de administración moderna, habilidades de comunicación, competencia social y el bajo nivel de conocimiento de idiomas extranjeros crean sorprendentes dificultades para los graduados en el mercado laboral. Al mismo tiempo el romance de una buena base teórica y habilidades técnicas de los ingenieros también desapareció cuando los profesores de ingeniería se dieron cuenta de los importantes atajos en los temas de enseñanza tales como ingeniería contemporánea y materiales, método de planeación ayudados por computador y procesos de manufactura. Estas experiencias lentamente han convencido a las personas responsables de la educación en ingeniería de la necesidad del cambio. La pregunta es ¿cómo lograr la solución óptima bajo condiciones de cambio rápido?

Los objetivos de la industria húngara y educación en ingeniería

El objetivo a corto plazo de la política húngara es superar la crisis social y económica actual la cual es más seria de lo que estaba en la década de 1930. Paralelo con la crisis administrativa, el país tiene que prepararse para unirse a la Unión Europea a principios del siglo XXI. La ejecución de esta decisión política exige una serie de pasos bien armonizados hacia la economía de mercado que en consecuencia influye en la educación superior.

La única posibilidad para el progreso en la industria es la *innovación*, ello involucra las siguientes actividades: investigación científica y desarrollo, alto nivel de educación y servicios adecuados de investigación y desarrollo. Dependiendo del nivel de estas actividades existen países que pueden crear nuevos resultados (innovadores) y otros que los importan (receptores). En la posición actual y nivel de industria, Hungría está más inclinada a ser un receptor que un país innovador. La transferencia de tecnología y la adaptación de nuevos métodos de manufactura y procesos son los elementos fundamentales del progreso en los países receptores pero estas actividades requieren el mantenimiento del potencial de investigación científico del país por los siguientes motivos:

- Estar en capacidad de recibir tecnología actualizada.
- Permanecer compitiendo en las industrias nacionales convencionales.
- Satisfacer demandas especiales domésticas.
- Mantener a los investigadores en casa (proteger contra drenaje-cerebral)
- Brindar efectos benéficos en la industria en ciertos campos donde las condiciones sean ventajosas.

Los factores anteriormente mencionados determinan las dos metas principales de la educación en ingeniería húngara que son las siguientes: educar ingenieros que estén en capacidad de *adaptar* los nuevos desarrollos y tengan suficiente creatividad *para encontrar nuevas soluciones* a los problemas especiales de la industria en casa. Los requisitos para los graduados pueden derivarse de las metas relacionadas con las *habilidades personales* [1]:

- Habilidad para asimilar conocimientos
- Habilidad para aplicar conocimientos
- Habilidad para comunicarse
- Habilidad para tomar decisiones
- Habilidad para reconocer las consecuencias económicas y sociales de las decisiones

Estas habilidades forman la imagen de un "Ingeniero Europeo" como lo cita el autor de la publicación [1]. Esta idea no se materializa si analizamos seriamente la educación de ingeniería en Europa. Cada país tiene su propio carácter nacional y los sistemas educativos y métodos brindan un cuadro colorido. La educación liberal británica está lejos de la disciplina alemana, y el currículum español de seis años de duración no puede compararse con los cursos más cortos que existen en otros países. A pesar de esta diversidad, la educación en ingeniería tiene una tendencia de desarrollo aceptada internacionalmente (ver [2] para el ejemplo) seguida por la mayoría de las instituciones - que sirven al mismo tiempo al carácter nacional de su educación. Las universidades húngaras y los politécnicos tienen que seguir estas tendencias y los profesores de ingeniería tienen que implementar todos los nuevos métodos y resultados que ayuden a modernizar su educación.

¿Cómo lograr las metas?

Los siguientes pasos deben ser considerados por parte de las instituciones como un posible plan de acción:

1. Diversificación del nivel de grados
2. Actualización del currículum y materiales de enseñanza
3. Introducción de nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje
4. Implementación de Evaluación de Calidad de la Educación
5. Motivación de los miembros del personal y estudiantes

El *nivel de grados* - como fue presentado en la consideración general histórica - y el *sistema dual* de la educación de ingeniería húngara está de acuerdo con las convenciones del Occidente Europeo. Solamente un aspecto tiene que considerarse: un ciclo corto (2 años) de entrenamiento el cual existe en la mayoría de los países bien desarrollados. Con la diversificación de los grados húngaros, este tipo de educación podría introducirse parcialmente con resultados directos en el mercado laboral y parcialmente continuando los estudios a nivel de licenciatura o cursos de grado de Master. El grado en Ph.D también faltó en esta paleta en el pasado. Este fue introducido por la nueva Ley de Educación Superior en 1993 y las primeras experiencias han sido evaluadas recientemente.

Los materiales de enseñanza del *currículum* y los métodos sirven para el desarrollo de las habilidades de los ingenieros anteriormente definidas. En contraste con el modelo de ingeniero "socialista", las habilidades a la medida no se enfatizan, sino más bien la preparación de los graduados para una carrera de ingeniería. Por este motivo, los materiales de enseñanza y el currículum necesitan una modernización; además de los antecedentes fuertemente teóricos y los temas técnicos actualizados, debe brindarse un especial cuidado a áreas tales como mercadeo, habilidades de comunicación, habilidad de trabajo en equipo, etc. La buena comunicación en idiomas húngaro y extranjeros (comunicación verbal y escrita) es enfatizada debido a que ayuda a

la integración de la industria húngara al mercado mundial. Los computadores son herramientas determinantes en el entorno de aprendizaje y los estudiantes tienen que usar los software que son una parte importante de la práctica en ingeniería (editores de texto, hojas de cálculo electrónicas, presentaciones, CAD/CAM, etc.)

Todas estas habilidades se pueden enseñar por medio de *nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Por convención, en la educación superior húngara el aprendizaje pasivo era lo dominante en el pasado. La educación en ingeniería para el mañana se basa en el trabajo independiente por parte de los estudiantes - "no en enseñar sino en aprender". El trabajo de proyecto de los estudiantes puede ser el medio más importante en este proceso, ya sea en estudios teóricos o en los prácticos también [3]. La importancia del trabajo en equipo también se enfatiza, los estudiantes tienen que trabajar en situaciones donde ya sea que desempeñen la labor de miembros de un equipo o actúen como líder del equipo. Estas actividades desarrollan habilidades de comunicación igualmente. Las presentaciones en multimedia y el aprendizaje ayudado por computador (CAL) son también parte de la nueva estrategia de aprendizaje a medida que algunos experimentos notables han llamado su atención en relación a su efectividad.

La *calidad de la educación* es uno de los temas más frecuentemente discutidos en la vida educativa internacional. En la perspectiva a mayor término, las normas comunes de calificaciones estarán formadas dentro de la Unión Europea y en todo el mundo [1,2]. La educación en ingeniería húngara tiene que seguir las tendencias relacionadas a los sistemas de garantía de calidad institucional. El establecimiento del Comité de Acreditación Húngaro ayuda a este proceso, y los requisitos y pautas de acreditación nacional han sido recientemente elaborados.

Personal de enseñanza y los estudiantes tienen que estar involucrados en el proceso; sin su contribución, la reforma educativa no puede lograr sus metas. El control directo de los participantes fue

la dominación en el pasado, pero en su lugar la cooperación es lo que actualmente se está enfatizando. Más independencia debe brindarse a los miembros del personal para encontrar las mejores soluciones en su propio campo.

Analizando las cinco acciones anteriormente mencionadas, la última es la más importante en las circunstancias húngaras. Las otras son esfuerzos más o menos comunes en los países desarrollados, y como requisito general el compromiso del personal también se menciona en ellos. Pero la actitud de los miembros del personal en los países anteriormente socialistas es completamente diferente de aquellos quienes han pasado sus días en una economía de mercado. Los miembros del personal húngaro requieren mayor apoyo en el desarrollo de sus propias habilidades inicialmente, tales como pensamiento independiente, toma de decisiones, auto administración, etc. Ellos tienen que reentrenarse en su campo especial y en administración general.

La motivación de los estudiantes es la otra cara de la moneda que tiene similares problemas al igual que el caso del personal. La forma de pensar convencional también muy fuerte entre ellos ya que únicamente el grado mismo era importante en el

pasado, no los conocimientos. Una motivación superior puede ser lograda únicamente si les espera una verdadera perspectiva de carrera. Ellos tienen que convencerse de que la única manera de lograr sus metas es el permanente y continuo desarrollo de sus habilidades personales.

Resumen

La educación en ingeniería enfrenta las nuevas demandas de una sociedad industrializada. Las tendencias internacionales de desarrollo determinan fundamentalmente la estrategia de las instituciones de educación en ingeniería húngaras pero la situación nacional especial debe igualmente ser considerada. Superando la presente crisis, la educación húngara tiene que satisfacer los requisitos del mercado de la economía moderna como miembro de la Unión Europea y como parte integral del mercado mundial. En el proceso de innovación de la industria, la adaptación de resultados internacionales será dominante y la investigación tiene que ayudar en este proceso. Las universidades y los politécnicos tienen que educar a los ingenieros quienes se convertirán en personas vitales del proceso de innovación.



Referencias

1. Thornburn, S.: The Synthesis of the European Engineer. European Journal of Engineering Education, Vol.17, No.4, 1992. p.333.
2. Macleod, I.A.: The Competence of an Ingenieur. European Journal of Engineering Education, Vol.17, No.4, 1992. p.361.
3. Kjersdam, F.: Tomorrow's Engineering Education - The Aalborg Experiment. European Journal of Engineering Education, Vol.19, No.2, 1994. p.197.

IMAGINERIA: EDUCACION Y EL PROCESO CREATIVO

Berenice D. Bleedorn
PhD. Profesor y Director Emérito
Instituto para Estudios Creativos
Universidad de St. Thomas

Resumen

Este documento examina la relación entre la ciencia de ingeniería y la función de la educación en la preparación de la excelencia en ingeniería. Tiene sentido ser un caso para adicionar a la educación formal la enseñanza específica de procesos de pensamiento creativo. Presenta una visión general de los elementos de pensamiento creativo, por ejemplo: persona, proceso, producto y prensa. Finalmente, trata sobre la relación entre la ingeniería y la intuición.

El reto de "reestructurar la educación en ingeniería para satisfacer las necesidades mundiales" es formidable y representa una pieza importante del reto básico de la reestructuración de toda la educación. Inclusive más fundamental que esto es el reto a la educación de la enseñanza y aprendizaje de una forma totalmente nueva de pensamiento para un nuevo tipo de mundo (Bleedorn, 1992). Vincent Ruggiero dijo: "El pensar es un arte con sus propios propósitos, normas, principios, reglamentos, estrategias y precauciones. Y es un arte que vale la pena aprender porque todo lo importante que hacemos está afectado por nuestros hábitos mentales" (Ruggiero, 1988).

Este documento ha sido diseñado para analizar las relaciones que existen entre la ciencia y la ingeniería y la función de la educación y la preparación de excelencia en ingeniería; además, trata de lograr un caso para adicionarlo a la educación formal con enseñanza específica de los procesos de pensamiento. Exige un cambio radical, interactivo, el mundo caótico requiere nuevas percepciones, usos creativos de la mente en la totalidad del espectro de las disciplinas académicas. Una conferencia realizada en M.I.T en julio de 1994, tuvo como tema "El Mejoramiento de la Calidad de Pensamiento en un Mundo Cambiante". Más de mil personas de todas partes del mundo y representando a la totalidad de las especializaciones se reunieron en una comunidad integrada para pensar sobre los procesos del pensamiento y también sobre temas creativos, críticos, paradójicos, globales, futuristas, sistémicos y muchos más.

Durante muchos años la educación americana (y, principalmente, el proceso de educación en el mundo entero), ha prestado poca atención a los estudios de la mente, sus trabajos y su potencial. El aprendizaje era realizado y practicado con un mínimo de atención a las diferencias individuales y a los estilos de aprendizaje y de pensamiento innatos. El currículum se enfocaba en las habilidades básicas de la enseñanza, hechos,

fórmulas y pensamiento de la "respuesta correcta". Los registros escolásticos y los premios han favorecido a los estudiantes que demostraban su buen desempeño en pruebas estandarizadas y en estadísticas comparativas basadas en la curva bell.

La organización de las universidades ha apoyado la especialización en campos aislados de estudio con poca consideración oficial para la integración de ideas y la percepción de la realidad de conocimiento como un sistema organizado de extremo abierto. El desarrollo de la capacidad humana natural para explorar, experimentar, descubrir nuevos patrones y crear nuevos productos ha sido, para la mayoría de los estudiantes, dejado al azar.

Durante muchos años la literatura educativa en relación con la atención a la importancia de las diferencias individuales y la naturaleza integradora del aprendizaje ha sido lenta en su movimiento del papel y los pronunciamientos a las aplicaciones y práctica realistas. Ciertamente, hasta hace poco la polarización entre las facultades de ingeniería y las facultades de educación había sido poco desarrollada. Las palabras de precaución de Buckminster Fuller se han aplicado en el sentido en que la actual urgencia de especialización está haciendo que nosotros perdamos el sentido del sistema total y nuestro lugar individual dentro de él. Ahora, las complejidades globales intrincadas de un nuevo tipo de "desorden" mundial está exigiendo cambios en el paradigma a nuevas responsabilidades de educación institucionalizada en todos los niveles y campos del aprendizaje incluyendo la educación en ingeniería. El satisfacer las necesidades del mundo exige que todas las instituciones y los participantes en el cambio de la etapa mundial cambien también su pensamiento a una nueva dirección.

La buena noticia es que las separaciones y polaridades están encontrando formas de unirse para un mutuo crecimiento. Esta conferencia mundial de Educación en Ingeniería es una oportunidad para traer a un grupo de científicos y educadores para poder hablar sobre nuevas formas de pensamiento en la totalidad de los espectros de especialización.

Un argumento convincente puede lograrse debido a la importancia de la enseñanza específica de los procesos de pensamiento creativo, como un vehículo para lograr relaciones productivas de las tradiciones de las ciencias cuantitativas exactas con mayor calidad de estudios creativos dentro de psicología educativa y ciencias de comportamiento. Una fuerza de trabajo de pensadores creativos y personas que tienen capacidad de solución de problemas podría adicionar una fuerza vital positiva al mercado global competitivo de productos y servicios.

Este panel de "Imaginería" mismo representa una síntesis de diferencias. El término combina la ingeniería de la disciplina científica con el uso de la imaginación a través de la disciplina educativa de la creatividad. El panel representa una integración de educadores creativos y de practicantes creativos del mundo corporativo "real". los miembros del panel son:

Stan Nyquist, Director del Programa MBA,
Universidad de St. Thomas

Ron Bennett, Departamento de Ingeniería,
Universidad de St. Thomas

Art Plium, de la Empresa 3M

Susan Linscott, General Mills

Presidente: Berenice Bleedorn, Profesor de
Estudios Creativos y Director Emérito,
Instituto de Estudios Creativos, Universidad
de St. Thomas

Hay señales positivas de que nuevas y creativas formas de enseñanza y aprendizaje están encontrando su camino en los catálogos de cursos universitarios. Desde el punto de vista de un "empresario educativo" puedo reportar que hace 15 años cuando yo introduje los cursos de Creatividad y Solución de Problemas en la Educación de Graduados, Empresarios y Comunicación de Negocios, la Universidad de St. Thomas fue una de muy pocas instituciones a nivel superior que ofreció crédito académico por cursos que específicamente enseñaban el proceso del pensamiento creativo. En el nivel de pregrado el curso ha sido exigido en el programa de empresarios. Desde ese tiempo la proliferación de cursos en universidades que

deliberadamente enseñan creatividad y otros procesos de pensamiento a nivel superior ha sido dramático. Al mismo tiempo, los programas de entrenamiento y desarrollo en la comunidad de negocios ha continuado expandiéndose.

La base para el reconocimiento de la Creatividad como disciplina académica es el resultado de 40 años de trabajo en la Fundación de Educación Creativa en Buffalo, Nueva York. El Instituto de Solución de Problemas Creativos anual en la Universidad de Buffalo atrae más de 900 participantes de todas partes del mundo y junto con el Departamento de Estudios Creativos de SUNY Buffalo, el centro para investigación, recursos y desarrollo de liderazgo en la disciplina emergente de Creatividad (Isaksen, S., y colaboradores 1993, Joyce, M. y colaboradores, 1995).

Un ejemplo interesante de las dimensiones globales de la creatividad aplicada viene desde Sudáfrica donde nuevas formas de pensamiento y solución de problemas creativos están contando con efectos positivos políticos y sociales en ese país en su reto para crear una nueva sociedad integrada. Una reciente publicación en *El Espíritu de Administración de Transformación de Africa* (Lovemore y Maree, 1995) describe el concepto africano de "Ubuntu", un proceso de pensamiento creativo a nivel de paradoja que armoniza las diferencias y percibe el lugar de trabajo como un sistema integrador interactivo. En septiembre de este año la primera Conferencia Internacional de Creatividad en Sudáfrica se reunirá en la Universidad en Bloemfontein. El tema de la Conferencia es "Creatividad por Elección, no por Azar". El director de la Conferencia es el Dr. Kobus Neethling, cuya preparación para liderazgo creativo incluye estudios en este país con el Dr. E. Paul Torrance, Profesor Emérito de la Universidad de Georgia y autoridad internacional, pionero en Creatividad.

El tema de la Conferencia Sudafricana reconoce que la creatividad es demasiado importante para ser dejada al azar y que las exigencias de un mundo radicalmente cambiante y del mercado requieren activación de los talentos creadores e innovadores

de todas las personas. A la luz de la educación en liderazgo en muchos lugares se está eligiendo reconocer la creatividad como "una nueva psicología" y se incluye la enseñanza específica de la creatividad a través del curriculum (Swede, 1993).

Un buen pensamiento tiene una influencia directa en una buena ingeniería. Brinda acceso a un incomparable poder de imaginación al igual que a la estricta disciplina y cuidado de la ciencia de la responsabilidad. Las universidades tradicionalmente han educado a los ingenieros para retener las fórmulas y el método científico. Los temas técnicos han tomado plena precedencia sobre la enseñanza de procesos de pensamiento creativo y otros procesos de pensamiento que resultan en nuevo diseño de productos, inventos, mejoramiento de productos, rediseño de procesos, reducción de desechos y más.

Un ejemplo de la relevancia de la educación creativa para la inventiva se logró definir claramente cuando Charles Remke, un examinador de patente retirado de la Oficina de Patentes de los Estados Unidos, auditó a la clase de pregrado sobre Creatividad y Solución de Problemas hace unos cuantos años en la Universidad de St. Thomas en St. Paul. Su conciencia sobre el número rápidamente decreciente de patentes que se estaban expidiendo para los inventores americanos se ha convertido en un tema de preocupación. Cuando descubrió la naturaleza del curso de creatividad, herramientas para estimular la producción de ideas y el entusiasmo de los estudiantes en las sesiones de práctica, vio una conexión. Se convirtió en un incansable abogado de nuevas formas de identificar y cultivar talentos creativos a través del sistema establecido de educación, tomando este argumento de un libro publicado por Arnold Skromme con el título, "Memorización no es Suficiente" (Skromme, 1989).

Gradualmente, la aplicación del concepto de múltiples inteligencias "Más allá del IQ" busca cómo adaptarse a la experiencia escolar. El libro "Plan de 7 Habilidades" de Arnold Skromme (1989) identifica siete cualidades de inteligencia que la educación debe reconocer y desarrollar: Académica, Creativa,

Destreza, Empatía, Juicio, Motivación y Personalidad. De la lista, el factor de creatividad tiene la mayor acumulación sustantiva de investigación académica, metodología, recursos y estrategias específicas de salón de clase para cursos completos al igual que para componentes de otros cursos.

La enseñanza del proceso de pensamiento creativo y solución de problemas en cualquier área de contenido académico empieza con la consideración de que el nuevo pensamiento se enseña mejor cuando las experiencias directas de aprendizaje con propósito, son una parte esencial del plan y cuando existe un equilibrio entre el pensamiento serio y aquel de juego. El contenido del curso cubre cuatro factores interrelacionados (Bleedorn, 1995):

1. Persona Creativa
2. Proceso Creativo
3. Producto Creativo
4. Prensa Creativa (Clima o Entorno)

Persona Creativa

La investigación ha demostrado que el dominio cognoscitivo de la creatividad se puede medir (Torrance, 1967). Se incluyen los factores cognoscitivos de:

- Fluidez (rápida producción de nuevas ideas y conexiones)
- Flexibilidad (capacidad ampliamente basada para reconocimiento de relaciones remotas y perspectivas de cambio)
- Originalidad (Algo único y útil)
- Elaboración (Atención a detalles y refinamiento)

La premisa básica de que todos somos creativos ha sido bien establecida. Sin embargo en el caso de la persona altamente creativa, ciertas características de comportamiento se aplican: Curiosidad, Independencia, Toma de Riesgo, Tolerancia de la Ambigüedad, Preferencia de la Complejidad, Intuición, Sensibilidad a los Problemas, Habilidad para Visualizar, Persistencia y más. La naturaleza paradójica de la persona altamente creativa puede

contribuir en gran parte en un departamento de ingeniería o en una organización al mismo tiempo que amenaza y confunde los sistemas altamente estructurados de "El Cerebro Izquierdo" de las personas.

Proceso Creativo

Aunque la mente/cerebro humano tiene una calidad de misterio, gran parte se ha aprendido sobre el proceso por medio del cual surgen nuevas ideas y se solucionan problemas. El Proceso Creativo de Solución de Problemas Parnes Osborn sigue un progreso natural de seis etapas: 1) reconocimiento del problema o reto; 2) recolección de hechos y datos relevantes; 3) cuidadosa definición del "problema real"; 4) generación de cantidades de ideas para posibles soluciones; 5) análisis crítico de las alternativas de las ideas más promisorias basado en criterios relevantes y 6) desarrollo de un plan para colocar en operación la mejor idea.

Este sistema de solución de problemas se puede aplicar y practicar individualmente o en grupos. Las autoridades sugieren que la creatividad en la demanda y la práctica en grupo, se relaciona con resultados de creatividad secundaria; los procesos más individualizados y no directivos de una mente preparada probablemente producen mayores desarrollos y principales actividades creativas para entender y descubrir aquello que caracteriza la creatividad primaria.

Producto Creativo

Se está haciendo una distinción por parte de muchas personas en relación de la definición de creatividad. La diferencia se alega entre el proceso de "pensamiento creativo" y el proceso total de "creatividad". Se sugiere que el pensamiento creativo produce una nueva idea y esto es el inicio de la creatividad; pero traducir la idea a un nuevo producto concreto o a un procedimiento o a una comunicación original o alguna otra interpretación tangible del original enseñado, se requiere para

terminar un acto de creatividad. Algunas autoridades insisten en que el verdadero producto creativo también cumple con los criterios de utilidad. Susan Besemer (1995) ofrece un listado de 14 criterios para la evaluación del valor relativo de un producto creativo.

Su lista incluye:

- Novedad (¿Original? ¿Transformaciones? ¿Germinal? ¿El producto genera otras ideas relacionadas?)
- Resolución (Función, ¿Hace lo que se supone que debe hacer?)
- Valor (¿Estético? ¿Monetario?)
- Elaboración y Síntesis (¿Atractivo? ¿Estilizado?)
- Complejidad
- Elegancia, Simplicidad.

¿Cómo sabe que el producto es verdaderamente "creativo"? La respuesta no es definitiva todavía.

Prensa Creativa

El cuarto factor en la enseñanza y aplicación de la creatividad recientemente se ha identificado como "Prensa Creativa", es decir, el medio ambiente o clima experimentado por el creador. Ambos climas externo e interno se incluyen en el concepto de prensa. Los factores ambientales externos que aumentan la creatividad incluyen: autonomía para los empleados, apertura y flexibilidad en una estructura organizacional, el uso de equipos de múltiples funciones, información a través de sistemas de comunicación abiertos y recursos fáciles de adquirir. Reto, libertad, apoyo de ideas, disponibilidad de juego y toma de riesgo, también han demostrado en las investigaciones que se dan en la prensa creativa.

El concepto de prensa interna es entendido como que incluye la etapa personal de la mente presente en el individuo y el nivel actual de stress o ansiedad experimentada al momento de hacer el esfuerzo creativo. Las realidades o percepciones del valor personal pueden negar cualquier esfuerzo por parte de la administración para lograr un "clima de creatividad".

Existe un factor adicional relevante a la creatividad que ha tenido menos atención formal en estudios de ingeniería y creatividad. Es la realidad de la mayor conciencia y la mayor creatividad posible muchas veces no reconocida en la mente humana. Art Plim, inventor y miembro del personal de la Empresa 3M en St. Paul, Minnesota, ha brindado la siguiente descripción de la función de la institución en los procesos de ingeniería e invención.

Ingeniería e intuición

Generalmente es un shock para los estudiantes de ingeniería descubrir que un pequeño porcentaje de las decisiones se toman con base en los cálculos que involucraron tanto tiempo de estudio en el colegio (Informe de Diseño de Ingeniería, 1945).

Como lo sugiere, muchos de los métodos para descubrir nuevas ideas o crear nuevos conocimientos en las ciencias no están basados en cosas calculables. En cambio surgen de la visualización, especulación, prueba creativa de hipótesis, diagramas, verbalización, etc.

Frecuentemente podemos hacer inventos y crear cosas inicialmente cuando no tenemos idea de los principios que existen detrás de ellas.

¿Cómo podemos lograr este trabajo? Una de las más poderosas herramientas de la mente humana es la habilidad para hacer conexiones y asociaciones incluso ante la ausencia de lo que parecería ser una información adecuada. Una descripción general del resultado deseado se crea/diagrama en nuestro pensamiento en una forma suelta con algo de marco de referencia de restricción, como una inercia decisiva. Luego empezamos a adicionar información al marco de referencia general, probando su validez en muchas formas diferentes.

Empieza a surgir un cuadro ya sea que se trate de un nuevo puente, shampoo para el cabello o una área. A medida que el concepto se hace más claro, entonces podemos aplicar la métrica usada para definir y clasificar los resultados.

Intuitivamente sabemos que no todos los conceptos conjurados van a acoplarse a nuestro escenario deseado o pueden ni siquiera ser válidos. Nuevamente aunque nuestra creatividad e intuición combinada con un fuerte sentido de integridad intelectual, encontramos nuestra forma para poder lograr tener información que parecería contradictoria para brindar una dirección útil.

Es importante reconocer y celebrar que la fase inicial del proceso de diseño que favorece el nuevo concepto ha sido dada. Resistiéndose al cierre de una decisión prematura que frecuentemente la acompaña, espacio para explorar y entender que lo que nosotros estamos tratando de lograr es prohibido. Desde este trabajo fundamental los nuevos y útiles inventos se realizan en forma científica y estética.

Un libro excelente que explora la noción con mayor profundidad es "Ingeniería en el Ojo de la Mente" por Eugene F. Ferguson.

Conclusión

La reestructuración de la educación en ingeniería para satisfacer las necesidades mundiales exigirá una gran transformación de LIDERAZGO - flexible, abierto, integrador y que confíe en la diversidad. Será bastante diferente de la ADMINISTRACION tradicional de arriba hacia abajo (Bleedorn, 1988). El reto mucho mayor de mejorar la calidad de pensamiento en todos los niveles de especialización e instituciones es una tarea difícil, pero es posible. Se ha dicho que "éste es un tiempo de crisis y oportunidad y que se trata de una transición. La crisis del mundo es la crisis suya y mía. Este movimiento está tratando de crear formas sanas para llevarnos al siglo XXI ... y cumplir, podemos reunirnos en un microcosmos donde nos encontremos con aquellos comprometidos en ese esfuerzo o en el único juego importante" (Davidowitz).

Referencias

1. Besemer, S.P. (1995) *How Do You Know It's Creative?* In: J. Michael, et. al. (Eds.) *An Introduction To Creativity*. Acton, MA: Copley Publishing Group.
2. Bleedorn, B.D. (1992) *New Think for the future: Educating the Global Brain*, In: Richards, T. et. al. (Eds.) *Creativity And Innovation: Quality Breakthroughs*. Delft, The Netherlands: Innovation Consulting Group TNO.
3. Bleedorn B.D. (1993) *Toward an Integration of Creative and Critical Thinking*. In: *American Behavioral Scientist*, Vol. 37, No. 1. Thousand Oaks, CA: Sage Periodicals Press.
4. Bleedorn B.D. (1988) *Creative Leadership for a Global Future: Studies and Speculations*. New York: Peter Lang Publishing Co.
5. Crowell, S. (1989) *A New Way of Thinking: The Challenge of the future*. In: *Educational Leadership*, September, 1989.
6. Isaksen, S.. et. al. (Eds.) (1993) *Nurturing and Developing Creativity: The Emergence of a Discipline*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
7. Lovemore, M. And Maree, J. (1995) *UBUNTU: The Spirit of African Transformation Management*. Pretoria, South Africa, Sigma Press.
8. Joyce, M. et. al. (1995) *An Introduction to Creativity*. Acton, MA: Copley Publishing Group.
9. Ruggiero, V. (1988) *The Art of Thinking: A Guide to Critical and Creative Thought*. New York: Harper and Row.
10. Swede, g. (1993) *Creativity: A New Psychology*. Toronto, Ontario: Wall and Emerson, Inc.
11. Skromme, A. (1989) *Memorization is not Enough: The 7-Ability Plan*. Moline, Ill: Self Confidence Press.
12. Torrance, E.P. (1979) *The Search for Satori and Creativity*. Buffalo, NY: Creative Education Foundation.

TEMAS SOCIALES - ETICOS QUE CONFRONTAN LOS PROFESORES DE INGENIERIA, ESTUDIANTES Y PRACTICANTES

W. Pennington Vann

Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería Civil
Texas Tech University, Lubbock, Texas

Enno "Ed" Koehn

Profesor y Presidente, Departamento de Ingeniería Civil
Universidad Lamar, Beaumont, Texas

Resumen

La Etica de Ingeniería puede definirse como el estudio de los temas morales de ingeniería. Según algunos filósofos la ética se puede dividir en cuatro teorías primarias: Etica de los Derechos, Etica del Deber, Utilitarismo y Etica de la Virtud.

En general, los estudiantes de ingeniería con mínima experiencia de trabajo se encontró que calificaban, con dos excepciones, la frecuencia y seriedad de los temas éticos en menor escala que los estudiantes que tenían una práctica y experiencia mayor en ingeniería, y menor que los siguientes grupos de ingeniero de la universidad: miembros de Texas Consulting Engineers Council (CEC), los miembros y Decanos de la Junta de Registro de Texas, ingenieros practicantes y profesores de ingeniería. Las dos excepciones, abuso de drogas y bebidas alcohólicas, y la incapacidad de proteger el entorno, fueron calificadas más alto en la frecuencia pero no en la seriedad. Entre los doce problemas éticos estudiados, tres temas, Incompetencia Técnica o No Adecuada Representación de Competencia, Incapacidad de Proteger la Salud Pública, Seguridad o Bienestar, y la Deficiente Calidad en el Trabajo son considerados serios por todo el personal de ingeniería.

Se ha alegado que la ética no puede ser enseñada a los estudiantes universitarios o a los adultos. Sin embargo, existe evidencia de que las presentaciones formales e informales son bien recibidas. Efectivamente, numerosas universidades ahora ofrecen cursos en ética y profesionalismo. Además la industria ha demostrado que las claras normas de conducta ética se necesitan permanentemente en sus operaciones cotidianas.

Introducción

Las organizaciones de ingeniería, académicas e industriales, desde hace tiempo han estado interesadas en una aplicación efectiva del profesionalismo y la ética de la ingeniería. Recientemente, sin embargo, estos temas han sido tratados con mayor atención en numerosos artículos y libros que se han escrito sobre el tema. Además, las universidades han expandido sus cursos ofreciendo este tema. La industria también ha establecido oficinas/departamentos que colaboran con sus empleados para tratar los dilemas profesionales y éticos antes de que se conviertan en áreas de problema.

Este documento revisa varias teorías éticas y presenta pautas que pueden ser seguidas para promover ética y profesionalismo en el lugar de trabajo. Además presenta los resultados de un estudio de estudiantes de ingeniería relacionado con la ética de ingeniería y el profesionalismo y compara los hallazgos con estudio previo que involucra a profesionales de la ingeniería.

Ética y teorías éticas

La ética en ingeniería se puede definir como el estudio de temas morales en ingeniería. Existe un número de palabras, sin embargo, tales como moral y legal, que frecuentemente se utilizan en relación con la ética y tienen diferentes significados. Por ejemplo, un juicio moral puede ser una decisión hecha de acuerdo a algunas normas aceptadas sobre el bien y el mal. En este aspecto, la ética debe ser considerada como una disciplina que trata con lo que está correcto y lo que está mal y/o una obligación moral o una obligación de cumplir con un grupo de normas tales como el código de ética de ingeniería. Legal se define como obedecer la ley.

La ética según algunos filósofos, se puede dividir en cuatro teorías éticas principales y cuatro secundarias:

1. Ética de los derechos -

Un acto es moralmente correcto cuando respeta derechos relevantes a una situación;

2. Ética del deber

Un acto está correcto cuando cumple con su deber;

3. Utilitarismo

Una acción correcta consiste totalmente en producir buenas consecuencias;

4. Ética de la virtud

Las personas son moralmente buenas cuando su carácter es virtuoso según se expresa en las acciones, actitudes y relaciones.

Las cuatro teorías secundarias pueden ser consideradas como:

1. Egoísmo ético

Un acto es correcto cuando maximiza el interés propio;

2. Egoísmo corporativo

Un acto es aceptable cuando maximiza el interés de una empresa;

3. Relativismo ético

Un acto es correcto cuando es aprobado por un grupo;

4. Ética de ordenes divinas

Un acto es correcto cuando es aprobado por Dios.

Puede asumirse que los conocimientos de diversas teorías éticas ayudan a aclarar las consideraciones morales y ayuda en la promoción de un marco de referencia para defender las consideraciones éticas. Esta información puede también ser usada por las personas para fortalecer su habilidad para reconocer temas morales y sensibilizarse a perspectivas morales alternas.

Frecuencia y seriedad de los temas éticos

La tendencia en la ingeniería en los Estados Unidos parece cada vez más estar dirigida a realizar los

negocios en forma de equipo. Para que este abordaje tenga éxito, se necesita que los graduados en ingeniería hayan sido educados para asumir una amplia gama de responsabilidades. Entre los temas, de los cuales se recomienda tengan conocimiento adicional, está la ética en ingeniería y el profesionalismo. Efectivamente ha sido percibido por algunos ingenieros que el público reconoce que la moralidad tradicional no es suficiente para garantizar la conducta ética y para proteger la salud pública, el bienestar y la seguridad.

Con el fin de mejorar los conocimientos en ética de ingeniería y profesionalismo, el Centro Murdough para Profesionalismo en Ingeniería en la Universidad Texas Tech ha concedido un donativo para el desarrollo del Texas State Board of Registration para Ingenieros Profesionales. Una de las actividades del Centro Murdough ha sido distribuir una encuesta relacionada con doce temas éticos que pueden confrontar los ingenieros practicantes. Los hallazgos iniciales del estudio, que fue desarrollado por el Dr. W. P. Vann de Texas Tech University y el Dr. P. A. Vesilind de la Universidad de Duke, fueron publicados en el newsletter del Centro Murdough. Un estudio similar también fue distribuido a los estudiantes que participaban en un seminario de ingeniería ética en la Universidad de Lamar. Los hallazgos se suministran en las Tablas 1 y 2. En estas tablas, las cifras mayores representan una mayor frecuencia, mayor seriedad. Por ejemplo, para la baja frecuencia o seriedad $n=1$ y para la alta frecuencia o seriedad $n=7$.

Los estudiantes que participaron en el estudio incluyeron aquellos que no habían tenido una gran experiencia en ingeniería al igual que aquellos que habían tenido cierta cantidad de dicha experiencia. A aquellos que habían tenido trabajos en empresas de ingeniería se les solicitó que basaran sus respuestas en su experiencia en su entorno laboral. Las percepciones de los estudiantes se comparan en las tablas, no entre aquellos con experiencia de trabajo en ingeniería y sin ella, sino también con las percepciones de diferente personal de ingeniería según fue compilado por el centro Murdough. Los cuatro grupos representados en el estudio del Centro

Murdough fueron de Texas Consulting Engineers Council (CEC), una conferencia de miembros y Decanos de Texas Registration Board, un número de ingenieros practicantes y una muestra grande de profesorado de las universidades de ingeniería en Texas.

Las Tablas 1 y 2 indican que la calificación en la categoría de seriedad tiende a ser mayor que para la frecuencia. Indica que los problemas éticos serios no son percibidos como que ocurran frecuentemente. Estas dos tablas también muestran que los estudiantes con una cantidad mínima de experiencia laboral o sin experiencia laboral tienen la tendencia a calificar los temas éticos más bajo que los estudiantes que han estado trabajando en un entorno laboral en ingeniería. Sin embargo, los estudiantes de tiempo completo califican la frecuencia de los puntos número 10 y 11, alcohol y abuso de drogas, y la falla en la protección del medio ambiente - más alto que aquellos estudiantes que tienen experiencia en el trabajo. Esta variación puede ser debida a un diferente estilo de vida o del ambiente de los estudiantes con o sin experiencia de trabajo en ingeniería.

Una revisión de los datos de la Tabla 2 indica que los estudiantes con limitada experiencia de trabajo en ingeniería no perciben los problemas éticos como especialmente serios. La seriedad en su calificación es por debajo de 5.0 para cada punto en la tabulación. Pero los estudiantes que tienen experiencia de trabajo y la generalidad de ingenieros no estudiantes de mayor edad encuestados parecen tener una diferente percepción.

La Tabla 3 muestra más claramente cuáles de los doce puntos considerados son percibidos como los más serios. En esta tabla los diez puntos que reciben un índice de seriedad de 5.0 o más por lo menos por un grupo han sido enumerados. Note que tres temas éticos, incompetencia técnica o equivocación en la representación de la competencia; incapacidad en la protección de la salud pública, seguridad o bienestar; pobre calidad en el control o calidad del trabajo - son considerados más serios ($n \geq 5.0$) por todos los grupos entrevistados excepto los

estudiantes con limitada experiencia de trabajo (no enumerados).

Promoción de la ética en la ingeniería:

Es generalmente conocido que la preocupación pública sobre la ética está en aumento en todas las profesiones. Esta tendencia también incluye aquellos que practican ingeniería. Efectivamente, un grupo de decanos de ingeniería ha sugerido que el estudio de ética es un elemento importante y fundamental de una educación en ingeniería, al igual que una obligación para con la profesión. Los decanos han indicado que recursos materiales adicionales que incluyen ética en ingeniería deben desarrollarse y que el profesorado debe entrenarse para que los utilice. Tal como ha sido anotado en la introducción, un número de universidades recientemente ha expandido sus cursos ofreciendo el de ética en ingeniería y área de profesionalismo.

La industria también ha encontrado que las normas claras de conducta ética son necesarias en las operaciones cotidianas. Efectivamente, la integridad en los negocios ha encontrado que depende de cada empleado al igual que del personal administrativo. A continuación tenemos una lista de elementos que han sido considerados que promueven la ética y la integridad en el lugar de trabajo:

1. Clara comunicación de los valores y principios de la organización,
2. Líderes organizacionales quienes "practican lo que hablan",
3. El candor, un entorno para tener discusiones abiertas sin el temor de sentirse apenados o sancionados.
4. Énfasis en principios de calidad total y expectativas.
5. Confianza, asumiendo que las personas harán lo que dicen,
6. Tolerancia de errores honestos pero no de cubrimientos,
7. Justicia, normas que se apliquen con igualdad a todos,
8. Minimización de la tentación de hacer algo que

- uno cree que está mal,
9. Respeto por la dignidad de la persona,
10. Reconocimiento y recompensas hacia las personas que actúan por motivos éticos correctos, por ejemplo, estar preocupado sobre los métodos y los resultados.
11. Promoción de un fuerte sentimiento de participación en equipo y autonomía para los empleados y estudiantes en establecimiento de metas y toma de decisiones, y
12. Ni tolerar ni ignorar las acciones no éticas.

Se ha alegado que la ética no puede enseñarse a los estudiantes de la universidad o a los adultos. Sin embargo, existe evidencia de que las presentaciones formales e informales resultarán en:

1. Una mayor concientización de teorías éticas, preocupaciones públicas y conflictos potenciales;
2. Mayor familiaridad con los códigos de conducta;
3. Aprecio de la frecuencia con la cual los dilemas éticos se encuentran por parte de ingenieros en sus experiencias en el trabajo;
4. Una mayor habilidad para reconocer dilemas éticos;
5. Mejor entendimiento de sus propios valores; y, lo más importante,
6. Una mayor habilidad para resolver dilemas éticos aplicando los métodos tradicionales de averiguación en ingeniería para lograr los hechos, lista de opciones, evaluación de opciones, tomar una decisión y actuar.

Esperamos que la aplicación de los anteriores principios resultará en conducta ética por parte de los ingenieros. Esta conducta a su vez ayudará a los ingenieros a ser reconocidos cada vez más por el público en general como verdaderos profesionales.

Resumen y Conclusión

La ética en ingeniería, en sentido limitado, puede ser considerada como una disciplina que trata con una obligación de cumplir, con un grupo de normas tales como el código de ética de ingeniería. Sin embargo, también debe promover el profesionalismo

y la integridad en el lugar de trabajo y en la comunidad en general.

Los hallazgos de este estudio sugieren que los estudiantes con limitada experiencia en ingeniería tienen la tendencia a no percibir que los problemas éticos pueden ser serios. Sin embargo, están preocupados con la frecuencia del abuso de sustancias alcohólicas y drogas y el incumplimiento en la protección del medio ambiente.

Los estudiantes con experiencia en trabajo de ingeniería consideran que seis de los doce temas de ética encuestados son considerados como serios. Efectivamente, hay tres puntos - incompetencia técnica o equivocada representación de la competencia; falla en la protección de la salud pública, seguridad o bienestar, y pobre control de calidad o calidad del trabajo - que son considerados como serios por parte de los estudiantes con experiencia laboral, el profesorado de ingeniería, los

miembros y Decanos de la Junta Directiva de Registro de Texas, ingenieros practicantes y miembros del Consejo de Consultoría en Ingeniería. Estos hallazgos deben ser materia de preocupación para la profesión de ingeniería.

Se ha dicho que la ética no se puede enseñar a los estudiantes de universidad y a los adultos. Sin embargo, existe evidencia de que las presentaciones formales e informales son bien recibidas y que numerosas firmas industriales y universidades ahora están enfatizando el estudio de la ética en ingeniería y el profesionalismo en sus organizaciones. La información obtenida puede ser utilizada por las personas para fortalecer su habilidad para reconocer los temas morales y puede ser utilizada para sensibilidad en perspectivas morales alternas. Se espera que la aplicación de estos conceptos ayudará a los ingenieros a ser reconocidos cada vez más por el público en general como verdaderos profesionales.

TABLA 1

Frecuencia de temas éticos para estudiantes de ingeniería e ingenieros practicantes

*Temas Eticos	Estudiantes con Min. experiencia Ing.	Estudiantes con experiencia Ing.	*CEC Texas	*Fac. Ingeniería	*Ingenieros Participantes	*Junta de Registro y Decanos
1. Incompetencia técnica o inadecuada representación de la competencia	3.21	3.39	4.14	3.34	3.41	3.42
2. Conflicto de intereses	3.14	3.38	3.70	3.34	3.51	3.50
3. Discriminación, favoritismo u hostigamiento	3.00	3.15	3.36	3.47	3.27	2.46
4. Mal uso de los recursos de la compañía o cliente	2.71	3.23	3.95	4.69	4.41	3.88
5. Falla de la protección de la salud pública, seguridad o bienestar	2.50	2.54	2.88	3.10	3.07	2.96
6. Inadecuadas relaciones con los clientes, contratistas, etc.	2.64	3.31	3.12	3.58	3.10	2.88
7. Inadecuado compromiso político o con la comunidad	3.00	3.00	4.12	2.97	3.08	3.19
8. Manejo inadecuado de información sensible	2.43	2.85	2.76	3.13	3.23	2.77
9. Incapacidad para reconciliar preocupaciones de los empleados	3.21	3.46	3.36	3.57	3.59	3.50
10. Abuso de alcohol y drogas	2.93	2.15	2.45	2.56	2.53	2.69
11. Incapacidad para proteger el medio ambiente	2.79	2.69	3.19	3.75	3.37	3.73
12. Deficiente control de calidad o calidad del trabajo	2.86	2.92	4.72	4.52	4.10	3.50

Nota: Para la Frecuencia; 1 = nunca, 7 = muy frecuente.

* De la Referencia 6.

TABLA 2
Seriedad de temas éticos para estudiantes de ingeniería e ingenieros practicantes

*Temas Éticos	Estudiantes con Min. experiencia Ing.	Estudiantes con experiencia Ing.	*CEC Texas	*Fac. Ingeniería	*Ingenieros Participantes	*Junta de Registro y Decanos
1. Incompetencia técnica o inadecuada representación de la competencia	4.79	5.31	5.95	5.13	5.74	4.96
2. Conflicto de intereses	4.29	4.62	5.60	4.90	4.68	4.32
3. Discriminación, favoritismo u hostigamiento	4.36	5.00	4.98	5.27	4.80	3.96
4. Mal uso de los recursos de la compañía o cliente	3.36	4.69	4.36	3.97	4.12	3.60
5. Falla de la protección de la salud pública, seguridad o bienestar	4.71	5.46	6.12	5.66	5.95	5.54
6. Inadecuadas relaciones con los clientes, contratistas, etc.	4.36	4.85	5.40	4.72	5.01	4.44
7. Inadecuado compromiso político o con la comunidad	3.85	3.86	4.86	4.52	4.79	4.20
8. Manejo inadecuado de información sensible	4.21	4.85	4.78	4.90	5.23	4.56
9. Incapacidad para reconciliar preocupaciones de los empleados	4.64	5.31	4.37	4.75	4.84	4.84
10. Abuso de alcohol y drogas	4.71	5.54	5.21	4.53	5.79	4.96
11. Incapacidad para proteger el medio ambiente	4.43	4.69	5.36	5.10	5.44	5.16
12. Deficiente control de calidad o calidad del trabajo	4.86	5.08	5.69	5.43	5.43	5.12

Nota: Para la Frecuencia; 1 = nunca, 7 = muy frecuente.
 * De la Referencia 6.

TABLA 3
Puntos éticos serios para estudiantes de ingeniería con experiencia y practicantes

Temas Éticos con Calificación de Seriedad de 5.0 y Más

*Temas Éticos	Estudiantes con experiencia Ing.	*CEC Texas	*Fac. Ingeniería	*Ingenieros Participantes	*Junta de Registro y Decanos
Incompetencia técnica o inadecuada representación de la competencia	5.3	6.0	5.1	5.7	5.0
Conflicto de intereses	-	5.6	-	-	-
Discriminación, favoritismo u hostigamiento	5.0	5.0	5.3	-	-
Falla de la protección de la salud pública, seguridad o bienestar	5.5	6.1	5.7	6.0	5.5
Inadecuadas relaciones con los clientes, contratistas, etc.	-	5.4	-	5.0	-
Manejo inadecuado de información sensible	-	-	-	5.2	-
Incapacidad para reconciliar preocupaciones de los empleados	5.3	-	-	-	-
Abuso de alcohol y drogas	5.5	5.2	-	5.8	5.0
Incapacidad para proteger el medio ambiente	-	5.4	5.1	5.4	5.2
Deficiente control de calidad o calidad del trabajo	5.1	5.7	5.4	5.4	5.1

* De la Referencia 6.

ESTADO, DIRECCION Y PROSPECTOS DEL CREDITO DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERIA ENTRE LOS COLEGIOS DEL ESTADO Y LAS UNIVERSIDADES: EXPERIENCIA EN LAS FILIPINAS

Ing. Gigi Maricar E. Fallorin
Ing. Wilson C. Fallorin
Profesores Asociados
Universidad del Estado Tarlac
Filipinas

Resumen

El mundo se mueve a pasos agigantados. El comercio y los negocios mundiales así como el abrirse camino en las áreas medicas y científicas, parece demarcar aún más la diferencia entre los países ricos y pobres. Muchos de estos grandes pasos, en el desarrollo económico, es debido en cierta medida al estado del sistema educacional en ese lugar.

Este papel se centra en las actividades que la acreditación ha marcado en colegios estatales y universidades, especialmente en los programas de ingeniería. Esta acreditación es percibida como catalizador activo hacia la promoción de la calidad de la educación, la cual últimamente ha llegado a ser parte del desarrollo económico. Las Filipinas, aunque es considerado como un país en vías de desarrollo, es uno de los primeros en mitigar su estado en el arte de la educación. Ya en su sitio se encuentra la Federación de Agencia de Crédito en las Filipinas (Federation of Accrediting Agency in the Philippines - FAAP) la cual sirve como organización - "paraguas" de todas las asociaciones de crédito nacionales en las cuales la Agencia de Crédito de Colegios Acreditados y Universidades de Filipinas, Inc. (Accrediting Agency of Chartered Colleges and Universities of the Philippines, Inc. - AACCUP) es un miembro activo.

Para los ciento ocho (108) colegios estatales y universidades en Filipinas, es la Agencia de Acreditación de Colegios Acreditados y Universidades, Inc. (AACCUP) quien se encarga de los programas de acreditación. La parte I de este documento presenta una breve reseña histórica de esta agencia, la AACCUP ; La parte II trata de las etapas, así como de los procedimientos involucrados en relación con la acreditación de los Programas de Ingeniería. La parte III es dirigida hacia los instrumentos de acreditación utilizados para calcular las fuerzas y las debilidades de los Programas de Ingeniería. La Parte IV establece el estado actual acreditado de los Programas de Ingeniería en la totalidad de la región del archipiélago del país ; y finalmente la Parte V, resume los prospectos de la acreditación de los Programas de Ingeniería en las Filipinas.

Introducción

La competencia global en el mercado, es una función amplia de la calidad de la educación suministrada por las instituciones del aprendizaje. En las Filipinas, el sistema terciario de educación es manejado sea por el sector privado que público. Por ejemplo, en el sector público, muchas SUCs o colegios del estado y universidades obran en pos de onseguir la delantera potencial de la fuerza de trabajo del futuro. En el campo de la ciencia y de la tecnología, en la cual se incluye a la ingeniería, un movimiento en aumento, llamado el movimiento de acreditación, está ganando poco a poco fuerza en relación con su difusión y aceptabilidad. En particular, el AACCUP o la Agencia de Acreditación para Colegios Acreditados y Universidades en las Filipinas, Inc. Es la única agencia o unidad que se encarga de la acreditación de los programas entre estas SUCs.

La agencia de acreditación para colegios acreditados y universidades en las Filipinas: Una breve historia

La acreditación de los programas entre los colegios del estado y de las universidades en Filipinas es una preocupación relativamente nueva y en crecimiento. En enero 6, 1995, el numero de instituciones del estado terciario en las Filipinas empezaron a crecer hasta alrededor de ciento ocho (108). Debido a la proliferación de tantas escuelas en el país, debe existir un mecanismo por medio del cual la calidad de entrega de los servicios pueda ser calculada, por ejemplo, por medio de la acreditación.

La semilla de la acreditación entre estas instituciones terciarias del estado, sentó raíces en Mayo de 1980 durante la convención de la Asociación Filipina de las Universidades del Estado y Colegios (PASUC). Su significado, así como los beneficios de la acreditación fueron subrayados. Entre los beneficios de importancia se contaba con el prestigio que las instituciones tendrían por poseer estándares de calidad y la oportunidad para las instituciones acreditadas de usar dichos estándares como punto

de apoyo para obtener ayuda financiera, debido a que por medio del procedimiento de acreditación, la institución puede apuntar hacia cuales son las necesidades específicas de manera que los estándares puedan ser alcanzados. En relación con esto, se realizaron una serie de reuniones de consulta con otras agencias acreditadas existentes. Finalmente en 1985, la PASUC organizó el Comité de Acreditación el cual se volvió el núcleo del Comité Técnico de PASUC-AACCUP el cual implantó los estándares y los instrumentos, y este escenario dirigió eventualmente a la organización de la Junta Provisional la cual con decisión, descifró las vías hacia el diseño de la Constitución y Por-Leyes del cuerpo de acreditación, el cual inicialmente fue conocido como Los Colegios del Estado y la Agencia Acreditada de las Universidades de las Filipinas (SCUAAP). Posteriormente el nombre fue reemplazado por el de Agencia de Acreditación para Colegios Acreditados y Universidades de las Filipinas, Inc. (AACCUP) sobre su registro con las Seguridades y la Comisión de Intercambio en 1989.

La agencia, AACCUP, finalmente, elaboró el Manual de Crédito e Instrumentos en las varias disciplinas de aprendizaje, como por ejemplo Educación del Enseñante, el Programa para el Graduado, Artes y Ciencias, Agricultura y Pesca, e Ingeniería. Herramientas en Administración de Negocios, y Medicina Veterinaria fueron incluidos y completados posteriormente. Hasta la fecha, la administración de AACCUP es dirigida por un grupo de la Junta Directiva conformada como sigue :

Presidente : Dr. Manuel Corpus
Don Mariano Marcos Memorial State University
Vice Presidente : Dra. Gloria Salandanan
Philippine Normal University
Secretario : Ing. Gigi Maricar E. Fallorin
Tarlac State University
Tesorero : Dra. Francisca Apilado
Technological University of The Philippines
Auditor : Dr. Jesús Ochave
Philippine Normal University
Dr. Velasco
Nueva Vizcaya State Polytechnic Colege

Dra. Teresita Tumapon
Bukidnon State College
Prof. John Imlan
Technological University Of The Philippines

La Junta Directiva de AACCUP ES Ably asistida por un grupo de personas en la oficina de AACCUP, a quien nombramos :

Director Ejecutivo : Dr. Felipe B. Cachola

Consultor Técnico : Dra. Florentina L. Gorospe

Etapas y procedimientos de crédito de los programas de ingeniería

El crédito, como procedimiento es un esfuerzo bien llevado, el cual requiere un compromiso decidido y un deseo sincero de lograr la excelencia. Las siguientes son las etapas y procedimientos de los créditos de los Programas de Ingeniería :

Etapas Preliminar

La escuela envía una carta formal de solicitud para acreditación al AACCUP. El AACCUP luego envía el Manual de Acreditación y los Instrumentos de Acreditación para el Programa de Ingeniería.

Auto-Inspección

El primer paso es conformar el personal de Inspección de Acreditación el cual puede constar de tres a cinco personas, dependiendo del tamaño de la universidad/colegio. Este cuerpo está encabezado por un Ejecutivo de Inspección quien es asistido por un Asistente de Inspección. Estos ejecutivos podrán planear, organizar y manejar todas las fases de la auto-inspección.

Los miembros de la facultad son asignados a la novena sección del Instrumento de Acreditación , a saber : Misión, Metas y Objetivos ; Facultad, Curriculum e Instrucción ; Estudiantes, Biblioteca ; Facilidades Físicas ; Investigación ; Extensión ; y Administración. Sería ideal involucrar prácticamente a todos en la auto-inspección inclusive las personas de administración como el Oficial de

Planeación, el Consultor Gufa, el Oficial de Presupuesto, el Bibliotecario, El Archivero y otro personal interesado.

Una vez que se haya organizado el Personal de Inspección, se llevará a cabo un seminario sobre orientación de la Acreditación. Documentos pertinentes, serán recopilados entre las nueve secciones del Instrumento de Acreditación. Estos documentos asisten hábilmente a la escuela cuando comience a completar el Instrumento de Acreditación. El Reporte de la auto-inspección es revisado, constatando que lo siguiente esté anotado

- La fuerza y las fuentes de la fuerza del programa
- Las debilidades sus causas y necesidades futuras del programa
- Su potencial y dirección futura
- Recomendaciones para incrementar su efectividad

Visita de Acreditación por la AACCUP

La Junta Directiva del AACCUP podrá dirigir un equipo de visita para acreditadores experimentados hacia la escuela a ser acreditada. Su función básica es examinar y calcular los resultados de lo examinado por la Auto-Inspección encargada por la escuela. El equipo toma de 2 a 3 días de inspección en promedio, después de lo cual llega a formular una recomendación. Posteriormente, es sometido un reporte del equipo, a la Junta del AACCUP para ser tomada una acción apropiada. Luego el AACCUP confiere/aplaza el estado de la acreditación particular a la escuela.

El Instrumento de acreditación

El instrumento de acreditación del AACCUP para el programa de ingeniería, intenta medir todas las características deseables para un Programa de Ingeniería. Es un plan que ayudará al colegio o universidad para evaluar el estado de sus cursos de ingeniería. Tomará conciencia de las políticas y estándares fijados por el Panel Técnico para Ingenieros y de la Educación de la Arquitectura como base.

Se utiliza una escala entre 1 a 5 como índices para la provisión/condición de los partidas particulares o del aspecto del programa de ingeniería que se están tasando. Los equivalentes de la tasa usada son :

Escala	Condición	Descripción
5	Sobresaliente	La Condición o Provisión es muy extensa y funciona muy bien.
4	Muy Buena	La Condición o provisión es extensa y funciona bien.
3	Buena	La condición o provisión es adecuada y funciona bien.
4	Pobre	La Condición o provisión es limitada y funciona pobremente.
5	Ausente	No hay provisión requerida.

El Instrumento está conformado por nueve (9) secciones con áreas específicas para ser miradas o evaluadas :

1. Misión, Metas y Objetivos - Estado de la misión, metas y objetivos del programa de ingeniería ; su divulgación y aceptabilidad.
2. Facultad - calificación académica ; reclutamiento y selección ; rango y dependencia ; asignación para los profesores; desarrollo de la facultad; desempeño profesional ; salarios y beneficios; y profesionalismo.
3. Curriculum e Instrucción - Programa de estudios; instrucción ; y requisitos para el grado.
4. Estudiantes - admisión y retención ; servicios a los estudiantes y programas co-curriculares.
5. Investigación, prioridades y RELEVANCIAS. Políticas para los fondos y sus recursos; calidad de las capacidades de la investigación; y publicación, divulgación y utilización.
6. Extensión. - Extensión e involucramiento de la comunidad.
7. Biblioteca - Instrucción física; recolección/tenencia; personal y servicios de documentación; uniones; administración; y soporte financiero.
8. Facilidades físicas. - Oficinas; salones de clase; laboratorios/almacenes, equipos y suministros, salas funcionales; y alojamiento (opcional).
9. Administración - Organización; funciones administrativas; administración del personal estudiantil; administración financiera;

administración de los registros-; y planeación institucional y desarrollo.

Estado de acreditación de los programas de ingeniería entre los colegios estatales y universidades en las Filipinas

El estado de la acreditación de los Programas de Ingeniería entre los colegios estatales y Universidades en las Filipinas se basa en el Departamento de Educación, Cultura y la Orden de Deporte No. 36, s. 1984.

Nivel I.

Instituciones/programas educacionales, los cuales deben por lo menos ser sometidos a una visita de inspección preliminar de la AACCUP y con capacidad de conseguir un estado acreditado en el término de uno o dos años. Esto se conoce como el estado del candidato.

Nivel II.

Instituciones/programa adicional a los cuales se les ha concedido por lo menos un estado inicial acreditado por la AACCUP.

Nivel III

Instituciones educacionales/programas, los cuales han sido por lo menos re-acreditados y han demostrado liderazgo en la comunidad o en unas áreas determinadas disciplinarias.

Nivel IV

Instituciones de educación terciaria las cuales se han distinguido en amplias áreas de disciplina académica, gozando de un prestigio y de una autoridad comparable a la de universidades internacionales; a condición de que dichas instituciones asuman la tarea de dirigir el crecimiento y apoyar las escuelas en una determinadas área o en un área geográfica determinada.

A enero de 1995, se contaba con 34 acreditadores de entrenamiento en el programa de Ingeniería, un aumento del 29.41% comparado con los 10 acreditadores de 1992. Estos acreditadores son el 9.86% del total de los 345 acreditadores del Pool de acreditadores del AACCUP. Fue solamente en el año de 1993 que las escuelas presentaron sus Programas de Ingeniería para la acreditación. Habían ya seis (6) Programas de Ingeniería a los cuales se les había otorgado el estado de Nivel I (Preliminar) y dos (2) Programas de Ingeniería a quienes se les había otorgado el estado de Nivel II por el AACCUP durante el período de 2 años de operación del AACCUP.

Prospecto de Acreditación de los Programas de Ingeniería Entre Las Universidades y Colegios Estatales en las Filipinas

La Acreditación de los programas de cada área cuenta con aptitudes y aceptación mixtas. Tomó algún tiempo antes de que las instituciones del estado se postularan para someterse a la idea de la acreditación. Debido a que la acreditación es voluntaria, lo que el AACCUP está haciendo, es animar a todas estas universidades y colegios del estado para que emprendan la auto-evaluación de sus programas curriculares. Una vez que

sean identificadas sus fortalezas y sus flaquezas, estas pueden ser encausados. Este punto particularmente sobresaliente puede ser la señal para la subscripción de los ideales de la acreditación. Debido que hay 108 universidades y colegios estatales en las Filipinas al servicio de más de 7,000 islas, el numero de los programas de ingeniería que han sido acreditados aún es bajo, pero bastante significativo debido a que se cubrió en el período de operación de la AACCUP entre 1992 y 1994. Aunque esto parezca poco, los prospectos para la acreditación son brillantes y alentadores. Se han subrayado las medidas para mantener para siempre este movimiento para la acreditación, si solamente se logra la meta aparentemente lejana de la excelencia académica. La AACCUP identificó los planes cuantitativos y calificativos basados en el actual estado de acreditación. Para levantar la brecha en relación con lo que es y lo que se espera, las previsiones se abreviaron como sigue:

1. Propuesta para fijar un presupuesto para la acreditación entre los colegios y universidades.
2. Búsqueda de agencias de financiación.
3. Crear una biblioteca en la cual se almacenen libros, revistas y documentos para una rápida consulta.
4. Realización de investigaciones sencillas para mejorar el procedimiento de acreditación en el país.
5. Asistencia a conferencias sobre acreditación a nivel nacional e internacional.

Conocedor del progreso de la acreditación realizado por el AACCUP, actualmente está siendo incrementado el soporte financiero por parte del Gobierno por medio de subsidios.

Referencias

1. Accreditor's Guide. A list of pertinent documents required per section as spelled out in the Instrument of Accreditation. Developed and published by the Accrediting Agency for Chartered Colleges and Universities in the Philippines, Inc., 1993.
2. Annual Reports - 1992, 1993, 1994, AACCUP.
3. Instrument of Accreditation: Engineering Program. Developed and published by the Accrediting Agency for Chartered Colleges and Universities in the Philippines, Inc., 1992.
4. Manual for Accreditation. Developed and published by the Accrediting Agency for Chartered Colleges and Universities in the Philippines, Inc., 1992.
5. Role and Value of Accreditation. Published by the Commission on Recognition of Postsecondary Accreditation. One Dupont Circle, N.W. Washington, D.c., 1982.

LA INGENIERIA DE FABRICACION EN EL SIGLO XXI

Ronald J. Bennet

Ph.D. Director del Departamento de Sistemas de Fabricación e Ingeniería

University of St. Thomas - St. Paul, Minnesota

Resumen

Las innovaciones y los cambios tecnológicos de hoy han tenido lugar a una velocidad increíble. Intentando su permanencia al frente de la curva, las corporaciones se están moviendo rápidamente para realizar operaciones con socios internacionales y corporaciones virtuales. Con la aceleración constante de creación de información y las presiones de la competencia internacional, el pronóstico de un negocio de 18 meses es considerado de alto rango. Entonces, cómo esperan las instituciones educativas graduar estudiantes con suficiente conocimiento y habilidad para que llenen las demandas de la industria?

Este artículo discute el trabajo de una entidad educativa, la Universidad de St. Thomas, que busca preparar estudiantes para el siglo 21. El Departamento de Sistemas de Fabricación e Ingeniería (MSE) - en pregrado y posgrado - tiene estas metas de preparación en diversas formas. El resultado de los estudios de la Sociedad de Ingenieros de Fabricación, otros estudios nacionales y de investigación iniciados por el Departamento MSE con las industrias regionales han establecido las bases para el desarrollo continuo de los profesores, el currículo y los programas especiales. Con el uso extensivo de profesores adjuntos, interinos y consejeros, los programas de Sistemas de Fabricación e Ingeniería promueven la creatividad, la innovación, el desarrollo de habilidades en grupo y un deseo de aprendizaje a largo plazo en sus estudiantes.

El Ingeniero de Fabricación del Siglo 21

INGENIERIA - LA PROFESION EN LA CUAL EL CONOCIMIENTO DE LAS MATEMATICAS Y LAS CIENCIAS NATURALES LOGRADO MEDIANTE ESTUDIO, EXPERIENCIA Y PRACTICA SE APLICA CON FUNDAMENTO PARA DESARROLLAR MODELOS DE UTILIZACION DE LOS MATERIALES TRABAJADOS POR EL HOMBRE Y LAS FUERZAS DE LA NATURALEZA EN BENEFICIO DE LA HUMANIDAD EN FORMA ECONOMICA Y NATURAL.

(Definición de *Engineering Education : Designing and Adaptive System*) [7].

Beneficios

Miremos a la ingeniería como lo que ha sido, una profesión solitaria e introvertida. Los ingenieros por tradición han trabajado solos, dentro de las fronteras rígidas de una disciplina o un departamento particular. A esta imagen solitaria le debemos añadir las difíciles barreras de la educación superior para poder entrar en el campo de la ingeniería y los resultados que descorazonan a muchos.

Para la ingeniería, un PR negativo la lastima de dos maneras. El aislamiento en el trabajo del ingeniero origina conceptos equivocados sobre las metas de la ingeniería. El trabajo puede parecer extraordinariamente complejo y misterioso para las personas externas, a la vez que esotérico y no práctico. La falta de una percepción precisa de la dificultad de los problemas mundiales, hace que para algunas personas la "tecnología" parezca algo despreciable.

Las innovaciones y los cambios tecnológicos de hoy han tenido lugar a una velocidad muy veloz. Intentando su permanencia al frente de la curva, las corporaciones se están moviendo rápidamente para realizar operaciones con socios internacionales y corporaciones virtuales. Con la aceleración constante de creación de información y las presiones de la competencia internacional, el pronóstico de un negocio de 18 meses es considerado de alto riesgo. Las funciones de fabricación y diseño se pueden ubicar en cualquier lugar del planeta. La capacidad de las telecomunicaciones hacen que "el lugar de trabajo" sea aquel donde el trabajador está, sin importar la localización geográfica. En este ambiente de incertidumbre, cómo pueden los ingenieros de fabricación o de cualquier disciplina de la ingeniería, ser relevantes en el próximo siglo? En la pasada década se escribió mucho sobre el tema [1,5,6,7,8,13,15,16,19,20,24]. De hecho, lo mismo se hizo en décadas anteriores. Se han encontrado conclusiones similares en todas las investigaciones. La propia industria de St. Thomas ha detectado grupos en los que se repiten estos resultados. Una queja generalizada de los ingenieros, al igual que de las compañías es que los nuevos egresados no saben lo que la industria hace. Los estudiantes a nivel

de Maestría se quejan manifestando que su educación no es aplicable a sus trabajos.

Como respuesta, la ASEE ha solicitado que los programas de educación en ingeniería sean Relevantes, Atractivos y Conexos. [8]. "Relevantes para las vidas y las carreras de los estudiantes, preparándolos en una amplia gama de carreras y un aprendizaje a lo largo de sus vidas a través de programas formales y experiencias manuales. Atractivos en tal forma que el contenido estimulante e intelectual de la ingeniería permita sacar estudiantes talentosos con una amplia variedad de contenidos e intereses en su carrera - particularmente las mujeres, las minorías no representadas y los inválidos - que permite habilitarlos para que tengan éxito. Conexos a través de actividades de compañerismo e integración con las escuelas K-12, los colegios de las comunidades, el amplio espacio de la universidad, las comunidades locales, regionales y nacionales, la industria y el gobierno."

Necesitamos formar ingenieros para los retos del futuro, no para las suposiciones del pasado. Los estudios concluyen que las características de estos ingenieros deben incluir :

- Intereses amplios
- Habilidades de comunicación y cooperación
- Habilidades de creatividad e innovación
- Hábitos ejemplares de trabajo
- Etica sobresaliente
- Experiencias en el lugar de trabajo
- Deseo de continuar el aprendizaje
- Pragmatismo y Factibilidad
- Habilidad de liderazgo
- Orientación de la acción

Como educadores debemos empeñarnos en producir "exploradores del conocimiento", "ingenieros ortogonales" que combinen el sentido común y el buen juicio con las con unas muy fuertes habilidades técnicas para lograr soluciones innovadoras.

Cómo podemos motivar a los estudiantes de ingeniería? Las palabras claves son excitación y compromiso. Debemos ofrecerle al estudiante el ambiente y la experiencia que le estimulen y le

permitan excitación con la ingeniería. Debemos ayudarle para que se sienta comprometido - con las habilidades manuales - en el proceso de aprendizaje. Consideremos la definición de ingeniería dada anteriormente - haciendo énfasis en la palabra APLICADA. Los estudiantes aprenden haciendo, como debe ser. Solamente así sentirán la excitación y el placer de la profesión - y las contribuciones valiosas que ellos pueden hacer como ingenieros. Con frecuencia tenemos una sobrecarga de teoría antes de alcanzar la excitación, adormeciendo así las posibilidades del descubrimiento [14].

La ASEE recomendó " el panorama total del proceso de fabricación se engrandece a su visibilidad .." [19]. Así que hay específicamente una necesidad de reconocer las habilidades en la ingeniería de fabricación - es la prioridad máxima para las universidades y las industrias.

Debemos estimular a los estudiantes en su mayoría para que busquen nuevas formas de hacer las cosas y las confronten con teorías antiguas. Los mayores retos provienen de nuevas ideas, de la colaboración con otros, del salto de la rana sobre el status quo. La industria busca innovadores [12]. Como educadores, debemos ayudar a los estudiantes a que desarrollen las funciones de los hemisferios derecho e izquierdo del cerebro.

Las habilidades en ingeniería deben concordar con los cambios constantes del futuro que se deben hacer hoy. Le damos el título de INGENIERO ORTOGONAL al ingeniero que es multi - dimensional , que se adapta igualmente a vender ideas o a manejar la tecnología que hay detrás de esas ideas. Es nuestro reto.

Además, como educadores debemos continuar estableciendo una relación estrecha con todos los que nos rodean : estudiantes, graduados, industrias, otras instituciones educativas que cumplen misiones similares y las asociaciones profesionales, particularmente la Sociedad de Ingenieros Fabricantes. Si establecemos una fuerte relación de trabajo con estos grupos alcanzaremos nuestras metas.

Visión del Departamento de Sistemas de Fabricación e Ingeniería de la Universidad de St. Thomas.

Durante esta década, el Departamento de Sistemas de Fabricación e Ingeniería ha mantenido un crecimiento vigoroso. Una fuerte refrendación del programa proviene de sus estudiantes, sus graduados y la industria. Los estudiantes del programa son principalmente adultos que trabajan, con un promedio de edad de 32 años y una experiencia promedio en el trabajo a la industria de 10 años

El año pasado, el departamento formó un Grupo de Planeación Estratégica con representantes de muchos de nuestros tendencias. Una Declaración de Revelación se creó para ofrecer un punto en el horizonte que constituya una meta contra la cual probamos constantemente nuestras iniciativas y tendencias. La Declaración de Revelación dice :

Desarrollar organizaciones innovadoras con estrategias globalmente sensibles a través de la educación de la gente para convertirlos en líderes en las aplicaciones de los sistemas industriales y de ingeniería.

Esto es algo que no esperamos alcanzar de la noche a la mañana, pero es una meta ejecutable.

Cuando nos movemos hacia adelante, confiamos en la conducta de todas las tendencias. El servicio a las necesidades de nuestros estudiantes es la primera prioridad. A su vez, ellos sirven o van a servir a la industria. La conservación de lazos cercanos con la industria es de alta prioridad. Los trabajos en ingeniería creados por la industria son la mayor fuente de producción abundante en el país. El departamento MSE de St. Thomas tiene lazos con la industria en cuanto a investigación, proyectos conjuntos, programas especiales internos, conferencistas, invitados y relaciones con los profesores y estudiantes residentes. En la lista de prioridades también ocupa un papel importante la divulgación de la información sobre la educación en ingeniería y la orientación sobre las carreras para los jóvenes de los colegios y en general, con el

tiempo, la comunicación económica y social con la comunidad.

Si hay una palabra para resumir la filosofía del departamento, sería ésta: COMPROMISO. Creemos que la universidad puede tener un papel clave en la creación de nuevos nexos, el estímulo de nuevas ideas y la unión de la gente para discutir no solo los grandes tópicos sino para lograr que se hagan las cosas. La ingeniería por definición es una profesión manual. Extendemos ese concepto al compromiso en todas las áreas - estudiantes consejeros, asociación con la industria, sirviendo y discutiendo los programas gubernamentales y los cooperativos que existen con otras instituciones educativas.

No es posible conducir a los estudiantes en el salón de clase a todo lo que ellos necesitan saber en todo momento. Qué podemos hacer para que los estudiantes se conviertan en *estudiantes automotivados durante toda su vida?* Debe ser nuestro trabajo como educadores crear en los estudiantes una sed habitual de conocimientos. Si logramos hacer eso, hemos realizado nuestro trabajo.

Iniciativas del departamento: Programas combinados de pregrado y posgrado

El Departamento de Sistemas de Fabricación e Ingeniería de la UST ofrece programas aplicados de ingeniería en el pregrado y el posgrado. Es la única escuela de ingeniería aplicada en el área metropolitana de las Ciudades Gemelas, la cual incluye más del 60% de las compañías fabricantes de Minnesota. Por lo tanto, posiblemente la iniciativa simple más importante en nuestro departamento es el Comité de Consejería Industrial. Este comité está compuesto no solo por ejecutivos de las fábricas de las corporaciones locales, sino también por representantes influyentes de instituciones educativas y del gobierno. Estas personas se reúnen trimestralmente y ofrecen un contacto directo a los problemas reales que la industria enfrenta. Ellos actúan como un comité que escucha nuevas iniciativas, ofrece sugerencias para los nuevos cursos

y para aquellos que han sido revisados por el departamento y tiene grupos que revisan el contenido de los cursos y hacen contribuciones.

Las asociaciones industriales entregan fondos al Departamento de Sistema de Fabricación e Ingeniería y con frecuencia residencias o trabajos a estudiantes de pregrado y posgrado. Un socio clave es la compañía productora de equipos médicos ortopédicos que inició su trabajo de diseño en nuestras dependencias y continúa el desarrollo de sus productos allí mismo [21]. Esta relación ha llevado a muchas sinergias, incluyendo residencias estudiantiles, empleo permanente para graduados y adquisición de equipos.

Los profesores adjuntos han jugado un papel clave en el desarrollo de los cursos relevantes para el programa de graduados. Ellos llevan la experiencia de la vida real al aula. Además, son excelentes profesores. Tenemos la fortuna de tener muchas compañías ejemplares en las Ciudades Gemelas - 3M, Honeywell, Medtronic y General Mills par nombrar solo unas pocas - de las cuales obtenemos nuestros profesores adjuntos. También estamos utilizando profesores adjuntos para algunos cursos especializados de pregrado. El valor de estos instructores al programa es enorme. Los estudiantes aceptan rápidamente la importancia de la dirección y el control del aprendizaje de alguien que hace que su modo de vida sea diseñar los sistemas.

La calidad se usa para nombrar el departamento en una compañía que selecciona entre buenos y malos. La calidad, como nosotros la vislumbramos, es una estrategia. Partimos del servicio de entrenamiento al cliente en la oficina del departamento para enseñar el valor de la calidad a ejecutivos, tratamos de *hacer* las cosas tan bien como las *decimos*. Uno de nuestros profesores tiene el lema "Observe las caderas, no los labios". Vamos a lo que hablamos. Tenemos la suerte de que nuestros profesores y nuestros estudiantes de posgrado viven en el mundo cambiante de la calidad. Los estudiantes son receptivos a nuevos logros que les ermiten hacer que lo que aprenden el martes en la noche lo apliquen el miércoles en su trabajo.

En los años pasados hemos desarrollado una estrategia para integrar el concepto de problemas ambientales en el currículo de pregrado y posgrado. Esta materia, al igual que la calidad, se estudia como un curso compartido por los principales profesores, con una larga experiencia en el campo de los empaques y que han publicado el libro *Environmentally Sound Packaging*. Otros cursos también incluyen el análisis de problemas ambientales, como es el caso del curso Diseño de Productos.

El concepto de medición ha llegado a ser popular en los últimos tiempos. Puesto que no podemos controlar lo que no se mide, hemos desarrollado el documento Resultados/Valoración para los programas de pregrado y posgrado. Esto porque lo popular no significa que necesariamente sea erróneo. Estos documentos de una página, identifican los resultados claves que esperamos lograr en el conocimiento y habilidades de nuestros estudiantes. Fueron desarrollados utilizando criterios identificados mediante estudios nacionales y por nuestros grupos, que tienen su propio enfoque. Esperamos aprender mucho cuando se implementen. La Universidad de S. Thomas, como institución, ha realizado el máximo compromiso para la educación en ciencias e ingeniería. La primera piedra de un nuevo edificio de ciencias e ingeniería se colocó en octubre pasado y el edificio entrará en funcionamiento en el semestre de Otoño de 1997. Es la más grande estructura construida por la Universidad y demuestra el máximo compromiso con los programas educativos de ingeniería a nivel de pregrado y posgrado.

Programas de Posgrado

Declaración de la Misión :

El programa de graduados en sistemas de fabricación e ingeniería de la Universidad de ST. Thomas está preocupado por el mejoramiento del bienestar industrial, la situación económica y la salud de nuestra sociedad. Estamos dedicados a educar adultos con experiencia en trabajo industrial para convertirlos en líderes en el campo industrial.

El Departamento ofrece muchas opciones educativas. Ofrece varios grados : la Maestría en Ingeniería de Sistemas de Fabricación está acreditada por la ABET. Ofrece dos maestrías en ciencias - en Sistemas de Fabricación y en Sistemas de Calidad - que se complementan con el grado conjunto ofrecido por la Escuela de Graduados en Negocios, la MBA, con una concentración en la fabricación. También ofrecemos un Certificado en Fabricación para estudiantes que no buscan obtener un título.

Los cursos se ofrecen en una variedad de formas. La mayoría de ellos se dan en las noches o los sábados. El sistema más frecuentemente usado es la clase tradicional. Sin embargo, regularmente ofrecemos por lo menos un curso cada semestre en cinco sitios remotos - aproximadamente a unas 60 millas del campus principal. Esto le permite a los estudiantes que viven lejos del campus tomar por lo menos algunos de los cursos cerca a su trabajo o a su casa. Muchas clases individuales tienen lugar en las compañías, particularmente donde se pueden demostrar los procesos o los sistemas. Estamos también usando la educación a distancia ; específicamente, utilizamos un video real de tiempo interactivo de uno de nuestros laboratorios/salones de clase. Estamos explorando activamente otras formas de educación a distancia.

Nuestro Comité de Currículo se reúne en forma regular y recientemente completó una revisión exhaustiva de todos los cursos. Como consecuencia, algunos tienen ahora tópicos más relevantes, otros han sido modificados y se han adicionado nuevas materias. Esta es una actividad permanente en la cual buscamos el éxito. El Comité de Currículo interactúa con el Comité de Consejería Industrial y con otros grupos, incluyendo específicamente equipos con tareas diseñadas. Por ejemplo, uno de estos equipos ha recomendado un curso que se adapte a la industria de fabricación de dispositivos médicos, ya que hay muchas compañías de este tipo en esta área. Este curso se ha programado y esperamos ofrecerlo en la primavera de 1996. Otro equipo ha recomendado un curso en Calidad para directivos de un nivel ejecutivo, un miembro de este equipo es un escritor del Malcolm Baldrige

Criteria y tiene mucho que ver con trabajos no publicados sobre juicios de calidad, que pueden constituir el núcleo de este curso. Se encuentra el desarrollo. En el momento tenemos en revisión dos programas conducentes a nuevos títulos, de nuevo como respuesta al mercado.

Los Programas Integrados para la Industria jugarán un papel creciente en el futuro. Tenemos programas innovadores de dos años en adelante. Estos cursos, que se harán en compañías anfitrionas, ofrecen una masa crítica de empleados de la compañía para el curso. Esto ayuda a promover el trabajo en equipo y ofrece nuevos conceptos en la cultura de la compañía en forma rápida. En estos cursos, los proyectos realizados por los estudiantes tienen como objetivo directo la compañía y son visibles a la administración. Uno de nuestros programas tiene educación a distancia que cubre tres estados: Las presentaciones finales de trabajos también se hacen dentro de la modalidad de educación a distancia y así todas las sucursales de la compañía pueden compartir los resultados. Siempre y cuando no se presenten dificultades, esto se considera como de un tremendo potencial.

Los exalumnos juegan también activo en nuestros programas de posgrado. Algunos son conferencistas invitados. Otros dirigen las visitas a las plantas. En una reunión reciente de exalumnos, la mayor parte de la discusión se centró alrededor del potencial de los graduados para tomar cursos adicionales. Los exalumnos se han convencido de la necesidad de la educación continuada y el valor de mantener las relaciones de trabajo con sus compañeros.

Programas de Pregrado del Departamento

[Declaración de la Misión en Desarrollo]

La Universidad de St. Thomas ha ofrecido programas de pre-ingeniería y programas conjuntos (2/3, etc.) con otras universidades durante décadas. Ahora en St. Thomas se ha probado un programa de pregrado en ingeniería de fabricación, el cual comenzó en 1994. Se espera que los primeros

graduados lo hagan en la primavera de 1997.

Al igual que los programas de posgrado, se hace una aplicación al programa de pregrado. El programa combina las habilidades en matemáticas y ciencias básicas con un currículo en arte liberales. Esta es la mayor fortaleza por tener una escuela de ingeniería dentro de una universidad de artes liberales. Cuando uno revisa los criterios requeridos para graduarse, encuentran que muchos de ellos tienen como fundamento el estudio de las artes liberales. Un amplio currículo de ingeniería culmina con una clínica de diseño a lo largo de un año. En esta clínica los estudiantes trabajan en proyectos reales con colaboración de la industria.

Los cursos iniciales son una secuencia de dos semestres que se denomina *Introducción a la Ingeniería*. Estos cursos se estructuran para dar a los estudiantes una panorámica de todas las fases de la ingeniería por medio de presentaciones de ingenieros en práctica y visitas a las compañías. Ellos, a su vez, se reúnen y tienen la oportunidad de formar una relación de colaboración con los estudiantes de posgrado, que son ingenieros que están trabajando. Los estudiantes de pregrado se involucran participando en un proyecto de diseño con estudiantes de posgrado para empaparse y aprender lo que realmente es la ingeniería. Estos proyectos son de máximo beneficio para los estudiantes del programa.

Tenemos un programa emergente de residencia que ya está mostrando buenos resultados. Las residencias son esenciales en la industria para el desarrollo de los estudiantes de ingeniería. La Universidad de St. Thomas tiene la fortuna de estar localizada en el centro de la amplia comunidad industrial de las Ciudades Gemelas. Las compañías locales que han contratado ingenieros de pregrado como residentes están haciendo contactos para que ellos continúen trabajando todo el año o para que regresen el año siguiente. Los estudiantes disfrutan de esta experiencia. Puesto que nuevas compañías se enteran del programa de residencia, la demanda ya está superando la oferta de residentes. La residencia es una forma clara de promover nuestro programa.

Puesto que nos preocupamos por ser innovadores y creativos en nuestro programa, estamos limitados por el número de cursos que podemos ofrecer. Nuestro programa de ingeniería requiere más cursos que otros programas en St. Thomas. Tenemos el reto de adicionar un mayor conocimiento a los cursos actuales. La integración de eventos tales como el ambiente, la calidad y la creatividad en los cursos existentes es una forma de alcanzar nuestra meta. Otra meta es la incorporación del aprendizaje en otras actividades. Por ejemplo, St. Thomas tiene un fuerte programa tutorial para estudiantes de K-12. Nuestros estudiantes actúan como tutores. Esto no solo ayuda a los estudiantes de K-12 quienes escuchan una exposición de ideas sobre ingeniería, sino también a nuestros estudiantes, quienes desarrollan liderazgo y habilidades en la comunicación. Estamos haciendo un programa conjunto con el Museo de Minnesota durante la Semana de la Ingeniería. Esto permite ofrecer una introducción a la ingeniería a niños y a padres, a la vez que desarrolla habilidades de presentación y organización en nuestros estudiantes. Estamos ofreciendo entrenamiento a un grupo de estudiantes de Honeywell Scholarship en St. Thomas. Las habilidades comunicativas rara vez tienen que ver con el entrenamiento como ingenieros, pero algunas habilidades son con frecuencia la clave para el éxito profesional.

Creemos que la ciencia y la ingeniería combinadas con una educación en artes liberales tendrá un valor mayor en el siglo 21. Puesto que la sociedad del siglo 21 será ampliamente técnica, toda la población deberá tener un conocimiento más amplio de la tecnología y en particular de la ingeniería. Con este fin hemos comenzado a evaluar un área menor en ingeniería. Ha habido un amplio interés en esta idea tanto por parte de estudiantes como de profesores. Además para tener una población más educada, un área menor en ingeniería se percibe como un incremento en las "posibilidades de mercado" por parte de los estudiantes en las posiciones de la industria para ofrecer un sólido despegue en aquellas profesiones como la medicina y el derecho y preparar a aquellos que aspiran a títulos en ciencias o matemáticas, a nivel de pregrado, con la educación de posgrado en ingeniería.

El Futuro

Tenemos un plan estratégico, una visión, unas misiones y una estructura colocada en su lugar. Tenemos excelentes relaciones con la industria y con nuestros estudiantes. Tenemos un plan de salud. Aún más, tenemos un monitoreo constante para modificar, innovar y crear y así permanecer en un campo relevante. Hay áreas donde no tenemos conciencia de los problemas y oportunidades. Joe Shuster, fundador y director de Teltech Resource Network dice "No es que nosotros no sepamos cuál es el problema ; es que ustedes no saben lo que nosotros sabemos", a este dilema nos enfrentamos todos.

Sin embargo, nosotros tenemos que tener planes de acción a corto plazo. Estamos evaluando dos maestrías nuevas en respuesta al interés del mercado. Continuaremos modificando nuestro currículo para mantener la posición que tenemos y responder a nuevas oportunidades. Continuaremos con nuestros cursos a nivel de posgrado en sitios remotos. Continuaremos nuestros Programas Integrados con la Industria a nivel de posgrado. Y evaluaremos la expansión del programa en el currículo de pregrado. Con claridad, nuestro futuro es la educación a distancia y no tenemos certeza del sitio donde la haremos. El aprendizaje sincrónico a distancia parece que opera en algunos casos, pero no en otros. El aprendizaje sincrónico a distancia es emergente. En la Universidad tenemos un comité activo que trabaja en este campo y continuará explorando oportunidades.

A nivel de pregrado, el programa actual se completará en la primavera de 1997. Esperamos ofrecer un área menor en ingeniería en un futuro cercano. Estaremos explorando otras áreas aplicadas de la ingeniería conducentes a títulos en ellas.

Existe un fuerte interés en dos áreas que requieren un trabajo substancial. Una es la diversidad creciente de nuestra población estudiantil. Hemos tenido éxito con las mujeres que han entrado al programa de ingeniería : una tercera parte de la clase de Introducción a la Ingeniería está constituida por mujeres, la mitad de los estudiantes residentes en el verano pasado eran mujeres y dos terceras partes de

los estudiantes becados este año son mujeres. Aun cuando el programa es atrayente para estudiantes extranjeros de diferentes etnias, se requiere un trabajo particular para que los estudiantes negros de los Estados Unidos ingresen al mismo. Estas iniciativas van en buen camino. Este es un proyecto grande que requiere la colaboración de los K-12 de los colegios, la industria local y los grupos étnicos.

El Consejo Nacional de Investigación ha recomendado una amplia variedad de programas conducentes a títulos de B.S., M.S. y Ph.D. [7]. Nuestra respuesta a este llamado es el desarrollo del soporte que ha sido denominados como los procesos 2-4-6-8. Esto es lo que parece una forma

singular para continuar con un alto nivel educativo después de la secundaria. Muchos estudiantes no tienen seguridad sobre la carrera que desean como profesión y más tarde abandonan tomando otro camino. Otros necesitan interrumpir su educación para trabajar o para levantar una familia. Queremos colaborar con este clase de personas para que tengan más oportunidades en diferentes niveles. La prevención de esta acción es un problema del sistema que tiene sus raíces en las comunicaciones pobres. Estamos desarrollando integraciones con otras instituciones educativas, la industria y el gobierno con el ánimo de aumentar las oportunidades de los estudiantes en todas las etapas de su carrera educativa.

Referencias

1. Aaron, Hugh. *The Obsolescent Specialist*. WSJ. May 16, 1994. Section A, p.18, Col. 3.
2. Baylin, Lotte. *Resolving Contradictions in Technical Careers, or What if I like Being an Engineer?* Technology Review. November/December 1982, pp.41-47.
3. Benett, Ronald J., *Finding Engineering Information Fast*. J. Applied Manufacturing Systems, Vol. 3 (1), Spring 1990, pp. 43-48.
4. Benett, Ronald J., *Knowledge Networking : The Fast Track to Valve Design Solutions*. 1993 VMA Technical Conference. October 28-29, San Antonio, TX.
5. Bluestone, Debora, *Preaching Progress : Creating the renaissance engineer*. Pro/Claim. May/June 1994, pp. 65-67.
6. Creaghead, D.H. *Why we need reality education*. The PT Distributor. Fall 1994, pp. 65-67.
7. *Engineering Education : Designing and Adaptive System*. Board on Engineering Education, Commission on Engineering and Technical Systems, Office of Scientific and Engineering Personnel, National Research Council, 1995. ISBN 0-309-05278-5.
8. *Engineering Education for a Changing World : using partnerships to respond to new needs in engineering education*. ASEE Prism. December 1994, pp. 20-27.
9. Florman, Samuel C. *The Civilized Engineer*. St. Martin's Press, 1987. ISBN 0-312-02559-9.
10. Florman, Samuel C. *The Existential Pleasures of Engineering*. St. Martin's Press, 1976.
11. Hatch, Henry J., *Relevant Engineering in 21st Century*. J. Professional Issues in Engineering Education and Practice. Vol. 19 (3), July 1993, pp. 216-219.
12. *Hiring Innovators*. 3M Innovation (internal publication), 1995
13. Kash, Don E. & Karl Willenbrock, *Engineering Education for the Workers of the Future*. Issues in Science and Technology. Summer 1992. Pp. 30-34.
14. Kelly, R.G., *Student's experience of a first year engineering course*. IEE Proceedings. Vol. 139(2), March 1992, pp. 65-73.
15. Koehn, Enno, *Ethical Issues Experienced by Engineering Students and Practitioners*. J. Professional Issues in Engineering Education and Practice. Vol. 119(4), Oct. 1993, pp. 402-408.
16. Koska, Detlef K. and Joseph D. Romano, *Countdown to the future :The Manufacturing Engineer in the 21st century*. A. T. Kearney study commissioned by the Society of Manufacturing Engineers. Fall 1988. ISBN 0-87263-340-3.
17. Lee, Chris, *The Vision Thing*. Training. Vol. 30 (2), February 1993, pp.25-34.
18. Masi, James V., *Teaching the Process of Creativity in the Engineering Classroom*. 1989 Frontiers in Education Conference Proceedings. IEEE, october 15-17, 1989. Pp. 288-292.
19. *Restructuring Engineering Education : A Focus on Change*. Report of an Nsf Workshop on Engineering Education. Caroline Meyers, Chair. Division of Undergraduate Education, Directorate for Education and Human Resources, National Science Foundation, April 1995.
20. Richman, Louis s., *The New Worker Elite*. Fortune. August 22, 1994, pp. 56-66.
21. Steele, Carolyn M., Todd J. Hein & Ronald J. Bennett, *Using An Applied Industry/Academia Partnership to Compress the Product Development Process*. 8th Conference with Industry. Lehigh University, May 1994. Pp. 279-287.
22. Sullivan, Robert, *Making Money the Old-fashioned way*. Rolling Stone. February 23, 1995, pp. 53-56,89.
23. White, Robert M., *The Migration of Know-How*. Technology Review. Vol. 98(6), Aug/Sept. 1995, p.81.
24. Zimmerman, Frederick m., *Re-engineering Engineering Education*. World Conference Engineering Education, October 1995.

CIENCIA DEL DISEÑO EN LA EDUCACION: UNA REACCION A LAS NECESIDADES MUNDIALES

Hubka

Profesor Visitante, ETH, ZÁrich, Suiza

Ernst Eder

Profesor, Departamento de Ingeniería Mecánica

Escuela Militar Real de Canadá

Kingston, Ontario, Canada

Resumen

Las necesidades mundiales requieren el diseño y entrega de productos de clase, procesos y servicios de alta calidad, que sean competitivos en el mercado y entregados a tiempo. Todos los procesos para generar un producto deben ser racionalizados y mejorados continuamente.

Diseñar necesita de un equipo, pero los diseñadores deben efectuar su propio trabajo para generar el producto. Los procesos de diseño pueden ser racionalizados si se pueden definir. Los desarrollos de la ciencia del diseño [1-6] pueden llevar a tal racionalización; definiendo los resultados, los procedimientos y métodos, y llevando los registros para revisión y auditoría.

Estos son vitales para la educación en ingeniería. Se espera que "lo mejor" en el aprendizaje provenga de una buena explicación y una guía de prácticas [7]. Por lo tanto, se necesita una teoría comprensiva del diseño [2-6] - Ciencia del Diseño. Los métodos que producen "la mejor práctica" en la industria tienen su propósito y limitaciones cuando se trata de diseño.

Introducción

Los desarrollos recientes en el amplio mundo comercial han salido de las necesidades de los vendedores para ofrecer productos de clase mundial en el mercado internacional. Tales productos de clase mundial deben ser creados, es decir, diseñados, fabricados, entregados, etc. — Actualmente solo algunos de estos productos existen.

Las necesidades de mercado conducen directamente a los vendedores y productores a diseñar y entregar productos de clase mundial (incluyendo procesos y servicios). Para que un productor pueda salir adelante, sus productos deben ser de una alta calidad apropiada, competitivos (como un balance entre costos y capacidades) en el mercado y entregados a tiempo. Disminuir el tiempo para llegar al mercado es imperativo. Pero aún es más importante, por razones de competencia y supervivencia de las compañías, llevar el tiempo al punto de equilibrio económico.

Para acortar los tiempos relevantes y producir productos de clase mundial, todos los procesos concernientes al producto deben ser racionalizados y continuamente mejorados, preferiblemente con la cooperación de un equipo. Esta afirmación tiene muchas implicaciones administrativas, el diseño y desarrollo del producto (planeación, diseño visual-ergonómico-estético) y técnicas de diseño (ingeniería). Es sobre estas últimas que nosotros deseamos enfocar nuestros puntos de vista. El sujeto ha sido despreciado durante largo tiempo y ha sufrido desde una ambigüedad de si "el diseño" se refiere al "diseño" de un producto — como aparece y funciona - o si el énfasis es (y debería ser) en el proceso de diseño social, económico y técnico. De nuevo, en el último de estos deseamos enfocar nuestra atención. El artefacto diseñado por diseñadores de ingeniería para un propósito útil aparece generalmente bajo el nombre de sistema técnico (TS).

Diseñar en este contexto significa interpretar las necesidades del mercado (futuro), buscando las formas de llenar esas necesidades y preparando la documentación para fabricar y mercadear el producto propuesto. Nadie tiene el suficiente conocimiento para hacer esto en forma aislada — aun cuando esto es lo que se llama manejos "científicos" (en el sentido atribuido a F.W. Taylor y Henry Ford) se espera que los diseñadores en ingeniería hagan un modelo organizacional "sobre la pared". La cooperación de un equipo, con una jerarquía organizacional horizontal y vertical, se requiere para asegurar que toda la información disponible sea considerada y las mejores alternativas sean mejoradas y seleccionadas.

También, ninguna persona puede posiblemente resolver el problema más simple (así sea el solo problema de diseño) en una secuencia lineal recta — la memoria humana está limitada a siete más o menos dos porciones considerables de información. El trabajo iterativo es esencial y la descomposición recursiva y el re-ensamblaje (síntesis) de las propuestas de solución es imperativo.

Aunque diseñar un producto necesita de la cooperación de un equipo, los diseñadores en ingeniería (y todos los demás participantes en el equipo) deben también efectuar su propio trabajo — el trabajo de los diseñadores es generar la documentación para la fabricación de un producto. Los procesos de diseño pueden ser racionalizados solamente si tales procesos se pueden definir. Definir los procesos también permite una forma racional de educar y entrenar a los futuros diseñadores de ingeniería. Estamos buscando un conjunto de modelos genéricos, estructuras formales, formas fundamentales o constituciones interiores [8], no solo para los productos sino también para los procesos de diseño en ingeniería.

Panorama de la Ciencia del Diseño

Tomando como base los desarrollos de la Ciencia del Diseño [1-6] y los progresos desde 1950, los autores proponen una división de tópicos que cubran tanto la teoría como la práctica. Para una compañía fabricante, los tópicos que se originan en las necesidades mundiales son :

- a. *El producto, el proceso y/o el servicio que se va a entregar:* lograr una calidad adecuada para el mercado mundial (y/o local), el manejo de la calidad, la verificación y certificación de los procedimientos de calidad ;
- b. *El manejo del proceso de desarrollo* (un constituyente de administración general) : procedimientos y procesos para capturar los deseos requerimientos y necesidades del comprador y para guiar los procesos de diseño, manufactura, etc, y asegurar la revisión del desarrollo ;
- c. *La generación del producto, el proceso y/o el*

servicio (constituyentes del proceso de desarrollo que va a ser efectuado y manejado): diseñar (generar las instrucciones de manufactura), desarrollar (lograr y verificar los requerimientos al gusto del cliente), fabricar, mercadear, etc.

Si los requerimientos de las necesidades mundiales van a ser satisfechos, los aspectos de cada tópico deben ser racionalizados. Esto se puede lograr de la mejor manera si unas ciertas bases teóricas (pero coordinadas con las tareas prácticas relativas y aceptando todos los desarrollos y experiencias de la práctica) se definen: definiendo la naturaleza de los resultados intermedios y finales, tanto aquellos que se utilizaron en el presente y aquellos disponibles para ser usados; los procedimientos apropiados, las técnicas y los métodos, incluyendo las formas de modelado que pueden ayudar a lograr resultados, en una secuencia lógica; y los registros y documentación de consideraciones y decisiones preparados para revisión y auditoría que se encuentren disponibles en caso de posibles litigios. La racionalización real del diseño en la industria puede ser llevada a cabo. Esto requiere que los practicantes (miembros del grupo de diseño) comprendan y practiquen el uso de cualquier procedimiento moderno. Por lo menos esto es demandado y soportado activamente por la administración de la compañía, no hay incentivo para los practicantes que se comprometan en este aprendizaje.

La Ciencia del Diseño tiene que ver específicamente con el tópico (c). De nuevo, el tópico no puede ser aislado, debe ser coordinado directamente con el tópico (a) y colocado en el contexto de (b).

La ciencia del diseño [2] comprende la teoría de sistemas técnicos (TS) [3], una teoría de los procesos de diseño [4], recomendaciones para la aplicación real de los procesos de diseño (diseñar) en la industria y en la educación [5] y ejemplos clásicos del proceso de conceptualizar los sistemas [6].

Las aplicaciones de los procesos de diseño para un producto cubierto bajo cualquier actividad del diseño, desde el rediseño menor hasta el diseño novedoso radical, incluye abstracción y concreción. La derivación de la Ciencia del Diseño incluye un

modelo de procedimiento de diseño, una secuencia comprensiva y lógica que este conectada a los métodos de modelado para cubrir el proceso de diseño en cualquier circunstancia. En todo momento, la forma de proceder debe estar adaptada a cada proceso individual de diseño en circunstancias particulares, incluyendo las habilidades de los miembros del grupo de diseño, el conocimiento disponible (de las necesidades, de las aplicaciones existentes, etc.), las limitaciones de tiempo y muchos otros factores que tienen que ver con la empresa, la sociedad, la cultura, etc. El modelo de procedimiento se puede usar con (y específicamente no excluye el uso de) pasos y saltos intuitivos, pero incluye la recomendación de que tales resultados intuitivos sean llevados a la formalización. El procedimiento permite fomenta la búsqueda de alternativas a varios niveles de soluciones abstractas.

Los "mejores" procedimientos de diseño para mejorar la creatividad [7] de los diseñadores de ingeniería (y otros) se recomiendan, utilizando especialmente varios niveles abstractos de modelado de productos, transiciones entre estos modelos, métodos para mejorar la creatividad, etc. La creatividad "no ocurre" porque sí. Las investigaciones recientes en psicología han mostrado que la creatividad, la generación de ideas novedosas, ocurre como resultado de una tensión natural entre los modos mentales intelectual e intuitivo [9]. El *modo intelectual* (sistemático, metódico, estructurado, analítico) puede reconocer la existencia de un problema y analizar su naturaleza, con (o sin) un método de procedimiento sistemático. Un sentido de no satisfacción puede producirse en el *modo intuitivo* (errático, inconstante, no calculable, travieso) que dispara y activa las interacciones mentales con el intelecto para lograr la solución del problema. El intermovimiento oscilatorio entre el pensamiento intuitivo y el intelectual y los procedimientos relacionados pueden producir propuestas creativas de solución. Deben existir tensiones oscilatorias suficientes entre los modos mentales intelectual e intuitivo para que la creatividad se presente. La creatividad (propuesta de soluciones novedosas a un problema) se ha demostrado que resulta al usar una aproximación al diseño sistemático. La probabilidad de obtener una

“mejor” solución en un período de tiempo más corto se aumenta pero no se garantiza por el trabajo sistemático.

Como un ejemplo del panorama de la Ciencia del Diseño, la calidad se define con respecto a las propiedades del sistema que se va a diseñar. Tomando la referencia [2] (Fig. 7-5, parte 2 de la edición en Inglés), todas las propiedades de los sistemas técnicos (TS) pueden ser incluidas dentro de un conjunto completo de clases. Cada propiedad puede afectar una, dos o más clases de diversa forma, puesto que los límites entre las clases son fluidos, no definidos, confusos. Cada una de estas clasificaciones tiene un propósito particular, por ejemplo las 12 clases de propiedades más adecuadas a los propósitos de diseños (el trabajo de diseño) son :

1. Función - comportamiento
2. Propiedades funcionales determinadas - parámetros, propiedades condicionales o de funcionamiento (operación), funcionalidad.
3. Propiedades operacionales
4. Propiedades de fabricación - Propiedades de realización
5. Propiedades de distribución
6. Propiedades de entrega y planeación
7. Propiedades de liquidación y ambientales
8. Propiedades ergonómicas
9. Propiedades estéticas - de apariencia
10. Propiedades legales y de concordancia social
11. Propiedades económicas
12. Propiedades de diseño

Las clases 1 y 2 se refieren al propósito del TS ; las clases 3,4,5,6 y 7 se refieren a las fases del ciclo de vida (y los operadores de estos procesos de vida) que el TS experimenta ; las clases 8,9,10 y 11 se refiere a los seres humanos y a la sociedad ; la clase 12 se refiere al diseño del TS para alcanzar las propiedades externas requeridas. En la figura antes

mencionada, se dan ejemplos de propiedades típicas.

El ambiente exige que haya ciertas demandas técnicas (para ser diseñado, entregado y seleccionado), lo cual se refleja en las propiedades externas del TS, es decir, las propiedades 1-11 :

- Que el sistema técnico soporte su ciclo de vida
- Que el comprador pueda ver y juzgar, por ejemplo para seleccionar entre los diferentes sistemas ofrecidos o especificar las demandas al ordenar el sistema :
- Que el grupo de diseño (de ingeniería y otros colaboradores) debe generar el diseño (establecer las propiedades de la clase 12).

Las propiedades internas son aquellas que están bajo el control directo de los diseñadores de ingeniería. Ellas incluyen la estructura (elementos componentes, funciones, arreglos, interacciones y procesos internos del TS) y para los elementos estructurales (los componentes) las formas, las configuraciones, los parámetros, las dimensiones, las tolerancias, los acabados superficiales, los materiales, etc. - estos son detalles, ensamblajes y sub-ensamblajes de lo que se diseña y modelos más o menos abstractos. Las propiedades internas deben generar las condiciones que dan origen a las propiedades externas. A la vez, las propiedades internas incorporan el conocimiento derivado de las ciencias de ingeniería - comportamiento de los metales, cinemática, dinámica, control y muchas otras. Además, las propiedades internas conllevan derivaciones a partir del conocimiento de los principios disponibles sobre la forma, las operaciones de transformación, los modos y las condiciones de acción, etc.

La calidad se define como la disponibilidad y la conveniencia de los valores percibidos y medidos de las propiedades (todos, o una selección adecuada de las propiedades externas). Las fuentes de calidad son:

- Calidad de diseño
- Calidad de manufactura y ensamblaje
- Calidad de servicio y uso
- etc.

Las propiedades del sistema se pueden diseñar suministrando las bases para controlar y manejar la calidad, lo cual lleva a procedimientos adecuados de calidad, por ejemplo ISO 9000. Ellos dan un cubrimiento total de las consideraciones que se necesitan durante el diseño y las formas y comportamiento de todo el sistema.

En consecuencia, este conjunto de propiedades se puede usar como una guía en las varias etapas del diseño. Es particularmente útil junto con el Despliegue de la Función de Calidad (QFD), para generar una especificación establecida de diseño, la "mejor" definición del problema. Esta especificación del diseño debe ser revisada y actualizada continuamente durante (y después) del diseño. Los recién introducidos métodos de la "mejor práctica industrial" (como las series TQM, QFD ingeniería concurrente, ISO 9000) tienen su propósito y limitaciones junto con el diseño tal como se explicó en la Ciencia del Diseño.

Deducciones de la Ciencia del Diseño

Estos aspectos son aún más importantes en la educación en ingeniería. Aprender lo "mejor" puede ser bueno si hay una teoría fundamental, la explicación de un grupo de fenómenos junto con una práctica dirigida [7], incluyendo preferiblemente actividades de grupo. Esta combinación es esencial, no solo por las ciencias de ingeniería (una parte del

conocimiento acerca de los objetivos del diseño), donde ya se encuentran establecidas. Se supone que el cubrimiento de las ciencias de ingeniería es lo suficiente para diseñar lo más simple.

Tanto el diseño como la educación del diseño deben estar preocupados de las propiedades remanentes de los sistemas técnicos, los objetos que se van a diseñar. Las "humanidades" se incluyen en el currículo convencional de ingeniería para lograr cubrir las actividades sociales, los efectos sociológicos, las demandas legales y de regulación, la economía, la ergonomía, la estética, etc. Si existe una presentación separada y desconectada de estos aspectos, los especialistas en sus campos individuales pueden facilitar el contexto con las tareas de diseñar lo que se cuestiona como lo mejor.

En el diseño se debe tener en mente los procesos para efectuar las tareas de diseño. Ellos incluyen la solución de problemas cerrados-abiertos, pero ellos también deben incluir una buena formalización del modelo de procedimiento completo y las metodologías y métodos asociados. Esto se debe presentar explicado y en forma práctica [10]. Por lo tanto, se requiere una teoría comprensiva (ciencia) del diseño [2-6] en la educación en ingeniería - la Ciencia del Diseño es el fundamento de la ingeniería, aun cuando el problema de la educación del diseño es mucho más amplio, ver [11]. Una interpretación de estas ideas para la educación se discute en el artículo acompañante [12].

Referencias

1. Hubka, V., Theorie Technischer Systeme - Eine Neue Diiszplin fur die Ingenieurausbildung " (Theory of Technical Systems - a new discipline for engineering education), in Proc. World Conf. On Education in Appl. Eng. And Eng. Tech., Cologne (FRG), April 1984 ; and *Int. Jnl. Appl. Eng. Educ.*, 1 (1985), p. 153-158
2. Hubka, V., & Eder, W.E., *Einführung in e Konstruktionswissenschaft (Introduction to Design Science)*, Berlin/Heidelberg : Springer, 1992 (English edition, *Design Science : Introduction to the needs, scope and organization of Engineering Design knowledge*, in press with Springer-Verlag)
3. Hubka, V., & Eder, W.E., *Theory of Technical Systems*, New York : Sspringer, 1988
4. Hubka, V., *Theorie del konstruktionsprozesse*, Berlin : Springer, 1976
5. Hubka, V., & Eder, W.E., *Engineering Design*, Zurich : Heurista, 1992
6. Hubka, V., Andreasen, M.M., & Eder, W.E., *Practical Studies in Systematic Design*, London : Butterworths, 1988
7. Eder, W.E., "Engineering Design - Characterizing Design Science, " in Proc. 1994 CSME Forum, 20-22 June 1994, McGill University, Montreal (in press)
8. Bucciarelli, L.L., *Designing Engineers*, Cambridge, MA : MIT Press, 1994
9. Nezel, I., *Allgemeine Didaktik der Erwachsenenbildung (General Didactics for Adult Education)*, Bern : Haupt, 1992
10. Eder, W.E., "Developments in Education for Engineering Design : Some Results of 15 years of Workshop Design-konstruktion Activity in the Context of Design Research," *Jnl. Eng. Design* Vol.5, No.2, 1994, p. 135-144
11. Eder, W.E., Hubka, V., Melezinek, A., & Hosnedl, S. (eds), *WDK 21 : Engineering Design Education - Ausbildung der Konstrukteure - Reading Zurich : Heurista, 1992*
12. Eder, W.E., "Introduction to Engineering Design - Based on Design Science," in Proc. World Conference on Engineering Education, October 15-20, 1995, Minneapolis/St. Mn, U.S.A. (in press)

ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN CURRICULAR EN LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA EN COLOMBIA

Jaime Salazar Contreras
Director Ejecutivo - ACOFI
Prof. U. Nacional de Colombia

Eduardo Sliva Sánchez
Presidente - ACOFI
Rector Esc. Colombiana de Ingeniería

Resumen

La internacionalización de la Economía, la Apertura de Mercados entre otros aspectos, genera un nuevo paradigma económico, en el cual los productos de exportación deben tener un alto valor agregado; el hecho de que la producción mundial deba ser para un mercado mundial hace pensar en la necesidad de que la Ingeniería Colombiana deba enfrentar a una serie de retos:

- *Liderar el desarrollo Nacional.*
- *Modernizar el aparato productivo.*
- *Generar tecnología para las necesidades del país.*
- *Dar valor agregado a la producción Nacional.*
- *Manejo sostenible de los recursos.*
- *Introducir la cultura de la Normalización.*
- *Crear capacidad de negociación tecnológica.*

Con base en lo anterior las instituciones que imparten Programas de Ingeniería, deben reflexionar críticamente sobre la manera como están formando a los Ingenieros Colombianos.

Concientes de la anterior situación la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI y el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior - ICFES, emprendieron un proyecto para la Actualización y Modernización de los Currículos de 5 Ingenierías, consideradas vitales para el desarrollo tecnológico del país: Ingeniería Civil, Eléctrica/Electrónica, Química, Mecánica e Industrial.

Para abordar éstas discusiones se efectuaron 15 reuniones regionales, 5 nacionales y se prevé realizar 5 internacionales; el esquema de los encuentros regionales permitió la participación de cien (100) universidades en donde plantearon las inquietudes y estrategias para la Actualización y Modernización Curricular teniendo

en cuenta las misiones y visiones Institucionales de la región y del país y la amplia participación del Sector Productivo.

Dentro de los debates presentados se destacan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- 1. Dar al plan de estudios una alta fundamentación en Ciencias Básicas (matemáticas, física, química).*
- 2. Eliminar el énfasis de especialización en el plan de estudios; concientizar a las empresas para que inviertan en el profesional con miras a darle el perfil de la compañía.*
- 3. Realizar cambios radicales en los modelos pedagógicos; cambiar el esquema Magistral y Aristotélico por el Inductivo y Socrático.*
- 4. La Investigación debe ser el eje del desarrollo de los programas de Ingeniería y de las Universidades.*
- 5. Dominio de los computadores.*
- 6. Dominio de la comprensión oral y escrita del idioma Inglés.*
- 7. Hacer énfasis en la formación Socio-Humanística, en la Ética y la Estética.*
- 8. Establecer la permanencia del proyecto de grado.*
- 9. Reforzar el lenguaje oral y escrito del idioma Español.*
- 10. Incluir los componentes del Manejo Sostenible de los Recursos Naturales.*
- 11. Los estudiantes deben ser gestores de su propia empresa.*
- 12. Hacer énfasis en la gestión tecnológica y empresarial.*

Introducción

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería-ACOFI y el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior-ICFES, desean presentar a la WORD CONFERENCE ON ENGINEERING EDUCATION, el producto de un trabajo exhaustivo que ha venido realizando en el presente año, el cual se centra en la Actualización y Modernización de los Currículos en Ingeniería.

ACOFI es una Asociación gremial privada que reúne al 56% de las Universidades Colombianas que ofrecen programas de Ingeniería, -los cuales se desarrollan en un lapso de cinco (5) años- y tiene dentro de sus objetivos propender por el mejoramiento de la calidad de la educación en Ingeniería que se imparte en Colombia, asimismo el ICFES es un establecimiento público de orden Nacional, adscrito al Ministerio de Educación y tiene dentro de sus funciones apoyar a las Instituciones y Asociaciones en programas que conlleven a la excelencia de la calidad de la educación en Colombia.

Los rápidos avances y cambios tecnológicos debidos a la incorporación creciente de nuevos conocimientos científicos, exigen procesos de innovación permanente, con el propósito de lograr y mantener la competitividad de Empresas y Países, en un mercado de libre competencia.

Dentro de las tendencias mundiales de la competitividad se señala una producción mundial para un mercado mundial, en la cual compiten empresas y países, en donde se debe lograr el mayor valor agregado a la producción. De lo anterior se desprende que la riqueza que se pueda generar en los países está íntimamente ligada al desarrollo de la tecnología y es aquí donde la Ingeniería asume un papel protagónico y trascendental en el escenario de los países.

Se debe entonces, reflexionar críticamente sobre la manera como se están formando los ingenieros Colombianos y para ello ACOFI y el ICFES, han organizado 15 encuentros regionales y 5 encuentros nacionales en donde se han discutido las estrategias más convenientes en compañía del Sector Productivo, para su Actualización y Modernización Curricular en Ingeniería Civil, Mecánica, Química, Industrial y Eléctrica/Electrónica.

Finalmente se presenta la manera como se han realizado y desarrollando los diferentes Seminarios-Talleres que han servido de escenario para discutir la temática planteada; de la misma manera se presentan los puntos de vista del Sector Productivo público y privado, al igual que las conclusiones y

recomendaciones a las que se han llegado en los diferentes Encuentros.

Metodología

Para dinamizar la participación de todos los programas de Ingeniería (1) convocados, se agruparon geográficamente en 4 zonas con el propósito de conocer las opiniones de Instituciones de Educación Superior de Provincia y de Ciudades Capitales; las zonas fueron: NOR-ORIENTE, CENTRAL, OCCIDENTE Y CAFETERA.

El esquema seguido fué el de realizar Reuniones Regionales, Nacionales e Internacionales para discutir la Actualización y Modernización Curricular en las cinco (5) Ingenierías escogidas; producto del esquema anterior se han realizado 15 reuniones regionales y 5 nacionales, con la presencia del Sector Productivo, y se tiene proyectado para finales del presente año convocar a los Encuentros Internacionales con expertos Europeos, Americanos, Canadienses y Latinoamericanos, para contrastar la propuesta Colombiana con la Internacional.

La organización de los Seminarios ha estado basada en tener 3 conferencias magistrales que aborden temas relacionados con la Internacionalización, la Competitividad y la Ingeniería, con temas alusivos a los modelos pedagógicos que soportan un cambio curricular, foros con la presencia y participación de la industria pública y privada, en donde se hacen planteamientos concretos para mejorar la formación profesional del Ingeniero; finalmente se discuten preguntas, previamente elaboradas, mediante mesas de trabajo para hacer más activa la participación de los asistentes, luego en una plenaria, se obtienen las conclusiones y recomendaciones para la Actualización y Modernización Curricular.

Propuesta del sector productivo

Se invitó a participar a varios Ingenieros que representan el sector privado y estatal en las cinco áreas de las Ingenierías señaladas: Civil, Mecánica,

Industrial, Química y Eléctrica/Electrónica, y que corresponden a pequeña, mediana y gran industria Colombiana.

A manera de resumen se presentan las principales observaciones planteadas por los industriales, así:

1. Desde el punto de vista de la Ingeniería de Consulta, los ingenieros que más progresan tienen el siguiente perfil:
 - Buena fundamentación académica, relacionada con los conceptos básicos que rigen las diferentes disciplinas de su carrera.
 - Metódicos para desarrollar sus actividades.
 - Sentido común y sentido de las proporciones.
 - Facilidad para trabajar en grupo o para trabajar individualmente, pero con responsabilidad.
 - Aceptan las directrices de sus coordinadores.
 - Buena capacidad de expresión oral y escrita.
 - Son sensibles y están formados sobre las realidades sociales, políticas y académicas del país.
 - Son responsables, comprometidos y maduros.
 - Tiene buen humor e iniciativa.
 - Conciencia de la importancia del manejo sostenible de los recursos naturales.
2. Desde la perspectiva del sector público se propone:
 - Dedicación a los principios básicos y el análisis de los resultados.
 - Actualización en herramientas de análisis computarizados.
 - Abandonar discusiones matemáticas tediosas.
 - Incluir programas académicos orientados a la visión empresarial.
 - Insertar elementos que fomenten la mente abierta al cambio, a la creatividad y a la innovación.

Resultado de las mesas de trabajo

A partir de las exposiciones, conferencias, los escritos y documentos relacionados con la

Actualización y Modernización Curricular, en cada una de las reuniones Nacionales se procedió a resolver el siguiente temario, bajo la modalidad de Mesas o Grupos de Trabajo:

- Contexto o marco de referencia: pensar sobre lo que estará haciendo el Ingeniero en los primeros años del siglo XXI.
- Definir un perfil de formación considerando los conocimientos, las aptitudes que requiere la Ingeniería en los primeros años del siglo XXI.
- Organización curricular teniendo en cuenta: formación en Ciencias Básicas, Ciencias Básicas de Ingeniería, Aplicación Profesional y Ciencias Socio-Humanística.
- Precisar el papel de la investigación y la extensión universitaria en relación con la modernización curricular y establecer su articulación con la docencia.
- Establecer el papel que juega en el proceso de actualización y modernización, la introducción o promoción de la realización de semestres de práctica, pasantías en la industria, monitorías y realización de trabajos de grado.
- Establecer los modelos pedagógicos más convenientes para la enseñanza y formación en Ingeniería.
- En forma general, precisar los recursos humanos y económicos que se requieren para la implementación de un proceso de actualización y modernización curricular.

Para el caso particular de Ingeniería Civil se dió respuesta a la primera pregunta, afirmando, que en los primeros años del siglo XXI, esta Ingeniería estará haciendo lo mismo que hoy, pero con mayores herramientas de trabajo.

En todos los encuentros se destacó la importancia

del modelo pedagógico como eje fundamental de la Actualización y Modernización Curricular, al igual que se resaltó la investigación como pilar básico del desarrollo y competitividad de las Universidades.

Conclusiones y recomendaciones

Con base en las diversas discusiones dadas en las mesas de trabajo y en las plenarias de los veinte (20) Seminarios Regionales y Nacionales se llegó a concluir los siguientes puntos:

- Buscar continuamente procesos de enseñanza más eficientes, para que las materias que se enseñen queden mejor aprendidas.
- Resaltar una formación muy estructuradas en Ciencias Básicas (matemáticas, física y química).
- Mejorar la expresión oral y escrita; el lenguaje es básico para pensar.
- Dominar el trabajo con los computadores.
- Eliminar los aspectos especializantes de los currículos.
- Resaltar los aspectos Socio-Humanístico en la formación del Ingeniero.
- Propiciar la creatividad y la innovación entre profesores y estudiantes, que conlleve finalmente a convertir en gestores de nuevas empresas.
- Destacar la Investigación como eje del desarrollo de los programas de Ingeniería.
- Estructurar Currículos flexibles que se acomoden a los acelerados cambios tecnológicos.
- Estrechar las relaciones con la Industria mediante la realización de prácticas o pasantías industriales, que permitan conceptualizan los conocimientos teóricos y su relación con casos reales de la práctica profesional.
- Reforzar la formación en áreas de Administración y Gerencia.

Bibliografía

- ACOFI, ICFES: Prospectiva Tecnológica en Ingenierías. Santafé de Bogotá, 1995. 50 p.
- ACOFI, ICFES: Documentos Regionales para la Actualización y Modernización Curricular. Santafé de Bogotá, 1995. 200 p.
- ACOFI, ICFES: Documento Nacional para la Actualización y Modernización Curricular. Santafé de Bogotá, 1995. 80 p.
- CONFEDI: Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. III Taller sobre Modernización de la Enseñanza de la Ingeniería. Argentina 1994. 20 p.

Glosario

CURRÍCULO: Es la organización de lo que debe ser enseñando y aprendido; se entiende como un proceso de representación, formación y transformación.

Laurence Stenhouse (1975) lo define: "El currículo es un intento de comunicar los principios esenciales de una propuesta educativa de tal forma que quede abierto al escrutinio crítico y puede ser traducida efectivamente a la práctica".

ENSEÑANZA: Es un proceso educativo en el cual la actividad se centra en "clases magistrales" en donde el estudiante es un ser pasivo que escucha, memoriza y repite lo aprendido.

APRENDIZAJE: Proceso vital, amplio y continuo por el cual se estimula en el ser humano la apropiación del ser colectivo y la creatividad.

INVESTIGACION: Es la actividad de descubrir, mediante un método válido y confiable la explicación de hechos o ideas, cuando se trata de hechos se llama **FACTUAL** y si es de ideas se llama **FORMAL**.

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO: Es un requisito para optar al título profesional y generalmente está unido a la investigación y a la solución de casos de la industria.

PASANTIAS: Es la vinculación del estudiante a las actividades del sector productivo, en algunos casos, mediante vinculación contractual y supervisada académicamente por la Universidad.

MODELO PEDAGOGICO: Esquema que permite transmitir el conocimiento mediante métodos adecuados y que garanticen el aprendizaje. Se hace énfasis, en las discusiones dadas en Colombia, sobre la importancia del método Socrático y el Aristotélico.

Nota

1. Colombia cuenta con 39 modalidades diferentes de Ingenierías impartidas en 236 programas y en 78 instituciones, de las cuales 54 son privadas (69%) y 24 públicas (31%), ACOFI agrupa a 44 Instituciones.

SISTEMA DE ACREDITACION Y ASESORIA PARA LOS PROGRAMAS DE INGENIERIA EN COLOMBIA -SAAPI-

Victoria Beatríz Durán de B.
Investigadora Principal
Universidad Nacional de Colombia

Yolima Beltrán Villamizar
Coinvestigadora
Universidad Industrial de Santander

Alvaro Recio Buriticá
Coinvestigador
Uniagraria y Universidad Militar

Guillermo Rodríguez Parra
Coinvestigador
Universidad del Valle

Resumen

La heterogénea calidad de los programas de Ingeniería existentes en el país, motivó la realización del proyecto para la concepción, el diseño, montaje y validación de un "Sistema de Acreditación y Asesoría para los Programas de Ingeniería en Colombia", empleando de esta forma, la evaluación como estrategia para mejorar la calidad de los programas.

El proyecto parte de un análisis del concepto de calidad y de la definición de lo que se considera la calidad de un programa de ingeniería.

El sistema tiene como objetivo general ser un medio a través del cual los programas y las audiencias interesadas dispongan de información sobre la calidad de los programas de ingeniería, y permitir a aquellas instituciones interesadas en mejorar la calidad de los mismos, el contar con asesoría calificada para lograrlo.

Se establecen los principios que animan al sistema, tales como la objetividad y el rigor metodológico, la imparcialidad, la honestidad y la confidencialidad en el manejo de los resultados, el respeto a la autonomía universitaria, etc.

Luego se plantea el enfoque que se empleará para el sistema, el cual será mixto tomando elementos tanto del enfoque racionalista como del naturalista.

En relación con el alcance, el sistema será aplicable a programas de ingeniería de pregrado; se define lo que se entiende por programa para establecer luego las componentes del programa, que se deben evaluar.

Las componentes consideradas son:

- *El proyecto educativo institucional*
- *Los actores: estudiantes, personal docente, personal administrativo y egresados*
- *El plan curricular*
- *Los procesos: la docencia, investigación y administración univesitaria*
- *Los recursos*
- *Los servicios: bienestar universitario y extensión*
- *Relaciones con el entorno*

Cada una de éstas componentes se subdivide en variables simples, llamadas factores; para cada factor se definen una serie de criterios de evaluación y los indicadores que permiten establecer la valoración del criterio.

Una vez terminado el diseño del sistema se validará aplicándolo en cinco programas de ingeniería, de acuerdo con los resultados obtenidos se efectuarán los ajustes requeridos al sistema.

Introducción

Desde su creación en 1974, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería-ACOFI, ha tenido como uno de sus fines trabajar para mejorar la calidad de los programas de ingeniería en el país. En la década de los 80, se realizaron varios foros y seminarios sobre la calidad del Ingeniero Colombiano; se conceptualizó sobre la calidad, la calidad educativa y la calidad educativa en ingeniería; se analizaron diferentes alternativas y propuestas para mejorar la calidad educativa en ingeniería y se plantearon una serie de proyectos para su desarrollo, uno de los proyectos propuestos fué el SAAPI.

El Proyecto SAAPI, consiste en la concepción, diseño y validación de un Sistema de Acreditación y Asesoría para los programas de Ingeniería; el proyecto es desarrollado por ACOFI, con la participación de representantes de diferentes facultades de ingeniería y de los sectores: estatal, gremial profesional, empresarial y egresados.

Su validación teórica la realizarán expertos, nacionales e internacionales y su validación práctica se hará aplicando el Sistema a cinco programas de ingeniería; para su desarrollo el proyecto cuenta con la financiación de COLCIENCIAS.

Objetivos

Se planteó como objetivo general del sistema de acreditación y asesoría el siguiente:

Ser un medio a través del cual los programas y las audiencias interesadas dispongan de información oportuna, confiable y continua sobre la calidad de los programas de Ingeniería, y permitir a aquellas instituciones interesadas en mejorar la calidad de los mismos, contar con asesoría calificada para lograrlo.

Como objetivos específicos se busca:

- Diagnosticar las fortalezas y las debilidades de los programas con miras al mejoramiento de su calidad.
- Ofrecer un modelo de autoevaluación que facilite el buen desarrollo de la evaluación externa que realizará el SAAPI.
- Asesorar al programa evaluado, mediante el planteamiento de estrategias para el mejoramiento de las debilidades halladas.
- Atender las necesidades de información que tienen los diferentes sectores relacionados con la Ingeniería en el país sobre los programas académicos de estas disciplinas, produciendo los reportes pertinentes para cada sector.
- Mantener un sistema de información que racionalice la recolección, el procesamiento, el análisis y la difusión de la información sobre los programas de ingeniería, a los que se preste el

servicio. En este mismo sentido, se pretende asesorar a las facultades para que estructuren sus propios sistemas de información, como apoyo a sus programas de gestión, a su autoevaluación y a la evaluación externa.

- Mejorar y actualizar los criterios más relevantes en la determinación de los niveles de calidad para los diferentes programas de Ingeniería existentes en el país.

Resultados

Los resultados obtenidos los constituye el sistema diseñado; partiendo del concepto de calidad se plantean los principios y propósitos que animan al sistema, se define el enfoque y el alcance del mismo y finalmente se establece su estructura.

Concepto de calidad

La acreditación entendida como una estrategia que busca el mejoramiento de la calidad educativa, se ve abocada a enfrentar el problema de la conceptualización de la calidad.

Para propósitos de la presente revisión se han tomado las aportadas por Facundo y Rojas y Orozco, por considerarlas las más relevantes, globalizantes e iluminadoras al respecto.

Facundo y Rojas(1) señalan que:

Una educación sería de calidad en la medida en que satisfaga las necesidades sociales de la comunidad humana específica en la cual se da y a la cual sirve.

Orozco(2) por su parte resalta que:

La calidad es una propiedad del acto educativo que permite apreciarlo como mejor o peor que otro de su misma especie. Conviene distinguir en la calidad una doble dimensión: la propiedad intrínseca del acto educativo, su dimensión interna y el factor de comparabilidad que encierra. En todos los casos alude al valor de un programa o de una institución como un todo.

A modo de conclusión, se puede afirmar que «la calidad de la educación» es un concepto pluridimensional en cuanto debe satisfacer la totalidad de las necesidades sociales básicas en sus múltiples dimensiones. Y que adquiere una dimensión eminentemente social y, más precisamente, ética o política en el sentido filosófico del término por cuanto está en función de la sociedad en la cual se da y a la cual sirve.

De lo anteriormente mencionado se pueden concluir varios aspectos:

- Que la calidad es un concepto con múltiples dimensiones y que tratar de valorarla implica trabajar varios criterios interconectados.
- Que la calidad de la educación siempre ha tenido una dimensión intrínseca y otra extrínseca. Al respecto Van Vught³ anota que la calidad intrínseca tiene que ver con los ideales de búsqueda de la verdad y de obtención del conocimiento y que la calidad extrínseca se relaciona con los servicios que las instituciones de educación superior prestan a la sociedad, y
- Que la evaluación de la calidad, dada su complejidad, requiere experiencia y competencia. En tal sentido parece ser que la evaluación por parte de los pares es un mecanismo importante que proporciona un índice confiable de calidad en un mundo donde la infabilidad es inalcanzable⁴.

Se deduce entonces que la calidad es un concepto dinámico y no es una característica de connotaciones absolutas que tenga el mismo significado en todos los contextos de tiempo, espacio y cultura o para todos los involucrados, lo que conduce al grupo investigador del presente proyecto a proponer que la calidad de la educación *es la resultante de la mediación entre las diferentes expectativas y necesidades que tienen el Estado, las empresas, los gremios profesionales, los egresados y la academia en general sobre la cultura universitaria, los planes de estudio, las estrategias y materiales pedagógicos, la investigación y el desarrollo de tecnologías, entre otros.*

Principio del SAAPI(5)

Dada la complejidad política del tema de la acreditación y el posible conflicto de intereses que se puede presentar entre los protagonistas del proceso, se hace indispensable establecer los fundamentos en los que se apoya el SAAPI, los cuales aparecen a continuación:

- El sistema concibe la evaluación como un procedimiento científico lo que supone la garantía de la objetividad y del rigor metodológico en su implementación, al basarse en teorías, modelos y técnicas desarrolladas por la investigación evaluativa.
- El SAAPI aportará la estructura conceptual y metodológica para la creación de un servicio de acreditación para aquellos programas que voluntariamente, por solicitud expresa de sus directivos, así lo deseen.
- El SAAPI tendrá en cuenta las experiencias internacionales en la materia, así como los parámetros de calidad establecidos para la disciplina. Sin embargo, se caracterizará por la originalidad del modelo que le permita actuar teniendo en cuenta las características nacionales.
- El manejo de la información obtenida por el SAAPI se caracterizará por la honestidad, la imparcialidad y el derecho a la confidencialidad.
- El SAAPI tendrá en cuenta tanto la autoevaluación como evaluación externa dentro del proceso de acreditación, de acuerdo con el Artículo 3 del Decreto 2904 de 1994.
- Los resultados de la autoevaluación, asesorada por el SAAPI, serán materia prima confiable para la evaluación externa y componente fundamental para la evaluación síntesis del Consejo Nacional de Acreditación (CNA).
- La selección de evaluadores externos será imparcial, no introducirá sesgos subjetivos y tendrá en cuenta entre otros criterios, la experiencia de los mismos, su credibilidad dentro del gremio de la Ingeniería, sus calidades académicas y su relación con el tema de la evaluación de programas académicos.
- Los procesos de orientación de la autoevaluación, el desarrollo de la evaluación externa y la

elaboración de informes de acreditación adelantados por el SAAPI, serán absolutamente respetuosos de la autonomía universitaria. Sin embargo, el proceso se efectuará con base en criterios de homogeneidad abiertos y flexibles para el conjunto de programas académicos.

- Tanto el establecimiento, como la actualización de los criterios de calidad empleados por el Sistema, serán producto del consenso logrado entre los sectores involucrados en la formación de ingenieros.
- El enfoque utilizado por el Sistema para adelantar la acreditación será de naturaleza mixta, sirviéndose de metodologías tanto racionalistas como naturalistas, según sea pertinente. De todas maneras se enfatiza la participación que tendrán, durante todas las etapas del proceso, los sectores involucrados en la formación de los ingenieros.
- Los estándares de calidad de los programas de ingeniería deberán establecerse con base en condiciones mínimas de excelencia a partir de referentes nacionales e internacionales.

Propósitos del SAAPI (6)

Entendiendo los propósitos como las intenciones que tiene el Sistema y el ánimo que alienta su actividad, se buscan los siguientes propósitos:

- Fomentar la iniciativa de los programas académicos de Ingeniería para que desarrollen procesos autoevaluativos con la asesoría y el seguimiento del SAAPI, proporcionando para ello orientaciones teóricas y metodológicas.
- Retroalimentar a los programas, facultades y universidades que utilizan el servicio con recomendaciones que contribuyan al mejoramiento de la calidad, posibilitando un nuevo proceso de toma de decisiones.
- Percibir las características, fortalezas y debilidades de los programas.
- Proporcionar los resultados de la acreditación de programas académicos de ingeniería a los sectores académico, empresarial, gremial y estatal del área, así como a la comunidad en general.
- Reconocer públicamente los programas que cumplen con los parámetros de calidad establecidos por el sistema.

Enfoques propuestos para el SAAPI

El término «enfoque» es definido como la manera de considerar o tratar un asunto (7). Para el caso de la acreditación y en términos investigativos, el enfoque hace alusión a la tendencia metodológica que utiliza el proceso en toda su extensión: desde la definición de propósitos u objetivos, hasta la entrega de resultados y el seguimiento a la utilización de los mismos.

La literatura sobre evaluación recoge, no solamente la multiplicidad de modelos que se han diseñado para resaltar alguna particularidad o énfasis en la concepción evaluativa, sino también clasificaciones de estos modelos, a la luz de diferentes criterios (Stake, 1976; Popham, 1975; Stufflebeam y Webster, 1980), predominando casi siempre como norma de clasificación la finalidad o propósito y los métodos o procedimientos para llevar a cabo la evaluación. House (1978), incluye un nuevo criterio clasificatorio: el epistemológico, es decir, la concepción del conocimiento que se privilegia para acercarse, captar y analizar la realidad del objetivo evaluado (8).

La metodología investigativa ha variado a través de la historia y dependiendo de la filosofía que la inspire y el objeto de su trabajo, utiliza alguna tendencia en particular (9).

En la investigación evaluativa, clasificada en ocasiones como una investigación aplicada debido a que entre sus principales intereses está la utilización de sus resultados, las unidades de estudio pertenecen al campo de las Ciencias Sociales y la diferenciación en el tipo de enfoque empleado, puede ser determinante en la obtención de resultados.

Las Tendencias Racionalista y Naturalista:

Hay dos enfoques evaluativos capaces de contener la multiplicidad de modelos a que se ha hecho alusión, a saber: el predominantemente investigativo o racionalista y el predominantemente apreciativo o naturalista. Se dice «predominantemente», pues pocos modelos pueden operar instrumentando en forma pura uno sólo de estos enfoques, pero sí privilegian uno de ellos.

Los enfoques encarnan en modelos o sistemas o relaciones que intentan ser representaciones a la vez de la realidad y de la metodología para evaluarla. Por ser necesariamente reducciones de la realidad, no logran captar todo, sino que privilegian algunos factores y relaciones de la misma.

Basados en que la hipótesis metodológica del SAAPI consiste en utilizar los logros teóricos y metodológicos de la investigación evaluativa para su propio diseño de acreditación y asesoría, es pertinente la acotación de Marjorie (10):

El proceso de acreditación ha evolucionado de la medición cuantitativa a la cualitativa. De la época en la que se hacía una mera lista de control se ha pasado a una época en la que ha aumentado el énfasis en la consideración de los resultados de las experiencias educativas.

En relación con *el enfoque a asumir en el proyecto SAAPI*, se prevé que sea mixto y tome elementos tanto de las tendencias racionalistas desarrolladas, entre otros por Suchman, Weiss, Crombach y Airasian; como de las naturalistas, desarrolladas por Stake, Provus, Scriven y Stufflebeam.

Del enfoque racionalista se tomará: a) la claridad absoluta de los objetivos para poder preestablecerlos y mantenerlos hasta el final; b) el establecimiento de relaciones a través de comparación; c) la cuidadosa elaboración de instrumentos para obtener resultados válidos y confiables, y d) la utilización de diferentes técnicas estadísticas en el análisis de los datos, pudiendo su nivel ir desde la descripción hasta la búsqueda de relaciones múltiples entre variables.

Del enfoque naturalista se tomará: a) la flexibilidad en la implementación del diseño; b) el carácter participativo de las audiencias, que en este caso son los cuatro sectores involucrados en el proyecto (académico, estatal, empresarial y gremial profesional), partiendo de los aportes de los representantes sectoriales y de las características técnicas y políticas de las fases del proyecto, y c) el valor que se da a la información cualitativa.

Las razones para integrar los dos enfoques son la imposibilidad de cada uno de ellos para responder por sí solo de manera suficiente e integral al proceso total de evaluación, y la pertinencia de crear un modelo flexible que se adapte a las necesidades y características particulares de los programas educativos del país. (11).

El enfoque mixto asumido, deberá explicitarse en el procedimiento de evaluación que seguirá el sistema, el cual incluye seis etapas que se describen a continuación:

- Análisis preliminar del programa por parte de los responsables del mismo, con miras a determinar su elegibilidad para la acreditación.

Para ello los miembros del SAAPI deberán enviar al programa los criterios de elegibilidad establecidos por el Sistema. Si el programa considera que los cumple, se enviarán los formularios de autoevaluación y las instrucciones respectivas para su diligenciamiento.

Asimismo, el SAAPI prestará asesoría para la autoevaluación del programa, mediante entrenamiento de los que la realizarán, si fuera del caso.

- Análisis del informe de autoevaluación realizado por el programa, por parte de la comisión evaluadora que haya designado el SAAPI.
- Visita de la comisión evaluadora designada por el SAAPI, al programa. Los objetivos de esta visita son:

1. Apreciar todos aquellos aspectos que no es posible consignar en un documento escrito, tales como: el ambiente académico de la institución, aspectos éticos y morales, etc.,.
2. Ampliar información sobre aquellos aspectos que en la autoevaluación enviada por la institución presenten vacíos o falta de claridad.
3. Contrastar lo observado por los evaluadores, con la información institucional previamente enviada y analizada.

- Presentación y discusión del informe preliminar elaborado por la comisión evaluadora, con los responsables del programa.
- Informe final o evaluación síntesis: es el resultado del análisis realizado por los expertos con base en la autoevaluación hecha por la institución y en la visita realizada por ellos, el cual debe contener: las fortalezas y las debilidades del programa, las recomendaciones para mejorar las debilidades encontradas y con base en ello, un concepto final acerca de la posibilidad de acreditación.
- Respuesta del programa evaluado al informe final o evaluación síntesis con miras a discutir y analizar las diferencias de apreciación entre la comisión evaluadora y los responsables del programa.

Alcance del SAAPI

Por alcance de la acreditación se entiende la capacidad real de ésta para abarcar el objeto de la misma, su cobertura y por tanto, sus limitaciones.

En relación con el alcance del proyecto SAAPI, es necesario señalar que éste: a) centra su atención en los programas académicos de pregrado de ingeniería a nivel universitario, sin que por ello se excluya la posibilidad de que en el futuro se pueda adecuar para programas de otras disciplinas; b) cubre las áreas: proyecto educativo institucional, actores, plan de estudios, procesos, recursos, servicios y relaciones del programa con el entorno, y c) será validado mediante su aplicación a cinco programas de ingeniería, de diferentes ramas.

Como se pretende evaluar programas académicos de pregrado de ingeniería es importante definir que se entiende por programa académico; es así como para propósitos del presente proyecto se entenderá el *programa académico* como: *una experiencia educativa mediante la cual se adquieren conocimientos teóricos y prácticos, y el desarrollo de actitudes, aptitudes y valores requeridos en la formación de un ingeniero a través de cursos, módulos y actividades estructurados en una secuencia lógica y coherente, para lo cual se debe*

contar con los recursos humanos, físicos y económicos necesarios.

Estructura del SAAPI

La evaluación con fines de acreditación se centrará en las siguientes áreas:

- El Proyecto Educativo Institucional que debe incluir la visión, la misión, los logros institucionales y su plan de desarrollo.
- Los actores: conformados por los estudiantes, el personal docente, el personal administrativo y los egresados.
- El plan de estudios que debe considerar: su justificación, los perfiles ocupacional, profesional y prospectivo, los objetivos del programa, la estructura académica, el programa analítico de las asignaturas, participación de diferentes actores en la propuesta y la administración curricular, la revisión y actualización efectuadas al plan de estudios y finalmente, la previsión de actividades propedeúticas o de recuperación académica.
- Los procesos: los cuales incluyen la docencia, la investigación y la administración universitaria.
- Los recursos que incluyen: la biblioteca y la hemeroteca, las redes de información, los laboratorios y los talleres, la planta física y su dotación y los medios económicos.
- Los servicios que contemplan el bienestar universitario y la extensión, y
- Las relaciones con el entorno dentro del cual se consideran: las necesidades y expectativas de los usuarios, las normas vigentes, las necesidades del mercado, el impacto del programa en el medio social, económico, científico y tecnológico y su interacción con la comunidad académica nacional e internacional

De acuerdo con lo previamente anotado, el sistema prevé la evaluación de siete (7) áreas llamadas componentes, las cuales a su vez se subdividen en una serie de variables simples llamadas factores; para efectuar la evaluación se de estos componentes y factores se han definido 126 criterios de evaluación y 249 indicadores.

Contribuciones

Las contribuciones más importantes del proyecto se pueden sintetizar así:

- Para los programas de ingeniería:
A través de la evaluación externa realizada por evaluadores de reconocido prestigio en el campo de la ingeniería y de la enseñanza de la misma se podrá contribuir al mejoramiento de los programas, identificando sus debilidades y planteando estrategias que permitan superarlas.

La participación de los gremios profesionales, egresados y empresariales en la determinación de los criterios de evaluación y en el planteamiento de estrategias para mejorar los programas, permitirá dar una respuesta a la sociedad más acorde con sus necesidades, expectativas y con el estado del arte a nivel nacional e internacional.

- Para la sociedad:
Aporta una herramienta conceptual y metodológica para la realización de los procesos de evaluación, centrada en la participación y con el consenso de los sectores interesados en el mejoramiento de la calidad educativa en Ingenierías.

Suministrará información real sobre aquellos programas que cumplan con unos estándares mínimos y en el largo plazo permitirá a ésta contar con programas y con ingenieros de mayor calidad, lo que incidirá en el proceso de desarrollo del país.

- Para el Estado:
El sistema, si bien ha sido diseñado para programas de ingeniería a nivel de pregrado, puede adaptarse para programas de otras disciplinas.

Sus lineamientos básicos y su estructura son un aporte para el establecimiento de los criterios generales que le corresponde establecer al Consejo Nacional de Acreditación, para la acreditación institucional.

Los estándares de calidad que se establezcan para efectuar la acreditación, como también el sistema de evaluación y autoevaluación diseñado, podrá

servir para efectos de la acreditación establecida en la Ley 30 de 1992, si el sistema es validado por el Consejo Nacional de Acreditación.

Referencias

- FACUNDO, Angel y ROJAS, Carlos. La calidad de la educación: cómo entenderla y cómo evaluarla. Bogotá: Fundación para la Educación Superior - FES, 1990, p. 44. En: BELTRAN, Yolima, PLAZA, Jeannette. Marco Teórico Conceptual del Proyecto para el Diseño y Montaje de un Sistema de Acreditación y Asesoría para los Programas de Ingeniería - SAAPI. Documento de Trabajo No. 8, Santafé de Bogotá D.C., ACOFI, 1993 - 1994. p. 36.
- OROZCO, Angel, ROJAS, Carlos. La acreditación al servicio de la calidad de la educación superior. p. 3-4. En: BELTRAN, Yolima, PLAZA, Jeannette. Marco Teórico Conceptual del Proyecto para el Diseño y Montaje de un Sistema de Asesoría y Acreditación para los Programas de Ingeniería -SAAPI. Documento de Trabajo No. 8. Santafé de Bogotá D.C., ACOFI, 1993- 1994. p. 37-38.
- VAN VUGHT, Frans. Evaluación de la calidad de la educación superior: el próximo paso. En: La Evaluación Académica. Documentos Columbus. Volumen 2, 1993. p. 71.
- Ibid, p. 77.
- BELTRAN, Yolima. La acreditación y su incidencia en la educación superior. Revista Humanidades UIS, 1994. p. 60-75.
- Ibid, p. 68
- GARCIA-PELAYO, Ramón. Pequeño Larousse. Ed. Larousse. México. 1981. p. 353. En: BELTRAN, Yolima y PLAZA, Jeannette. Enfoques de la evaluación. En: Acreditación Académica de los Programas de Ingeniería. XIII Reunión Nacional de Ingeniería. ACOFI, ICFES, Universidad Nacional, Santafé de Bogotá, abril de 1995. p. 196.
- RESTREPO, B. PLAZA, J. y ZULETA, M. Una Propuesta Flexible de Autoevaluación para el SED. Proyecto PNUD-UNESCO-COL/82/027. Bogotá, 1985. p. 7. En: BELTRAN, Yolima y PLAZA, Jeannette. Enfoques de la Evaluación. En: Acreditación Académica de los Programas de Ingeniería XIII Reunión Nacional de Ingeniería. ACOFI, ICFES. Universidad Nacional. Santafé de Bogotá, Abril de 1995. p. 106.
- WEISS, Carol. Investigación Evaluativa. Editorial Trillas, México. 1972, p. 18-22. En: BELTRAN, Yolima y PLAZA, Jeannette. Enfoques de la Evaluación. En: Acreditación Académica de los Programas de Ingeniería. XIII Reunión Nacional de Ingeniería. ACOFI, ICFES, Universidad Nacional, Santafé de Bogotá, abril de 1995. p. 106.
- MARJORIE, Lenn. Los Sistemas de Acreditación en los Estados Unidos. Tomado de Quality Assurance in Higher Education. Proceedings of an International Conference. Edited by Alma Cratt. The Palmer Press, London. Traducido por Alfonso Rincón. Universidad Nacional. Washington, D.C. 1992. p. 161-167. En: BELTRAN, Yolima y PLAZA, Jeannette. Enfoques de la Evaluación. En: Acreditación Académica de los Programas de Ingeniería. XIII Reunión Nacional de Ingeniería. ACOFI, ICFES, Universidad Nacional Santafé de Bogotá, abril de 1995. p. 110
- BELTRAN, Yolima, PLAZA, Jeannette. Proyecto para el Diseño y Montaje del Sistema de Asesorías y Acreditación de los Programas de Ingeniería SAAPI. En Acreditación Académica en los Programas de Ingeniería. XIII Reunión Nacional de Ingeniería. Santafé de Bogotá, abril 1995.

EVALUACION DEL PROFESORADO: PROPUESTA DE UNA PERSPECTIVA DE INVESTIGACION EVALUATIVA

Yolima Ivonne Beltrán Villamizar

Profesora Asociada - Escuela de Estudios Socio-Políticos
U. Industrial de Santander - Bucaramanga, Colombia

Auto Luz Castro de Pico

Profesor Asociado - Escuela de Educación
U. Industrial de Santander - Bucaramanga, Colombia

Resumen

El presente documento trata de servir como punto de partida para un debate de evaluación del profesorado, un tema ahora en boga debido a los cambios mundiales en las políticas educativas. El documento se refiere específicamente a una experiencia de investigación evaluativa realizada en una institución de educación superior (Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia).

Primero, un análisis de los aspectos legales que hemos realizado despertó el interés del proceso evaluativo y nos lleva a una discusión sobre los factores conceptuales y metodológicos que apoyan la propuesta. A continuación, tenemos una descripción del modelo obtenido del proceso de investigación y se presenta conjuntamente con un análisis de cada uno de sus componentes.

El modelo de evaluación de profesores desarrollado, utilizado en principios de evaluación formativa define, primero, un nivel de fundamentos. Está caracterizado por los motivos, principios y propósitos que apoyan el modelo, al igual que su impacto, los beneficios que brinda y las metas.

En un segundo nivel, los aspectos técnicos y estratégicos se discuten en base del ámbito del modelo, en términos de evaluación, evaluadores, herramientas requeridas, procedimientos, infraestructura y metaevaluación.

Esperamos que el documento presentado se convierta en una herramienta válida en un proceso reflexivo sobre la evaluación del profesorado y sus necesidades, especialmente en las facultades de ingeniería.

Introducción

El desempeño del profesorado en una institución educativa es un aspecto fundamental de su calidad y la evaluación del desempeño es un buen diagnóstico y posiblemente la mejor forma para que los profesores logren el desarrollo personal y profesional. Igualmente ayuda a la universidad a lograr sus objetivos, crecimiento y excelencia académica.

Este proyecto ha resultado de la falta de un programa sistemático y coherente de evaluación formativa para profesores. Su meta es mejorar el desempeño del profesorado y promover el desarrollo de personal en la Universidad Industrial de Santander (UIS) la cual es una institución que prepara ingenieros.

Objetivos

- Desarrollar un modelo de evaluación sobre el desempeño de los profesores.
- Diseñar un marco de trabajo teórico que conceptualmente apoye el modelo propuesto.
- Detectar los criterios más importantes y los factores requeridos para evaluar a los profesores.
- Desarrollar los instrumentos requeridos para recopilar información.
- Determinar el mejor momento para llevar a cabo la evaluación de acuerdo a su utilidad y validez.
- Validar el modelo.

Resultados

Desde un punto de vista metodológico, esta investigación pertenece al área de investigación evaluativa, un trabajo reconocido por expertos que han trabajado en este tema como un nuevo tipo de investigación que enfoca la generación de conocimientos básicos que harán posible definir e incrementar una evaluación estándar. Integrará este conocimiento básico con estrategias metodológicas que surgen de esquemas de evaluación no convencionales.

Según esto, un abordaje mixto (racionalista-naturalista) fue utilizado en la totalidad del proceso investigativo. Según el abordaje racionalista existe un gran interés en establecer una metodología cuasi-experimental conectada a las normas del método científico para evaluación, yendo más allá del nivel descriptivo. Según el abordaje naturalista, el énfasis se brinda en el aspecto cualitativo de la información a medida que éste se enfoca en la descripción, juicio y comprensión del funcionamiento de los problemas con un objetivo de solucionarlos. Igualmente propone una metodología descriptiva menos rigurosa con participación de aquellos involucrados, asumiendo una posición cualitativa humanística hacia los conocimientos.

Como consecuencia del abordaje mixto, el modelo consiste de dos etapas metodológicas.

- La primera etapa es fundamentalmente naturalista y está orientada hacia la percepción sobre el proceso de evaluación de los profesores desde la perspectiva de los profesores, estudiantes y personal de administración. El propósito de esta etapa es detectar la situación real en este aspecto, y basado en ello, establecer algunos criterios para evaluar el desempeño de los profesores. Los datos obtenidos de esta primera etapa se agruparon en tres categorías así:
 - Percepción sobre el proceso de evaluación del profesorado actualmente utilizado en la universidad.
 - Sugerencias para mejorar este proceso, y
 - Factores que se deben considerar en un proceso de evaluación de profesores.
- La segunda etapa es fundamentalmente racionalista, y está orientada a diseñar y a validar los instrumentos requeridos y el modelo mismo a través de monitoreo y consulta con expertos entre otros.

El proceso previamente descrito resultó en el desarrollo de un modelo de evaluación de profesores. Este modelo es el resultado de la colaboración de un grupo de personas y amplia

participación por las partes participantes en el proceso de evaluación.

A continuación tenemos una descripción del modelo propuesto.

Nivel de fundamento

Este nivel se refiere al marco de trabajo conceptual que apoya el marco de trabajo metodológico u operativo desde el punto de vista científico, filosófico y epistemológico. Incluye aspectos tales como el concepto de evaluación, el por qué se realiza y su propósito. En este nivel, vale la pena mencionar los siguientes componentes.

Motivos

Estos se refieren a la consideración de problemas institucionales, técnicos y legales que se deben explicar y la justificación de la creación e implementación de un modelo de evaluación.

Dentro del modelo propuesto como resultado del proceso de investigación, las razones institucionales están relacionadas con tales aspectos como falta de un programa sistematizado, falta de apoyo para los procesos de evaluación, prevalencia de elementos instrumentales, falta de una cultura evaluativa, etc. Los motivos técnicos involucran aspectos relacionados con la estructura del modelo y su elaboración, su adecuada o inadecuada utilización, la falta de una infraestructura investigativa y la utilización de los resultados entre otros. Finalmente, los motivos legales surgen de las políticas educativas nacionales actuales, al igual que las políticas institucionales.

Propósitos

Cualquier modelo propuesto de evaluación de profesorado debe especificar los propósitos y metas que se espera de su implementación. Los propósitos y metas son los siguientes:

- Saber qué se está haciendo y las necesarias correcciones con el fin de acoplar el proceso de enseñanza con la misión de la universidad.
- Detectar debilidades y fortalezas del profesor en su desempeño de enseñanza.

- Utilizar resultados para redefinir políticas, objetivos, normas y otros aspectos de la universidad.
- Promover desarrollo humano y profesional del personal.
- Recomendar mecanismos para superar deficiencias detectadas.
- Alentar la autorreflexión por parte del profesor sobre la calidad de su desempeño con el fin de mejorarla.
- Brindar retroalimentación a los profesores evaluados suministrándoles la asesoría necesaria.

Principios

En el modelo de evaluación propuesto los principios son la base general que le da dirección al modelo y apoyan a éste en forma teórica y conceptualmente y surgen de diferentes disciplinas de ciencias sociales. Los principios subyacentes son:

- La base de la evaluación es la misma dialéctica del pensamiento humano, siempre en búsqueda de situación histórica en la cual se desarrolla con el fin de progresar y evolucionar; por lo tanto, cualquier evaluación es un proceso que se enfoca a estimar y juzgar el valor, excelencia o cualidades del progreso o de cualquier objeto o persona.
- La evaluación se concibe como un sistema de apreciación de la labor del profesor en su posición y de su potencial para desarrollo, lo cual implica una reflexión crítica de la calidad de sus servicios con el fin de determinar el valor del individuo para la universidad.
- La evaluación es formativa, continua, flexible, sistemática, prospectiva y temporal en la formulación de sus juicios.
- El modelo propuesto se basa en teorías, modelos y técnicas desarrolladas para investigación evaluativa, por lo tanto se garantiza la objetividad y el rigor metodológico en su planeación al igual que en su implementación. Igualmente respeta al sujeto. En la misma forma brinda la posibilidad de integrar la calidad y la información cuantitativa.
- El modelo propuesto es sistémico y se basa en la relación dinámica entre los diferentes elementos del proceso.

- El modelo propuesto está contextualizado, es decir, corresponde a las características del contexto social y la cultura de la universidad local.
- El modelo se basa en la participación de las diferentes partes involucradas como base para su implementación.
- Las fuentes utilizadas son heteroevaluación y autoevaluación.
- La dirección del modelo es múltiple: descendente vertical (rector-profesor) ascendente vertical (profesor-rector) y colegiada (comités internos de la universidad) lo cual lo hace coherente con el espíritu de autonomía universitaria.
- La información obtenida a través de este modelo es manejada honestamente, en forma imparcial y confidencial.
- Este tipo de procesos están sujetos a cierto grado de incertidumbre, es decir, el modelo tiene su meta y limitaciones que hace que sea flexible y adaptable al cambio.
- El modelo toma en cuenta el momento adecuado para su ejecución ya que puede haber una atmósfera favorable para su aplicación.
- Los resultados de la evaluación no influyen el salario directamente. De otra manera el propósito formativo de la evaluación se perdería.
- La evaluación se considera como una estrategia para el mejoramiento de calidad de la educación superior evitando así el establecimiento de valores mínimos.

Beneficios

Se espera que el modelo mejore algunos procesos relacionados con aspectos académicos y administrativos, aportando beneficios a la universidad, a su personal directivo y profesorado.

Los posibles beneficios que se esperan de la evaluación del modelo propuesto para la universidad son los siguientes:

- Mejorará mecanismos de selección y promoción de profesores.
- Hará más fácil hacer planeación de personal.
- Será posible llevar a cabo planes de entrenamiento interno y programas.

- Será algo que mejore la supervisión del personal docente.
- Hará más fácil tomar las decisiones adecuadas para la distribución del personal de profesorado.
- Generará una cultura evaluativa en la universidad.

Los beneficios para el personal administrativo son:

- Estará en capacidad de evaluar a los miembros del profesorado con criterios claros.
- Tendrá bases objetivas y necesaria asesoría para evaluación.
- El modelo suministrará elementos que ayudarán eficientemente a contratar nuevo personal docente.
- El modelo brindará retroalimentación sobre el desempeño del Rector.
- El director de la universidad tendrá la oportunidad de demostrar sus habilidades administrativas.

Los profesores tendrán la oportunidad de:

- Saber qué espera de ellos la universidad en términos de su desempeño.
- Conocer la opinión de las diferentes audiencias sobre este desempeño.
- Tener una reflexión objetiva sobre su desempeño profesional y personal.

Impacto

Un modelo de evaluación se espera que tenga repercusiones en todo nivel generando así un impacto económico, científico, tecnológico y social. Sus resultados se reflejan en la optimización de los recursos financieros a través de la calificación de profesores, la disponibilidad de un modelo que haya resultado de un proceso de investigación que será imitado, la mayor credibilidad social y el prestigio de la universidad.

Objetivos

Claridad, organización y jerarquización de los criterios y factores a ser evaluados son aspectos cruciales para cualquier modelo de evaluación y para que éste sea válido.

Con el fin de mantener la coherencia conceptual entre los diferentes componentes del modelo, la formulación del objetivo debe ser originada de lo que quiere decir por desempeño en los principios de su propuesta.

El modelo propuesto toma en cuenta las siguientes dimensiones y factores dentro del objetivo:

- El acto pedagógico considerado como la relación dialógica dentro del profesor, estudiante y el conocimiento con el fin de facilitar la adquisición de conocimiento de los estudiantes. Sus dimensiones son: profesional, pedagógica y didáctica, pedagógica-administrativa, pedagógica-evaluativa, socio-personal. Además, incluye efectividad educativa.
- Actividades académicas relacionadas con la investigación y continua educación.
- Actividades administrativas para los profesores en este tipo de posición.

Selección de Abordaje

La intención es tratar de unificar el objetivo, la tendencia epistemológica (noción de conocimiento preferido) y la metodología en una posición teórica que oriente la evaluación como un todo, es decir, su función, su estrategia cognoscitiva, sus procedimientos operativos y el tipo de análisis e interpretación a desarrollar.

El modelo propuesto sigue una abordaje mixto tomando elementos de las tendencias racionalistas (objetivos claros, cuidadosa elaboración de instrumentos y la interpretación y análisis de la información basada en estadísticas descriptivas e inferenciales) y tendencias naturalistas (por su gran flexibilidad, la naturaleza participativa de las audiencias y la evaluación de información cualitativa).

Nivel técnico-estratégico

Este nivel se refiere a los procedimientos operativos a seguir para el desarrollo de un proceso de

evaluación del desempeño del profesorado. Incluye los siguientes elementos:

Ambito

Se refiere a la delimitación del modelo. Involucra aspectos tales como el tipo de materia, modalidad (asistencia cotidiana, modalidad de distancia), manejo de resultados, posibilidad de sesgamiento, etc.

El modelo propuesto es destinado para la Universidad Industrial de Santander, pero debido a su objetivo y metodología puede ser adoptado por cualquier otro tipo de instituto relacionado con la educación en ingeniería, considerando que se hagan las necesarias modificaciones.

Materias

La característica de la población y de los sujetos a ser evaluados en cada período son tenidos en cuenta. El modelo de evaluación ha sido destinado para la evaluación de profesores de tiempo completo, profesores de tiempo parcial, profesores especiales, aquellos que trabajan en base de hora y otro tipo de profesorado, al igual que profesores en posiciones administrativas.

Evaluadores

Son la fuente principal de información y la confiabilidad de los datos recopilados depende de su correcta evaluación. Según el modelo, los más importantes participantes en el proceso de evaluación son los estudiantes, administración (heteroevaluación) y el profesor mismo (autoevaluación).

Instrumentos

Los instrumentos integran la dimensión diferente y los factores que constituyen el objetivo del modelo, estableciendo indicadores que hacen posible evaluar y cuantificar estas dimensiones.

Los instrumentos propuestos para el modelo son escalas de tipo mixto y han sido validados para este fin. Estos son:

- Evaluación del desempeño del profesor (formatos de evaluación para los estudiantes,

director de cada grupo de profesores y el profesor mismo).

- Autoevaluación de los estudiantes.
- Evaluación del desempeño administrativo del director del grupo (evaluación de formatos para decanos, para profesores de cada una de las escuelas y para autoevaluación de los directores de éstas).
- Evaluación del desempeño administrativo de los administradores a alto nivel (formatos de evaluación para los profesores y para autoevaluación del director a alto nivel).

Los instrumentos pueden modificarse de acuerdo a las necesidades.

Procedimiento

Se refiere a las diferentes fases operativas sucesivas de la evaluación. En esta etapa es pertinente aclarar los siguientes aspectos: tipo de actividad a realizarse, quién la realizará, condiciones bajo las cuales se llevará a cabo, cuándo, dónde y cómo será realizada.

El modelo propuesto incluye las siguientes fases:

- Selección del personal a ser evaluado.
- Preparación de audiencias: estudiantes, profesores directores y altos directores.
- Aplicación de los instrumentos.
- Análisis e interpretación de información cualitativa y cuantitativa.
- Procesamiento de información.
- Periodicidad, seguimiento y toma de decisiones.

Infraestructura

El modelo toma en consideración los recursos humanos, recursos logísticos y recursos financieros que garantizarán su aplicación exitosa.

El modelo propuesto prevé la creación de un "Grupo de Evaluación de Desempeño del Profesorado", adscrito a la Junta de Administración de Evaluación y Control, que estará a cargo de realizar el proceso, obtener retroalimentación, ajustarlo de acuerdo a los requisitos de cada momento, suministrar asesoría sobre políticas de evaluación y participación en el diseño de las estrategias de entrenamiento en servicio.

Metaevaluación

Es la apreciación de la calidad de la evaluación a través del modelo. Se basa en conceptos teóricos, la relevancia de los propósitos, la solidez del diseño, los instrumentos para recopilación de información y otros procedimientos de contenido, validez, confiabilidad, los informes mismos, análisis e interpretación de la información, las conclusiones y difusión entre las diferentes audiencias relacionadas directa o indirectamente con la parte evaluada.

El modelo propuesto sugiere que se realice un mecanismo de control a través de dos estrategias:

- Retroalimentación permanente a través de la ejecución de la evaluación y la información aportada por los grupos de apoyo y por las audiencias.
- La inspección de la validez del modelo por medio de un proceso de consulta con la audiencia relacionada a ella, llevar a cabo la primera inspección tres años más adelante de la implementación y luego cada cinco años.

El modelo estuvo totalmente sujeto a un análisis de validez de contenido por parte de expertos. Esta validez fue obtenida gracias al acuerdo entre los jueces sobre coherencia, pertinencia y suficiencia de los elementos constitutivos y claridad conceptual del tema fundamental de esta modalidad: evaluación del desempeño del profesor.

Conclusiones y contribuciones

- a. El modelo trae una estructura conceptual y metodológica sobre la evaluación de desempeño, evitando que el proceso de evaluación se vuelva simplemente una simple elaboración de instrumentos.
- b. El modelo propuesto insiste en que, aunque es cierto que la evaluación tiene como objetivo mejorar la calidad, en el caso de la evaluación de los profesores, es necesario hacer el proceso más humano y convertirlo en una experiencia

- de enriquecimiento y desarrollo personal y profesional. Por este motivo el modelo enfatiza la evaluación formativa.
- c. El modelo puede dar pie a una corriente de imitación en otros procesos administrativos de la universidad y otras universidades. También puede corresponder a un momento histórico específico caracterizado por los cambios generados por las políticas de la apertura educativa y las nuevas tendencias sociales, políticas y económicas que imponen el surgimiento de un nuevo tipo de universidad.

- d. El modelo está enfocado a optimizar el uso de los recursos financieros a través de calificación de los recursos humanos, aumento de sus niveles de productividad, eficiencia y eficacia con incidencia en la calidad de la educación.
- e. El uso del modelo propuesto podría influenciar la credibilidad social y el prestigio de la universidad y promovería un cambio de actitud en los estudiantes de pregrado y grado y en el mismo profesor en relación con estos procesos.

Bibliografía

Beltrán, Yolima. Castro, Auto Luz. Diseño de un modelo de evaluación formativa del desempeño docente para la Universidad Industrial de Santander. UIS, Bucaramanga, 1994.

ACREDITACION INTERNACIONAL EN INGENIERIA

La experiencia canadiense

Wendy Ryan-Bacon, P.Eng
Director, Educational Affairs
Canadian Council of Professional Engineers
Ottawa - Canada

Axel Meisen, P.Eng.
Dean of Applied Science
Applied Science Dean's Office
The University of British Columbia
Vancouver - Canada

Resumen

Para practicar como profesional de la ingeniería en Canadá se requiere ser autorizado por una de las doce organizaciones provinciales o territoriales de ingeniería, cuya autoridad está conferida mediante estatutos gubernamentales. El Consejo Canadiense de Ingenieros Profesionales (CCPE) es la federación de las autoridades facultadas. Presentamos acá la definición de ingeniero profesional dada por el CCPE y hacemos un bosquejo de la ingeniería como profesión en Canadá.

El CCPE creó en 1965 el Comité Canadiense de Acreditación en Ingeniería con el propósito de evaluar los programas de pregrado en ingeniería. Actualmente hay en Canadá 208 programas acreditados de ingeniería en 33 instituciones. Cuando se obtiene el grado en un programa acreditado se cumple con los requerimientos educativos para registrarse como ingeniero profesional y no se requieren más exámenes (con excepción de los exámenes que exigen las autoridades locales). En consecuencia, en Canadá hay un fuerte vínculo entre la acreditación y autorización.

Desde su comienzo el CEAB ha colaborado estrechamente con la Comisión de Acreditación en Ingeniería y Tecnología (ABET) en Estados Unidos. Este artículo describe esta relación, incluyendo su extensión a un acuerdo internacional de reconocimiento mutuo firmado en 1989 que incluye a seis países: Australia, Canadá, Nueva Zelandia, la República de Irlanda, el Reino Unido y los Estados Unidos. El acuerdo, que recientemente se extendió para incluir a Sur Africa y Hong Kong, se describe junto con el método utilizado para la verificación. Se presentan los beneficios y problemas del acuerdo. Se hace un resumen del proceso para ser firmante del mismo y las actividades actuales que tienen relación en primer lugar con la inclusión de Sur Africa y los contactos realizados con los países europeos a través de FEANI.

El Acuerdo Norteamericano de Libre Comercio (NAFTA), recientemente activado, contempla la provisión libre de ingenieros profesionales entre Canadá, México y Estados Unidos. Se describen las negociaciones

sobre la implementación de un Acuerdo de Ingeniería por medio de un comité tripartita y el papel de la acreditación en estas negociaciones y su autorización. El CCPE recibió fondos de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (CIDA) para un proyecto a tres años, que pretende crear un marco de referencia para lograr la acreditación de los programas de ingeniería en América Latina y para ofrecer asesoría a Chile, Colombia, Costa Rica, México y Perú mediante los sistemas de acreditación en Ingeniería. Se presentan los resultados anticipados de este proyecto.

Se ofrece un panorama de lo que la acreditación de la Ingeniería internacional y la cooperación significarán en el futuro.

La profesión de la ingeniería en Canadá

Para practicar la ingeniería profesional en Canadá se requiere estar autorizado por una asociación de ingeniería. Por efectos de la legislación, en cada provincia y territorio existe una asociación de ingenieros profesionales para servir como autoridad que permita a los ingenieros trabajar dentro de la jurisdicción. El principio enunciado a continuación tiene como propósito la protección del público. Para colaborar con los ingenieros en su auto-gobierno, el Consejo Canadiense de Ingenieros Profesionales (CCPE) define la "práctica de la ingeniería profesional" como cualquier acción de planeación, diseño, composición, evaluación, asesoría, información, dirección o administración de cualquiera de los anteriores que requiere la aplicación de principios de ingeniería y que tienen que ver con la salvaguardia de la vida, la salud, las propiedades, los intereses económicos, el público o el ambiente. Los requerimientos de autorización incluyen típicamente un grado otorgado por un programa acreditado de ingeniería, un mínimo de cuatro años de experiencia y la presentación aprobada de un examen de práctica profesional que es de naturaleza no técnica.

El Consejo Canadiense de Ingenieros Profesionales es la federación nacional de las doce asociaciones de ingeniería en Canadá. El CCPE colabora

con la coordinación de las actividades de las asociaciones, el fomento al reconocimiento mutuo entre ellas y estimula a la comunidad operativa máxima en cuanto a sus funciones de autorización. Para cumplir con su mandato, el CCPE tiene cuatro comités permanentes. El Consejo Canadiense de Acreditación en Ingeniería (CEAB) acredita los programas de Ingeniería en Canadá para asegurar que ellos cumplen o sobrepasan los estándares aceptados para el registro como programas de ingeniería. El Consejo Canadiense de Calificación en Ingeniería (CEQB) tiene que ver con los aspectos relativos con la entrada a la ingeniería profesional. El Consejo Canadiense de Recursos Humanos en Ingeniería (CEHRB) es la rama estadística y económica del CCPE. El Consejo Canadiense de Vigilancia Pública en Ingeniería (CEPAB) pretende promover la vigilancia del papel importante que los ingenieros juegan dentro de la sociedad cuando trabajan con la industria, el gobierno y la personas naturales.

Hay alrededor de 150.000 ingenieros profesionales en el Canadá. Estos representan aproximadamente un 80% de los ingenieros graduados. Las mujeres alcanzan un 5% de los profesionales. Solo el 7% de los ingenieros son independientes. Actualmente hay unos 41.000 estudiantes en los programas de pregrado de las universidades, de los cuales un 18% son mujeres. Unos 8.000 títulos en ingeniería son acreditados anualmente por los programas del CEAB.

El Consejo Canadiense de Acreditación en Ingeniería

El Consejo Canadiense de Acreditación en Ingeniería (CEAB) se estableció en 1965 para acreditar los programas canadienses de educación en ingeniería y asegurarse de que ellos cumplen o exceden los estándares educativos aceptables en la ingeniería profesional. A 30 de junio de 1995 hay en Canadá 208 programas acreditados de ingeniería en Canadá en 33 instituciones. El CEAB tiene también el mandato de confirmar la equivalencia y aceptabilidad de los sistemas de acreditación de otros países y negociar acuerdos de reconocimiento mutuo.

El CEAB tiene trece miembros voluntarios y todos son ingenieros profesionales. Los miembros se seleccionan de los sectores privado, público y académico para poder representar las diferentes regiones del país y la amplia variedad de disciplinas de la ingeniería. El CEAB se reúne tres veces al año para tomar decisiones sobre la acreditación y discutir los resultados de las políticas. Además, administra las visitas de acreditación a instituciones de nivel universitario que ofrecen programas de pregrado en ingeniería.

El informe anual del CEAB es un documento de fácil comprensión que describe el propósito y los criterios de acreditación y las actividades del CEAB. Incluye un listado de todos los programas actualmente acreditados o que en alguna ocasión lo fueron.

Para recibir la acreditación, se deben cumplir los criterios cualitativos y cuantitativos del contenido del currículo y del ambiente del programa. Un programa acreditado de ingeniería debe contener medio año de matemáticas, medio año de ciencias básicas, dos años que permiten combinar las ciencias de ingeniería y el diseño y en el cual cada elemento debe tener por lo menos medio año y otro medio año de estudios complementarios. Las habilidades en comunicación y los estudios de ingeniería económica, impacto de la tecnología sobre la sociedad, las humanidades y las ciencias sociales son esenciales y deben incluirse en los estudios complementarios. La experiencia en el laboratorio y la aplicación de los computadores deben ocupar un lugar adecuado. Los estudiantes deben tener contacto con la seguridad pública y la de los trabajadores, así como con aspectos de salud y deben desarrollar actividades innovadoras de investigación y desarrollo. Se evalúa el ambiente del programa en términos de la calidad de los estudiantes (normas de admisión, políticas avanzadas de permanencia), los profesores (número, calidades académicas, experiencia) y las facilidades de apoyo (laboratorios, bibliotecas, computadores). Se espera que los profesores que enseñan las ciencias de ingeniería y la ingeniería del diseño sean ingenieros profesionales registrados en Canadá.

A la institución particular que lo requiera se le hace una visita de acreditación con el consentimiento de la asociación de ingeniería donde tiene su jurisdicción. Bajo la dirección de un miembro del CEAB se organiza un grupo de ingenieros de mucha experiencia. Antes de la visita se elabora en la institución un cuestionario detallado y se le envía al grupo. Durante la visita, el grupo establece factores cualitativos tales como la atmósfera intelectual y las actitudes profesionales. Esto se logra a través de entrevistas con funcionarios administrativos experimentados, profesores y grupos de estudiantes, visitas a las instalaciones físicas y una revisión del trabajo estudiantil. Se efectúa un análisis cualitativo y cuantitativo del contenido del currículo para tener la seguridad de que cumple los criterios mínimos. Al final de la visita, el grupo se reúne con el decano y los directores de departamento/programa para revisar las debilidades encontradas. El coordinador del grupo prepara el informe del (de los) programa (s) visitado (s) detallando las fortalezas y las debilidades encontradas de acuerdo con los criterios del CEAB y la interpretación del grupo para indicar su conformidad o inconformidad. No se hacen recomendaciones sobre la acreditación. Se envía a la institución el informe de la visita para ser comentado y precisar su exactitud. La institución también puede hacer recomendaciones para mejorar el año académico que está transcurriendo. Finalmente, el informe y la respuesta del decano se presentan al CEAB para que tome decisiones. El decano asiste a una parte de la reunión del CEAB, cuando se presenta el caso y los miembros tienen preguntas y/o respuestas. Al decano se le solicita retirarse de la reunión y el CEAB toma la decisión de acreditación. Se puede conceder o ampliar la acreditación o también puede ser negada.

Cuando los estudiantes se gradúan en un programa acreditado por el CEAB, con ello cumplen los requisitos de registro como ingeniero profesional. No se requieren exámenes técnicos adicionales. En consecuencia, en Canadá existe una fuerte vinculación entre la acreditación y la autorización. El sistema de acreditación en Canadá se ha constituido en una fuerza poderosa para la educación en ingeniería. Su principal efecto es la alta calidad de

los programas de ingeniería. Prácticamente todos los programas de ingeniería en el Canadá están acreditados. Si los programas se colocan en duda, se mejoran o descontinúan por parte de la institución. En algunas ocasiones se ha dicho que el sistema de acreditación inhibe la innovación educativa. Hay muy poca evidencia que apoye esta afirmación, puesto que el número de programas de ingeniería conducentes a un título sigue en aumento. Se ha probado que el sistema es benéfico y tiene un fuerte apoyo de las comunidades de ingeniería tanto académicas como profesionales.

Reconocimiento mutuo de los sistemas de acreditación

Los Estados Unidos han estado acreditando programas de ingeniería desde 1936. El CCPE tomó esta experiencia saludable cuando estableció los criterios de acreditación en Canadá. Como resultado de ello, se establecieron fuertes relaciones entre las dos organizaciones acreditadoras y en 1980 se firmó un acuerdo de mutuo reconocimiento (MRA) entre el Consejo Canadiense de Acreditación (ahora CEAB) y la Comisión de Acreditación en Ingeniería (EAC) del Consejo de Acreditación para la Ingeniería y Tecnología (ABET). El MRA reconoce que los dos sistemas de acreditación de programas de ingeniería son substancialmente equivalentes y los programas de ingeniería acreditados de ambas instituciones satisfacen los requerimientos académicos para la práctica de la ingeniería a nivel profesional. A la vez, establece actividades mutuas de monitoreo tales como la asistencia a las reuniones de la otra, participación en la visita de acreditación de la otra e intercambio regular de información.

Es importante observar que aunque los dos sistemas de acreditación son similares, existen algunas diferencias significativas. Por ejemplo, el CEAB establece 3.5 años para los requerimientos del contenido curricular mientras que el ABET solo tres años. Por otra parte, el ABET tiene criterios específicos para los programas y el CEAB no los tiene. El ABET exige una experiencia mayor en

diseño, el CEAB no la exige. En Canadá, los profesores que enseñan la ciencia de la ingeniería y el diseño deben estar autorizados; este requerimiento no existe en los Estados Unidos.

Quizás una de las diferencias más significativas en ingeniería entre Canadá y Estados Unidos no es el sistema de acreditación, sino el régimen de autorización y el papel de acreditación dentro del régimen. Como se mencionó antes, en Canadá se requiere estar autorizado para practicar la ingeniería - sea un ingeniero empleado o independiente. En Estados Unidos, la mayoría de los estados tienen una excepción en su legislación de ingeniería y aproximadamente un 75% de los ingenieros practicantes no requieren estar autorizados para practicar la ingeniería a nivel profesional. Tal excepción no existe en Canadá. Una diferencia posterior se presenta en el control de proceso de acreditación. En Canadá, las instituciones que autorizan (es decir, las Asociaciones) controlan el proceso de acreditación. Debido a este vínculo directo, el profesional siente que no requiere un examen posterior de experiencia técnica. En los Estados Unidos, el proceso de acreditación actúa como una institución independiente compuesta por los representantes de las sociedades técnicas. Las instituciones juegan solamente un papel indirecto, y por lo tanto han adoptado el examen como un elemento adicional para la acreditación dentro de sus requisitos de autorización. Se busca que mediante la firma del MRA entre las instituciones de acreditación se reconozca la equivalencia de la preparación académica y nos las calificaciones profesionales.

A mediados de 1980, se iniciaron conversaciones con otras naciones para tratar de lograr alguna forma de acuerdo internacional. A ellas asistieron 6 países - Canadá, Estados Unidos, Reino Unido, Irlanda, Australia y Nueva Zelandia. Estos países tenían ciertas características comunes que facilitaban las discusiones: 1) cada uno tenía un programa de acreditación establecido para los programas de pregrado en ingeniería; 2) la calidad de sus sistemas educativos era comparable ya que los estudiantes que se graduaban eran generalmente aceptados en los programas de postgrado de otro país y daban

buen rendimiento ; y 3) ellos tenían el inglés como idioma común.

Las discusiones iniciales llevaron a creer que la última meta era el reconocimiento mutuo de las cualidades profesionales. Sin embargo, se creyó que se podría lograr fácilmente un acuerdo sobre los sistemas de acreditación y se podría preparar el camino para el reconocimiento de las cualidades profesionales. En 1988, se encontraron en Washington, D.C. los representantes de los seis países y desarrollaron un acuerdo internacional de reconocimiento mutuo (IMRA). Sin embargo, en esta ocasión no firmaron el Reino Unido y Canadá. Ambos tenían circunstancias únicas que no estaban consideradas adecuadamente en el texto del (IMRA). Al siguiente año, con ocasión de la reunión la Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería en Praga, se añadió al IMRA la frase "sujeto a verificación satisfactoria" y el Reino Unido añadió un codicilio, y los representantes oficiales de todos los países firmaron el acuerdo. Debido a su origen se ha conocido como el "Acuerdo de Washington". El ánimo de este acuerdo era el mismo del MRA existente entre Canadá y Estados Unidos, es decir, los sistemas de acreditación de los programas de ingeniería son substancialmente equivalentes y los graduados de programas acreditados de ingeniería de las otras organizaciones satisfacen los requerimientos académicos para practicar la ingeniería a nivel profesional.

Canadá insistió en la conclusión de la frase "sujeto a verificación satisfactoria" por una razón específica. Como se mencionó anteriormente es un requerimiento legal estar autorizado para practicar la ingeniería en Canadá. Además, la profesión de ingeniería controla el proceso de acreditación y por lo mismo se le da gran importancia a la finalización de un programa acreditado de ingeniería. Antes de firmar el acuerdo, CEAB/CCPE creyeron que era perentorio que otros sistemas de acreditación fueron investigados completamente para asegurarse que los sistemas de acreditación eran en realidad equivalentes. Otros firmantes no trabajaron con las mismas restricciones legales y en el caso de Estados Unidos, el requerimiento adicional de los exámenes técnicos

en el proceso de autorización parece darle nuevos énfasis al sistema de acreditación.

Después de la firma del Acuerdo de Washington, han habido dos reuniones de los firmantes - una en Montebello, Quebec, Canadá en 1993 y otra en Dublín, Irlanda en 1995. Fue evidente en ambas reuniones que el Acuerdo de Washington ayudó en grado sumo al entendimiento de la ingeniería en otros países y a que se desarrollaran relaciones fuertes. Además, el acuerdo de Washington ha llegado a ser ampliamente conocido y hay muchas solicitudes en todo el mundo para adherirse a él. En la reunión de Montebello se admitió a Sur Africa como firmante y Hong Kong también fue admitido como firmante en la reunión de Dublín. En la reunión de Dublín hubo observadores de México, Papua Nueva Guinea y la Federación europea de Asociaciones Nacionales de Ingeniería (FEANI).

Aun cuando la frase "sujeto a verificación satisfactoria" era importante permitió que Canadá firmara el Acuerdo de Washington, ha llegado a ser débil en la implementación. Una organización podría ser firmante, pero si uno de los otros firmantes no ha verificado aún a su satisfacción que los sistemas de acreditación son substancialmente equivalentes, entonces el Acuerdo de Washington no puede ser implementado en ese país. Algunos firmantes no sabían que países los aceptaban y cuales no. Así que se decidió por unanimidad en la reunión de Dublín fortalecer el Acuerdo de Washington solicitando la verificación antes de llegar a ser un firmante y la aprobación unánime de todos los firmantes existentes para la admisión de uno nuevo. En esta forma todos los firmantes implementarán el Acuerdo de Washington con respecto a otros firmantes. Mientras que el nuevo texto del Acuerdo de Washington se está escribiendo, los pactos anteriores son efectivos con la cláusula "sujeto a verificación satisfactoria". Sin embargo, no se añadirán nuevos firmantes hasta tanto no se acepte de nuevo texto. No podríamos decir qué va a suceder hasta la próxima reunión de firmantes programada para 1997. Otro resultado importante de estas reuniones de firmantes es la voluntad de avanzar hacia un acuerdo sobre cualidades profesionales. Se

ha visto que es esencial lograr la movilidad global en ingeniería. Dentro del acuerdo se hará una consideración de las cualidades encomiables de los para-profesionales.

Puesto que el CCPE no es una autoridad legislativa, se recomienda implementar acuerdos de reconocimiento mutuo mediante las asociaciones responsables de autorizar a los ingenieros en Canadá. Por lo general, estos acuerdos han sido de amplia aceptación por las entidades que autorizan. Sin embargo, en algunos casos, a los graduados con preparación educativa que provienen de programas acreditados en los acuerdos de reconocimiento mutuo, que aplican para registrarse como ingenieros profesionales no se les reconoce como tales. Parece ser que el principal problema es que el estudiante en particular no ha cumplido con el currículo del programa acreditado. En tales casos, la autoridad canadiense de ingeniería requiere que el aplicante apruebe uno o más exámenes técnicos. Esto está dentro de la autoridad legislativa de la Asociación de Ingeniería cuyo mandato es proteger al público.

Otros Desarrollos Internacionales

En junio de 1995 se firmó un sub-acuerdo de reconocimiento mutuo de ingenieros autorizados, bajo el mandato del Acuerdo Norte Americano de Libre Comercio (NAFTA), y con autoridades de ingeniería de Canadá, México y Estados Unidos. Bajo los términos del acuerdo, cuya elaboración tomó casi tres años, un ingeniero registrado que se haya graduado en un programa acreditado y que tenga doce años de experiencia aceptable (8 después de la autorización) se le puede conceder una licencia temporal para practicar la ingeniería sin exámenes técnicos adicionales. Los graduados de programas no acreditados que estén autorizados requieren 16 años de experiencia aceptable (12 años después de la autorización). Se requiere el conocimiento del lenguaje comercial, de las leyes locales y de las regulaciones. Se pueden conceder autorizaciones temporales hasta por tres años o por la duración del proyecto. Los otros aplicantes pueden seguir el curso existente del registro.

La meta del acuerdo es facilitar la movilidad de los ingenieros profesionales con las habilidades comprobadas y la experiencia significativa. Hubo tres premisas fundamentales en las negociaciones : los ingenieros profesionales en cada uno de los tres países son competentes ; existe un sistema confiable en cada país para validar la competencia individual ; y no existe ningún propósito de restringir la movilidad de los ingenieros profesionales sobre otras bases diferentes a la competencia, la salud pública y la seguridad. Lo que es significativo es que se pueden vencer los obstáculos de los diferentes sistemas de autorización y que en México no ha existido ningún sistema de acreditación. Como respuesta a estas negociaciones, México ha establecido un sistema de acreditación que tiene como base los modelos de CEAB y ABET. Sus primeras visitas de acreditación tuvieron lugar en 1995.

La implementación del NAFTA en Ingeniería no es clara. Conseguir la asistencia de 12 jurisdicciones autónomas de Canadá, 55 de Estados Unidos y 32 de México es una tarea formidable. Cada organización representada en el comité de negociación debe ratificar el acuerdo y posteriormente, las autoridades que autorizan deben aceptarlo. En Canadá, el CCPE lo presentará a su Consejo Directivo para ratificación en Noviembre de 1995. El CCPE cree firmemente que es la mayoría de sus asociaciones constituyentes aceptarán el acuerdo en un corto período. En los Estados Unidos hay tres organizaciones que deben ratificar el acuerdo : ABET lo llevará a su Comité de Directores en noviembre de 1995 para ser ratificado ; la Sociedad Nacional de Ingenieros Profesionales (NSPE) ya lo ratificó ; y el Consejo Nacional de Examinadores de Ingeniería y Topografía (NCEES) lo ratificó por un período de dos años. Posteriormente, los organismos que autorizan tienen que decidir si lo aceptan. El Gobierno Federal de México tiene un papel regulador directo en el ejercicio de la profesión de ingeniería y se espera que el acuerdo sea ratificado sin dificultad. El comité tripartito de negociación buscará alcanzar el monitoreo de la implementación del acuerdo.

El CCPE está colaborando con la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenierías (UPADI) en

un proyecto para ayudar a la implementación de un marco de referencia para la acreditación de los programas de ingeniería en América Latina. El proyecto comenzó en 1994 con fondos de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (CIDA). Por razones económicas y logísticas el proyecto se limitó a cinco países: México, Costa Rica, Colombia, Perú y Chile. Se consideró también que los cinco países representan el rango de áreas geográficas y desarrollo económico en América Latina. También participaron los representantes de CEAB y ABET. Los miembros del equipo del proyecto han tenido la oportunidad de observar las visitas de acreditación del CEAB y una reunión decisoria sobre acreditación. Los representantes canadienses ya han visitado cinco países de América Latina para orientar las discusiones de acreditación con funcionarios del gobierno y la industria. Se espera que estos cinco países compartan sus experiencias y los beneficios del proyecto con otros países de América Latina. Se espera varios beneficios:

- Asesoría a organizaciones de ingeniería, gobiernos y universidades en respuesta a los cambios demandados por las prácticas nacionales e internacionales de ingeniería;
- Compromiso de los ingenieros experimentados de la industria, el gobierno y la academia para determinar los objetivos, las características y la calidad de los programas de ingeniería;
- El mejoramiento o supresión de los programas de ingeniería que no cumplen los estándares internacionales, de modo que se fortalezcan las capacidades de manejo eficiente por parte de los países de América Latina;
- La identificación de los programas de ingeniería que cumplen los estándares internacionales actuales en América Latina;
- La provisión del reconocimiento internacional de las credenciales de educación en ingeniería y por lo mismo el mejoramiento de la movilización de los ingenieros por el continente americano;
- El fomento de la colaboración entre las organizaciones de ingeniería en el continente americano.

Otros países ya han mostrado interés en los resultados. La oficina regional para la Ciencia y

Tecnología de la UNESCO para la América Latina y el Caribe, también apoya el desarrollo de los sistemas de acreditación para los programas de ingeniería.

El proyecto, patrocinado por el CIDA, tiene planeado finalizar a fines de 1997. Se espera que para entonces se hayan establecido por lo menos uno o dos sistemas de acreditación y uno o dos estarán en las primeras etapas de su desarrollo. Aun cuando en América Latina las circunstancias políticas y económicas varían, la clave para tener éxito en un sistema de acreditación es el apoyo de la industria (especialmente de aquellas compañías que emplean ingenieros), las universidades y el gobierno (que tiene a su cargo la protección pública total).

Perspectivas

A medida que los negocios mundiales requieren una mayor tecnología, el bienestar económico, social y cultural de los países es altamente dependiente de los expertos en ingeniería. El derecho a practicar la ingeniería está usualmente restringido por ley, estatutos o convenciones a aquellos que han alcanzado un título a nivel universitario en un programa de ingeniería y que han adquirido una experiencia adecuada. La calidad de los programas de ingeniería a nivel universitario es de importancia decisiva para el desarrollo de todos los países. La acreditación es un objetivo que implica que un programa de ingeniería cumple los criterios especificados. Los criterios se establecen para asegurar el cumplimiento de las necesidades profesionales de los ingenieros y de la sociedad. Canadá y muchos otros países han determinado que la educación apropiada en ingeniería aparece mejor demostrada cuando se gradúan en un programa acreditado.

El éxito de los sistemas individuales de acreditación ha sido llevado a acuerdos internacionales de reconocimiento. Hay muchos beneficios que involucran las actividades internacionales que tienen que ver con Canadá :

- La información sobre la idoneidad extranjera está permanentemente actualizada ofreciendo así una

importante retroalimentación de información en el proceso de admisión.

- El intercambio de ideas e información con otras organizaciones de ingeniería ofrece la oportunidad de aprender sobre los métodos que otros usan para alcanzar metas similares. La información se puede utilizar para mejorar o validar los procesos canadienses.
- La calidad y las realizaciones de los ingenieros canadienses pueden mostrar que se mejora la movilidad de los ingenieros en este país.
- Se aumenta la oportunidad de fomentar los

estándares altos en la educación de la ingeniería canadiense.

- Se aumenta la oportunidad de que los ingenieros canadienses compartan los desarrollos en la experiencia en educación en ingeniería y las prácticas.

En consecuencia, se espera que Canadá a través del Consejo Canadiense de Ingenieros Profesionales, continúe haciendo grandes contribuciones a la educación, las prácticas y la autorización a ingenieros tomando una base mundial. Canadá dará la bienvenida a las oportunidades para socios adicionales.

Referencias

1. Canadian Engineering Accreditation Board, "1994 Annual Report", Can. Council of Prof. Engrs., 401-116 Albert Street, Ottawa, ON, Canadá KIP 5G3 (1994).
2. Canadian Engineering Qualifications Board, "1994 Annual Report", Can. Council of Prof. Engrs., 401-116 Albert Street, Ottawa, ON, Canadá KIP 5G3 (1994).
3. Canadian Council of Professional Engineers, "Annual Review - 1994"
4. "Mutual Recognition of Registered/Licensed Engineers by Jurisdictions of Canadá, the United States of America and the United Mexican States to Facilitate Mobility in Accordance with the North America Free Trade Agreement", June 1995
5. Axel Meisen, "Canadian Initiatives in Engineering Program Accreditation", 124th Ann. Meeting of the Minerals, Metals & Materials Soc., Las Vegas, NV, 1995.

DOS ENFOQUES A LA INTRODUCCION AL PROFESIONALISMO Y LA ETICA EN EL CURRICULUM DE INGENIERIA

C.E. Harris, Jr.

Profesor, Depto. de Filosofía
Universidad de Texas A&M

Michael J. Rabins

Profesor, Depto. de Ingeniería Mecánica
Universidad de Texas A&M

Resumen

Al incrementar el número de educadores en ingeniería se reconoce el deseo de introducir a los estudiantes de ingeniería en profesionalismo y ética. La pregunta que se debe contestar es cómo se puede lograr esta meta. En Texas A&M estamos explorando dos métodos para integrar la ética profesional al currículo, así como algunos enfoques extra-curriculares.

I

Un método es introducir módulos de casos en profesionalismo y ética dentro de los cursos de ingeniería requeridos. Usualmente los módulos ocupan una o dos sesiones de la clase e incluyen la presentación y discusión de un caso relacionado con ingeniería que tenga una dimensión clara de ética/profesional.

Los autores desarrollaron casos apropiados en este enfoque dado en un proyecto en 1992 patrocinado por la National Science Foundation (1). En este proyecto hemos trabajado 11 casos y 7 ensayos para colaborar con los profesores en la presentación de los casos. Cada caso tiene un conjunto de guías para el profesor (incluyendo acetatos), un manual para los estudiantes y una bibliografía. El Doctor Michael S. Pritchard desarrolló 35 casos en un proyecto financiado por la NSF, que se terminó en 1992 (2).

Al usar este enfoque, es siempre deseable seleccionar un caso que esté íntimamente ligado al material del curso en cuanto sea posible. Así, en Kansas City, MO, la caída de los pasillos de Hyatt Regency es especialmente apropiada para los cursos de estática y estructuras. El caso del Challenger es apropiado para los cursos de diseño y estructuras.

Con una sola excepción (el caso de la caída de una antena de TV en Missouri City, TX), los casos tanto en nuestro proyecto como en el del Dr. Pritchard no tuvieron que ver con problemas matemáticos. En un taller realizado en 1995, los autores junto con los profesores de ingeniería de todo el país, desarrollaron casos con

un componente matemático. Este proyecto, financiado también por la NSF, presenta problemas numéricos relevantes en casos seleccionados de ética en ingeniería. Creemos que ofrecerá dos ventajas diferentes sobre los casos anteriores. Primero, permitirá a los estudiantes observar una conexión más integral entre su trabajo técnico y los resultados éticos. Segundo, el uso de estos casos ofrecerá un mayor aliciente a los profesores, puesto que les permitirá tener una fuente efectiva de problemas para discusiones en clase, trabajos fuera de ella y pruebas cortas.

Por supuesto, hay otras formas de presentar los casos, además de los materiales y discusiones. El más obvio es mostrar un cinta magnética de video. Además de los videos populares como "Gilbane Gold" y "The Truesteel Affair", hay también algunas nuevas como "trigger tapes" desarrolladas por el Dr. Aarne Vesilind de Duke University. Estas cintas son muy cortas, usualmente de unos cinco minutos, que presentan un bosquejo literario que da origen a preguntas sobre ética en ingeniería. Algunas cintas se enfocan sobre el chantaje y la deshonestidad en la universidad, debido a que es allí donde los estudiantes enfrentan las primeras situaciones del resultado de la honestidad al relacionarla con el profesionalismo (3).

Para aquellos profesores que no se sienten cómodos presentando el material sobre profesionalismo y ética, les tenemos algunas sugerencias. Primero, los acetatos, las lecturas para los estudiantes y las guías para los profesores en nuestros casos pueden ofrecer un modelo de presentación en clase y se puede organizar una discusión. Segundo, un profesor puede encontrar que usando una cinta magnética de video puede estimular la discusión en clase. Tercero, un profesor puede decidir simplemente enunciar los resultados éticos así como aparecen en las discusiones técnicas. El profesor, en el proceso de evaluar un resultado técnico, puede simplemente enunciar la situación de "qué si" que planteará un resultado ético para un ingeniero. Algunas discusiones cortas de 10 minutos, intercaladas a lo largo del curso parecen ser naturales y apropiadas, son las formas más efectivas de

introducir la dimensión ética de la ingeniería. Ellas demuestran que el profesor tiene un ojo fuera de las dimensiones éticas del trabajo de ingeniería y se hace sin imponerle al profesor una carga al conducir una discusión extensa sobre ética. Cuarto, cada institución (preferiblemente cada departamento) debería tener un profesor que pueda servir como un recurso a los otros profesores. La persona que actúa como recurso podría suministrar casos apropiados y métodos de análisis ético a los profesores.

Una ventaja de este primer enfoque a la ética en un curso de introducción a la ingeniería es que no requiere un curso separado sobre ética en ingeniería. Esto también hace que muchos profesores de ingeniería estén comprometidos con el programa de ética. Finalmente, esto proporciona la oportunidad para la más íntima y cabal integración de la ética en el currículo de ingeniería. No creemos que algún programa de ética en ingeniería debiera estar sin este elemento. Por otra parte, las limitaciones de tiempo en los cursos de ingeniería hace que se necesite cubrir grandes cantidades de material técnico, lo cual limita la efectividad de este enfoque. La mayoría de profesores solo pueden dedicar una o dos horas a un caso simple y muchos resultados importantes de ética en ingeniería no recibirían ningún tratamiento.

II

El curso de ética en ingeniería es de libre participación y ofrece la ventaja de que se le puede dedicar un trimestre o un semestre. Hemos dictado ese curso en Texas A&M en los últimos cinco años y el número de estudiantes que deciden tomar esta electiva no técnica ha pasado de aproximadamente 20 a 175 por semestre y hacia el futuro se planea un mayor crecimiento.

Los tópicos del curso comprenden la distinción entre moralidad personal y profesional, ética profesional y ética preventiva, modelos de contratos comerciales y sociales para profesionales, diferentes nociones del valor y la función de un código ético, modelos varios de responsabilidad profesional, métodos de

solución de problemas éticos, importancia de la veracidad y la credibilidad en el trabajo profesional, formas de usar incorrectamente el conocimiento profesional, conflictos de interés, riesgo y seguridad en ingeniería, relación entre el administrador y el ingeniero, derechos del profesional como empleado, lugar del profesional dentro de las organizaciones, ingeniería y medio ambiente, función de las sociedades de ingeniería, el problema de la matrícula profesional universal y otros. Un mayor rango de temas es lo más natural y es quizás la diferencia más importante entre este enfoque y el anterior.

Nuestro curso tiene dos horas de clase a la semana y en ellas se cubren los temas antes mencionados. Además, tenemos dos sesiones de exposiciones de dos horas los viernes con grupos de aproximadamente 25 estudiantes. La función principal de estas sesiones es discutir casos de ética en ingeniería.

El tiempo disponible no permite una exposición completa de nuestros métodos en análisis y soluciones de casos, discutidos tanto en nuestro texto como en otros trabajos. Nos esforzamos en hacer énfasis en la importancia de ser analíticos y creativos. Para ser analíticos, una de las tareas más importantes es aislar las fuentes de desacuerdo entre los estudiantes. Algunos desacuerdos están basados en los hechos reales. Es importante para los estudiantes observar que los resultados reales son con frecuencia controversiales, especialmente cuando ellos tienen que ver con las consecuencias futuras.

Existe otro tipo de desacuerdo en la definición de plazos o en sus aplicaciones en situaciones particulares. A los primeros desacuerdos los denominamos conceptuales y a los segundos de aplicación. Dos ingenieros están de acuerdo en que deben evitarse los conflictos de interés, pero no están de acuerdo en la definición de conflicto de interés (un resultado conceptual) o si una situación dada es en verdad un ejemplo de un conflicto de interés (un resultado de aplicación). Se pueden presentar problemas similares por conceptos como "información del propietario", "privacidad", "seguridad", "inocente" y muchos otros.

La parte más creativa de la solución del problema tiene que ver con la resolución de los desacuerdos éticos genuinos. Estos desacuerdos son usualmente de dos clases. Una clase comprende lo que llamamos un problema de conflicto. En éste el ingeniero se encuentra en una situación en donde hay dos o más obligaciones morales y no todas ellas se pueden satisfacer. Un ingeniero descubre que los productos de su firma son inseguros, pero la administración no desea rediseñar el producto porque las ventas son buenas y el rediseño resultaría costoso. El ingeniero quiere ser leal a su empleador, pero también desea proteger al público. Enfrentado a tales problemas de conflicto, al ingeniero se le aconseja tratar de encontrar lo que denominamos una solución "creativa intermedia", es decir una solución que le permita al ingeniero satisfacer muchas de sus obligaciones de competencia en cuanto es posible, lo que supone que son las obligaciones legítimamente morales.

Una segunda clase de problema es el que llamamos de línea de dibujo. Podemos no tener problemas al diseñar algunas actividades erróneas y otras permisibles, pero puede ser más difícil evaluar moralmente otras situaciones. Por ejemplo, para la mayoría de ingenieros se considera que comprar un estilógrafo plástico por US \$1.00 es correcto y presumiblemente todos los ingenieros están de acuerdo que aceptar un soborno de US \$10.000 para especificar que es un artículo más costoso cuando es de inferior calidad es incorrecto. Pero qué hay cuando se acepta participar en un juego gratis de golf en un club local, o una comida de US \$25.00 ó de US \$75.00 ?. Mientras que la compañía o las regulaciones organizacionales ayudan con frecuencia al ingeniero a tomar tales decisiones, las políticas establecidas no son siempre suficientes.

Con frecuencia encontramos que resulta provechoso utilizar una versión del antiguo método de la casuística, recientemente revivido en la ética médica, donde se debe trazar una línea para responder la diferencia entre prácticas aceptables e inaceptables. Aquí se compara el caso cuestionable (por ejemplo, aceptar el juego gratis de golf) con acciones que encontramos incuestionablemente correctas o

erróneas. Podemos denominar a los casos que no tienen respuesta como "paradigmas". Con frecuencia podemos llegar a una valoración del caso mirando las similitudes y las diferencias a partir de los paradigmas.

La discusión completa de un caso usualmente toma una hora y en ocasiones algo más. Hemos encontrado que el siguiente formato provoca usualmente una buena discusión. La persona que coordina la discusión, le pide a un estudiante actuar como "secretario" y éste se para frente al tablero a copiar lo que los otros estudiantes opinan. La persona que coordina la discusión está libre para desplazarse alrededor del salón, parándose en la mitad, a un lado o atrás.

Los estudiantes usualmente son los primeros en solicitar los hechos conocidos del caso, identificando luego algunos de los hechos desconocidos o controversiales, pero que son decisivos para la resolución del caso. Puesto que los estudiantes no tienen la capacidad de resolver los hechos reales mediante una investigación, se les pide hacer suposiciones o estar de acuerdo en que ellos tienen que tomar una decisión al enfrentarse a la incertidumbre de los hechos reales. Luego de identificar los resultados conceptuales y de aplicación, si los hay, a los estudiantes se les solicita estructurar el problema como de conflicto o de dibujo de línea (o en ocasiones de ambas formas) y luego resolverlo. Cuando se ha resuelto el problema, el secretario por lo general ha llenado la mayor parte del tablero del salón y los estudiantes pueden observar el resultado de sus propias deliberaciones.

Durante el periodo académico 1994-95, les pedimos a los estudiantes de pregrado y posgrado coordinar algunas discusiones y calificar el trabajo de los estudiantes. Todos estos estudiantes habían tomado el curso y lo habían aprobado con notas altas y eran estudiantes destacados en ingeniería. Consideramos que el experimento fue todo un éxito. Las evaluaciones de los estudiantes fueron muy altas y estamos utilizando el mismo plan para el año 1995-96.

Consideramos que el mejor programa de ética en

ingeniería es aquel que tiene la característica de curso de participación libre y a la vez estimula a los profesores de ingeniería a introducir algunos módulos cortos de ética en sus cursos técnicos. Los dos enfoques se complementan entre sí. El curso de participación libre tiene la ventaja de poder utilizar mayor tiempo, pero los módulos de ética pueden ser más efectivos al alcanzar un mayor número de estudiantes y demostrar más efectivamente la relevancia de la ética en ingeniería en el trabajo práctico. La complementariedad es también una ventaja para los estudiantes. Los profesores se pueden dirigir a los estudiantes interesados en forma más amplias de acuerdo a los resultados éticos y profesionales, lo que no es posible en un curso de libre participación. Los estudiantes que entran a un curso de libre participación luego de que han recibido los módulos de ética en sus cursos técnicos están más aptos para apreciar la relevancia de la ética en ingeniería en su trabajo profesional. Finalmente, la complementariedad es una ventaja para los profesores. Los profesores que participan en las sesiones de discusión de los cursos de participación libre se sienten mejor cuando introducen los módulos de ética en sus propios cursos. Los profesores que han introducido módulos cortos en sus cursos técnicos se sienten más cómodos cuando orientan las discusiones en una sesión de un curso de participación libre.

Por supuesto, hay otras formas para introducir a los estudiantes en ética profesional además de los módulos de ética y del curso de ética en ingeniería. Por ejemplo, en el año académico 1995-96, iniciaremos un "Tazón de Ética" tomado del programa del Instituto de Tecnología de Illinois. Se le solicitará a cada capítulo estudiantil de una sociedad de ingeniería, enviar un equipo para dar respuesta a preguntas sobre profesionalismo y ética en ingeniería. Las respuestas serán evaluadas por ingenieros y los equipos ganadores recibirán un premio en efectivo con destino a su sociedad profesional. Los autores ofrecerán también numerosas charlas a los capítulos de estudiantes de las sociedades de ingeniería y a otros grupos interesados.

Estamos satisfechos por el interés mostrado en la

asignatura Etica en Ingeniería, tanto en nuestra universidad como en otras. Uno de los efectos del programa de ética en ingeniería es que es más fácil para los profesores y los estudiantes hablar sobre resultados éticos y profesionales. También estamos sorprendidos por el número de instituciones que

están desarrollando programas sobre profesionalismo y ética en ingeniería. Creemos que el campo de la ética en la ingeniería se encuentra en una fase de rápido crecimiento y en una posición que le permite hacer una contribución importante a la ingeniería y al bienestar público.

Referencias

1. Raymond W. Flumerfelt, Charles E. Harris, Jr., Michael J. Rabins and Charles H. Samson, Jr., "Introducing Ethics Case Studies into Required Undergraduate Engineering Courses," #DIR-9012252, November 1992. Una copia electrónica del informe final está disponible en National Science Foundation, o con el Prof. M.J. Rabins, Department of Mechanical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX. 77843 (409-845-2615). Otra fuente de casos es el texto de los autores que contiene más de 70 casos de ética en ingeniería. Ver Charles E. Harris, Jr., Michael S. Pritchard and Michael J. Rabins, *Engineering Ethics : Concepts and Cases* (Belmont, CA : Wadsworth, 1995)
2. National Science Foundation Grant No. DIR-8820837. Mayor información sobre estos casos con el doctor Pritchard at Western Michigan University (616-387-4389).
3. Una mayor información sobre estas cintas se obtiene del doctor Aarne Vesilind, Department of Civil and Environmental Engineering, Duke University (919-660-5200).

EL CURRÍCULUM HA MUERTO VIVA EL CURRÍCULUM

Trond Clausen
Profesor Asociado,
College Telemark, Noruega

Introducción

La educación en ingeniería está bajo presión, por lo menos en el mundo occidental. La presión viene de la industria, de las empresas de servicios públicos, de los políticos y desde dentro de las universidades y centros de información superior también. La base de esta presión son los cambios estructurales observados en el "mundo industrial" que lleva a los ingenieros a ser despachados por cientos de miles [1].

Esta presión continúa frecuentemente se concentra alrededor de unos cuantos puntos focales:

1. Necesidad de cambiar el currículum
2. Necesidad de cambiar los métodos educativos
3. Necesidad de cambiar los profesores

Actualmente en el Telemark College estos retos han sido tomados en serio, llevando a lo que (en Noruega) se ha convertido en el conocido modelo "Telemark" que se refiere a "Estudios Orientados de Proyecto" o "Aprendizaje Basado en Problemas", PBL.

Para demostrar algunos ejemplos de "generación de currículum" realizado por grupos de estudiantes, el objetivo de este documento es:

1. Brevemente describe el modelo "Telemark" de aprendizaje colaborador.
2. Brevemente discute los tres puntos mencionados anteriormente en relación al modelo "Telemark"
3. Muestra que en el modelo "Telemark" los estudiantes están en capacidad de definir su propio currículum - precisamente satisfaciendo sus necesidades cuando sea requerido.

Este documento se basa en unos ejemplos elegidos arbitrariamente y algunos son del Departamento de Ingeniería Eléctrica después de casi dos décadas de experiencia con enseñanza en colaboración.

Modelo "Telemark"

El modelo "Telemark" es una versión ligeramente modificada del abordaje pedagógico utilizado en la Universidad de Aalborg, Dinamarca. La educación en ingeniería en la Universidad Telemark dura tres años, cada año se divide en dos semestres. Los semestres se numeran de 1 a 6, donde el sexto semestre es el semestre de grado.

El modelo "Telemark" está caracterizado por el grupo, el proyecto, el asesor, la documentación y la evaluación.

1. *El Grupo.* Normalmente consiste de 4 a 7 estudiantes pero se pueden hacer arreglos especiales de acuerdo a la demanda. Se espera que el grupo se constituya a sí mismo, defina las normas para el comportamiento del grupo, ejerza la autojusticia, etc.

El grupo se organiza oficialmente por la *parte orientada del proyecto* hacia los estudios. Pero muchos miembros del grupo están cooperando también en cursos enseñados en formas tradicionales.

2. *El Proyecto.* Existen diferentes tipos de proyectos:
 - a) El Proyecto del primer semestre debe tener una amplia cobertura, debe tratar problemas generales de interés para la sociedad en general. Idealmente, este proyecto introduce al estudiante a una forma de pensamiento científico, trabajo y escritura. Los temas pueden ser elegidos por el grupo de una lista preparada por el profesor.
 - b) Los siguientes semestres: Proyectos técnicos, frecuentemente en colaboración con la industria o empresas de servicios públicos. El problema generalmente es asignado por el profesor.
 - c) El proyecto del sexto semestre (proyecto principal, 60% del semestre o más): Un

proyecto técnico suministrado por el profesor o por otros.

Común a todos los proyectos: Los miembros del grupo se requiere estén presentes para informar oralmente su proyecto a una audiencia.

3. *Los Asesores.* A cada grupo se le asigna un consejero y un censor. Generalmente son miembros del personal ordinario. Se ha realizado un libro de manual para asesorar a los consejeros y a los estudiantes durante el proceso.
4. *La documentación.* Las actividades y progreso del grupo deben estar documentados por medio de un "archivo del proyecto" el cual contiene las notas, etc., una "descripción del proceso" donde el grupo está evaluando su progreso, y el informe formal.
5. *Evaluación.* Existe un sistema de aprobación/no aprobación. Únicamente el informe final es calificado con calificaciones individuales para cada uno de los miembros del grupo.

Cambio del Currículum

El modelo "Telemark" depende de las necesidades de ingeniería departamental, adjudicando el 25 al 30% del total de tiempo organizado para el trabajo del proyecto. El resto del programa semanal es, como se mencionó anteriormente, de "actividades tradicionales".

Como el contenido técnico del trabajo del proyecto puede únicamente ser seleccionado en parte y controlado por el profesor porque él va a jugar una función menos activa de lo usual para brindar el material "útil" para sus estudiantes. En cambio: los socios cooperadores fuera de la universidad tendrán (y utilizarán) la oportunidad de influenciar a la universidad directamente a través del trabajo del estudiante. La experiencia está demostrando que los profesores efectivamente están aprendiendo de los informes de sus estudiantes y frecuentemente se incluye material de ellos en su propio trabajo de salón de clase.

Un aspecto importante del modelo "Telemark" es la oportunidad de especialización - limitada por los estrechos marcos suministrados por un programa de tres años. Ejemplos de esto serán suministrados bajo el título "Nuevo Currículum Servido a la Carta" al final de este documento.

Cambio de Métodos Educativos

Comparado con lo que se ha referido como "actividades tradicionales", el proyecto de estudios orientados significa un cambio en los métodos. El cambio es fundamental debido a que los objetivos del proyecto de estudios orientados son algo más que simplemente reemplazar un currículum: Mientras que un programa "tradicional" normalmente enfatiza ciertos campos seleccionados de conocimientos específicos, el proyecto de estudios orientados está tratando de lograr objetivos como [2]

1. Enseñar lo fundamental
2. Ayudar a los estudiantes a aprender, y
3. Brindar a los estudiantes algún entrenamiento en solución de problemas.

Realizado en forma exitosa, el proyecto de estudios orientados debe tener el objetivo ideal de llevar a los estudiantes a aprender a conocerse a sí mismos, adaptarlos para trabajar en un mundo permanentemente cambiante.

Cambio del Profesor

La función ideal del profesor, quien sirve como un asesor, se puede formular de la siguiente manera [3]:

El verdadero reto en la enseñanza universitaria no es *cubrir* el material para los estudiantes, es *descubrir* el material con los estudiantes.

Por consiguiente, el asesor no debe ser ni el experto de la materia elegida por el grupo ni debe estar a mando del proceso del grupo. En cambio él debe ser el líder indirecto que permite que esto ocurra.

Este cambio puede ser descrito como fundamental. Quizás "el cambio del profesor", ¿será el elemento fundamental en la reestructuración de la educación en ingeniería para las necesidades del mañana?

El Currículum ha Muerto

Los cambios enumerados anteriormente parecen llevar a una conclusión inevitable, aplicando a la educación fundamental en ingeniería: Excepto por los cursos básicos, el currículum como nosotros lo conocíamos, ha muerto.

Viva el Currículum

Sin embargo, el cambio parcial de responsabilidad del profesor a los grupos de estudiantes como ha sido notificado en primer caso en la Universidad Telemark, llevará al crecimiento de "nuevos" currículums.

El "nuevo" currículum podrá incluir características tangibles al igual que intangibles:

Entre los aspectos *tangibles* se encuentran el entrenamiento en liderazgo práctico, formalidades con respecto al manejo de reuniones formales, reuniones de seguimiento, preparación e implementación de presentaciones orales, escritura básica técnica incluyendo estilo, gramática, ortografía, etc. Y por supuesto entrenamiento para averiguar y aplicar soluciones técnicas apropiadas incluso en campos que no se enseñan en la universidad.

Algunas partes *intangibles* del "nuevo" currículum incluyen experiencia en una variedad de procesos de psicología de grupo, desarrollo de atributos personales tales como creatividad, ajuste social, responsabilidad, flexibilidad, iniciativa, coraje y perseverancia.

"Nuevo" Currículum Servido a la Carta

Como se mencionó anteriormente, un grupo arbitrario de currículum técnico surgirá bajo un

sistema de aprendizaje cooperativo tal como el modelo "Telemark". Del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Telemark se enumeran algunos ejemplos de principales proyectos. Tienen en común la investigación y propuesta de soluciones a problemas por fuera de

lo que normalmente se está enseñando en el Departamento.

En la presentación suministrada a continuación, solamente algunos elementos tangibles del currículum se toman en cuenta.

Proyecto	"Nuevos" elementos del currículum
1. Control de un Horno Bickley para Producción	Definición, de implementación práctica de teoría de Bricks
2. Análisis Laboratorio de Transformadores	Problemas armónicos, análisis fourier aplicado
3. Proyecto de una Nueva Sala de Control	Definición, de introducción a diferentes componentes desconocidos
4. Expansión Secundaria de la Estación de Transformadores de 66 a 132 kV	Definición, ingeniería mecánica aplicada, cálculo de volumen y rentabilidad
5. Control Remoto de la Estación de Transformadores Brevik	Definición, nuevos componentes, principios de control remoto
6. Estudio Transitorio de una Caja de PWM para molinos	Mediciones en altas frecuencias, interpretaciones
7. Proyectar una Nueva Línea de 22 kV para Skiensfjordens Kommunale Kraftselskap	Definición, ingeniería mecánica, uso de instrumentos modernos de investigación
8. Mejoramiento de las Cajas de Control de Bombas a Control de Válvulas ubicadas Offshore para Direcciones Ajustables PWM	Definición, análisis económico, combinando unidades eléctricas y mecánicas en el eje
9. Mejoramiento de Direcciones de Bombas Controladas por Válvulas, Statoil	Definición, economía, problema armónicos, Leyes de Afinidad
10. Compensación de Fase de la Empresa de Energía Drammen	Uso de un programa complejo moderno de computador, economía
11. Pararrayos de 50 Hz Estación de Prueba	Técnicas de Medición, estudios de desplazamiento de ondas
12. Conservación de Energía en una Escuela vocacional	Bombas de calefacción, economía, análisis de transferencia de calor
13. Conservación de Energía en Distribuidores de Autos Funnemark	Análisis transferencia del calor, comunicación en doble vía entre una empresa de energía eléctrica/cliente, nueva relación en la empresa de energía y sus clientes
14. Fuentes Alternativas de Energía	Cualquier cosa menos energía hidroeléctrica
15. Ingeniería Eléctrica para Ayudar al Mejoramiento de las Condiciones de las Mujeres en los Países en vías de Desarrollo	Viaje de campo a Nepal para hacer un análisis de las condiciones (sociales, religiosas, políticas, etc.) que se deben cambiar antes de solucionar este problema

Nota final

El autor cuenta con 20 años de experiencia aplicando el aprendizaje cooperativo, y actualmente está trabajando con electrónica de energía aplicada, en la Universidad Telemark.

INNOVACION DEL CURRICULO EN LA EDUCACION EN INGENIERIA

Erik de Graaff

Facultad de Filosofia y Humanidades
Universidad de Tecnologia de Delft, Holanda

Introducción

Tradicionalmente, el diseño del currículo se enfoca sobre el contenido educacional. El programa típico de estudio está dividido en disciplinas. Los cursos de la disciplina son enseñados en paralelo, dejando a los estudiantes interrelacionar formas de conocimiento de diferentes disciplinas. Los métodos educacionales y exámenes usualmente estimulan un comportamiento de estudio individual, con poca o ninguna cooperación entre los estudiantes. Las principales quejas de la industria acerca de ingenieros graduados no son acerca de deficiencias en un conocimiento específico, sino mas bien acerca de una falta de habilidad para aplicar los conocimientos en la práctica. La aplicación de conocimientos en la práctica es interdisciplinaria por naturaleza. Cuando se trabaja en un problema del mundo real, un ingeniero debe ser capaz de combinar conocimiento de diferentes disciplinas dentro de una solución creativa. Además la habilidad para comunicarse con los colegas es necesaria para trabajar juntos en equipo. Esta conclusión parece justificar que algunos aspectos cruciales de la destreza profesional están ausentes en el currículo de ingeniería tradicional. Dado que, las partes faltantes están localizadas entre disciplinas, una innovación efectiva del currículo involucra cambios en la estructura curricular en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Basados en la experiencia con la introducción de problemas basados en aprendizaje (PBL) en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Tecnología de Delft (De Graaff y Bouhuijs, 1993), este artículo discutirá innovación en la educación en ingeniería.

El método educacional de aprendizaje basado en problemas (PBL) parece ser una alternativa promisoría para la innovación del currículo. Construir sobre ejemplos como casos basados en aprendizaje, proyecto de enseñar y aprender haciendo, este método fue primero introducido en gran escala en el currículo médico en la Universidad McMaster en Canadá al final de los sesentas (Neufield & Barrows, 1974; Barrows & Tamblyn, 1980). Desde entonces un gran número de escuelas de enseñanza de diferentes profesiones alrededor de todo el mundo adoptaron esta técnica (Boud & Feletti, 1991); Bouhuijs, Schmidt & Van Berkel, 1993; Chen, Cowdroy, Kingsland & Ostwald, 1994; Gijsselaers et al, 1995). Mas bien que estar divididas en disciplinas especializadas, un currículo PBL tiene una estructura temática. Estudiantes trabajando juntos en pequeños grupos, integrando conocimiento y destrezas a través de la discusión de problemas que pueden encontrar en su práctica profesional. Sin embargo, PBL no es una cura instantánea para todos los problemas en educación. Mas bien, puede ser un punto de partida. Esto da una perspectiva diferente sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje. Escoger esta perspectiva ocasiona un cambio fundamental en los roles de profesores y estudiantes.

El desafío para cada institución trabajando el PBL es desarrollar sus propios currículos aplicando los principios PBL.

Este artículo discute primero algunos conceptos básicos como enseñanza y aprendizaje. Después, las raíces de prácticas orientadas a aprender son rastreadas tras sus orígenes. Y finalmente, un modelo de proceso de educación es desarrollado, permitiendo la revisión de diferentes modelos educacionales.

Enseñanza y Aprendizaje

En un amplio sentido el aprendizaje puede ser definido como la adquisición de un nuevo comportamiento potencial. Cuando usted ha aprendido algo, usted sabe algo que antes no sabía o usted puede hacer algo que no podía hacer antes. La gente aprende de formas diferentes. Los niños pequeños aprenden imitando a sus padres, y ejercitan sus habilidades jugando. Cuando usted lee un libro, mira una película, o discute algo con sus amigos puede estar aprendiendo algo nuevo. Evidentemente, mucho del aprendizaje ocurre sin que lo notemos. Esto marca una importante diferencia entre aprendizaje y educación. La educación implica la planeación consciente de actividades de aprendizaje. Hay metas en términos de competencias deseadas y hay un programa diseñado para ayudar a los estudiantes a alcanzar los objetivos. Aprender por aprender una lista de palabras está muy lejos de saber hablar un idioma, pero es un paso necesario en la manera de conseguirlo. Aprender por aprender es una simple tarea que es mejor hacerla individualmente. Pero, con el fin de aprender algo tan complicado como hablar un idioma usted necesitará ayuda. O sea que es cuando el profesor entra con ejercicios y retroalimentación. El profesor es alguien que tiene conocimiento específico o experticia. En el milagroso proceso de la enseñanza, el profesor transfiere ese conocimiento y experticia a los estudiantes. Lo que el profesor realmente tiene que lograr, es inducir el proceso de aprendizaje.

Se piensa a menudo que la enseñanza y el aprendizaje son complementarios: los estudiantes

aprenden lo que el profesor enseña. En algunos casos, sin embargo, obviamente eso no es verdad. Una gran queja de todos los profesores a través del mundo es que los estudiantes no aprenden lo que se les enseña. Una parte de la explicación para este fenómeno podría ser que los profesores tienden a enfocar el contenido del aprendizaje sobre su propio campo de especialización. La más completa revisión de un experto podría dejar los estudiantes completamente en la oscuridad. Incapaz de conectar la información nueva en un contexto significativo, a los estudiantes les entra por un oído y les sale por el otro. Por lo tanto, un buen profesor debe poseer también habilidades didácticas. Podríamos aún decir que la planeación de actividades de aprendizaje y la facilidad de aprendizaje son las principales tareas del profesor. O en términos más elegantes: el profesor es un administrador de actividades de aprendizaje. Este concepto de enseñanza como la administración del proceso de aprendizaje es central para la siguiente discusión del problema basado en aprender.

Una perspectiva histórica sobre modelos educacionales

Pasar de ser un aprendiz a experto es probablemente el más viejo modelo de educación. Justo por seguir el ejemplo del experto, el aprendiz tiene la oportunidad de recoger los trucos del oficio y gradualmente llega a ser un experto por sí mismo. En la edad media este sistema fue ampliamente adoptado por el gremio que solía resguardarles su integridad profesional. El sistema es descomplicado y autosostenible. Ambos grupos ganan: el experto tiene la ventaja de labor barata, y el aprendiz adquiere habilidades.

Hay, sin embargo, desventajas también. Aprender en el trabajo no es muy eficiente. Toma un largo tiempo el aprender un oficio en forma casual para que los problemas se presenten por sí mismos en la práctica real. En vez de sólo esperar para aprender por oportunidades que puedan venir, el experto puede jugar un rol más activo. Con base en la experiencia y la experticia, el experto puede

presentar conocimiento relevante a los estudiantes. Eventualmente ésto trasciende dentro del modelo de "enseñanza de clase frontal". El método de enseñanza frontal en la clase también es antiguo. Hace poco, se descubrieron los comientos de un salón de clase de más de 4.000 años en una excavación arqueológica en el medio oriente (De Zeeuw, 1990).

Lo reconocimos inmediatamente como una aula, porque en un lado estaba el atril del experto que encaraba docenas de estudiantes en sus bancos. La enseñanza frontal es más eficiente, porque el profesor controla las experiencias del aprendizaje y un profesor puede llegar a un gran número de estudiantes. Sin embargo, una desventaja del formato frontal es, que es difícil para los estudiantes transferir el conocimiento que aprendieron en la clase a situaciones en la práctica real.

El aprendizaje en el sitio de trabajo permaneció el formato educacional dominante en la educación en ingeniería en Europa, hasta el final del siglo XIX. Después, la institucionalización de la educación para las profesiones de la mayoría de los cursos de ingeniería consistieron en una gran parte de enseñanza de clase frontal. Desde entonces, varios métodos educacionales han sido desarrollados a fin de incorporar las ventajas del entrenamiento en el trabajo en programas educacionales institucionalizados. Etiquetas bien conocidas para tales métodos son el 'método del proyecto', 'el método de caso' y 'problemas basados en aprendizaje'. Todos estos métodos comparten la suposición de que el significado del aprendizaje comienza con un problema. Partiendo de esta tesis, una amplia variación del currículo ha sido desarrollada. En algunos casos la variación dentro de los métodos es más grande que la variación entre métodos.

Un modelo de proceso de educación

La educación es definida como la organización de aprendizaje intencional. Aunque es un servicio más que un producto, el proceso educacional puede ser descrito por medio del modelo bien conocido

ingreso-elaboración-salida. Evidentemente, esto no significa que los estudiantes están siendo procesados como si fueran materia prima en una fábrica. Tendrán que hacer el aprendizaje por ellos mismos. Sin embargo, desde la perspectiva de educación como administración del aprendizaje, la analogía al proceso de producción puede ser útil. Observando esta analogía, podemos discernir varias dimensiones en relación a los factores o condiciones que influyen el aprendizaje:

- **Ingreso**
La primera dimensión tiene que ver con la clase de estímulos que usted da a los estudiantes. Varía desde el conocimiento de la disciplina hasta la disponibilidad en libros de textos a problemas desde la práctica profesional.
- **Situación**
La segunda dimensión exhibe diferentes posibilidades en el medio ambiente, fluctuando desde la clase bien organizada al taller real.
- **Calificación de profesores**
La tercera dimensión tiene que ver con las calificaciones de los profesores. Necesita usted principalmente profesores con un completo entrenamiento didáctico, o usted aprecia la experiencia profesional ?
- **Orientación**
La cuarta dimensión se refiere a la orientación del proceso educacional. Varía desde el profesor centrado (el profesor es el punto focal), al estudiante-centrado (independiente, aprendizaje autodirigido).
- **Salida**
La quinta dimensión tiene que ver con la suerte de resultado que es más valorado. Hay un producto concreto que puede ser mostrado al mundo, o hay solamente la ganancia invisible de conocimiento o habilidades ?

Combinando los diagramas del proceso educacional y las dimensiones resulta un modelo que puede ser usado para caracterizar métodos educacionales. El

ingreso tiene que ver con la cuestión de conocimiento disciplinado vs. problemas como impulso para aprendizaje. La situación, las

calificaciones de los profesores y la orientación son aspectos del proceso educativo y la serie de resultados que usted quiera que tengan que ver con el rendimiento (ver figura 1).

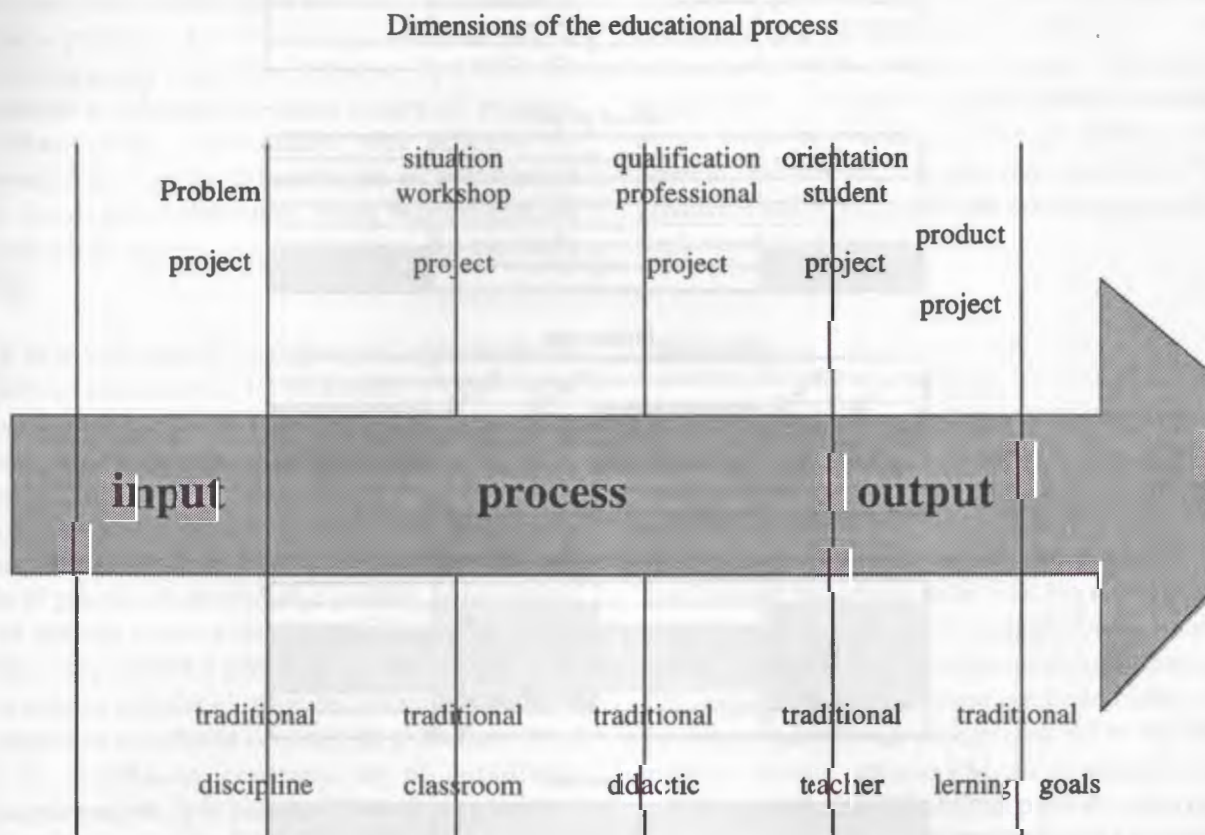


FIGURA 1

Diferentes modelos PBL

Insertando los perfiles del proyecto de enseñanza y de enseñanza frontal dentro de las dimensiones del proceso modelo de educación, revela la primera consistencia en el tope final y el último en el más bajo extremo de cada dimensión. Para cada situación específica debemos preguntarnos a nosotros mismos cuál posición podría ser ideal. La primera pregunta es hasta qué extensión deseamos que el aprendizaje esté orientado a resolver problemas. Ejemplos de currículos completamente basados en problemas son entre otros: medicina en Mc.Master, Canadá, medicina, ciencias de la salud, derecho y economía

en Maastricht, Holanda, medicina y arquitectura en Newcastle, Australia. Pero también es posible usar PBL solamente en partes del currículo. Se podría argüir que es necesario construir un conocimiento básico primero, empleando métodos de enseñanza tradicional y usando PBL para integrar conocimiento y ejercitar habilidades. Por ejemplo en Aalborg en Dinamarca los proyectos ocupan cerca de la mitad de tiempo de los estudiantes y de Ingeniería Civil en Delft, Holanda es un ejemplo de un currículo con proyectos independientes. El esquema en la figura 2, muestra diferentes opciones de combinar PBL y módulos tradicionales.

PBL in the time table

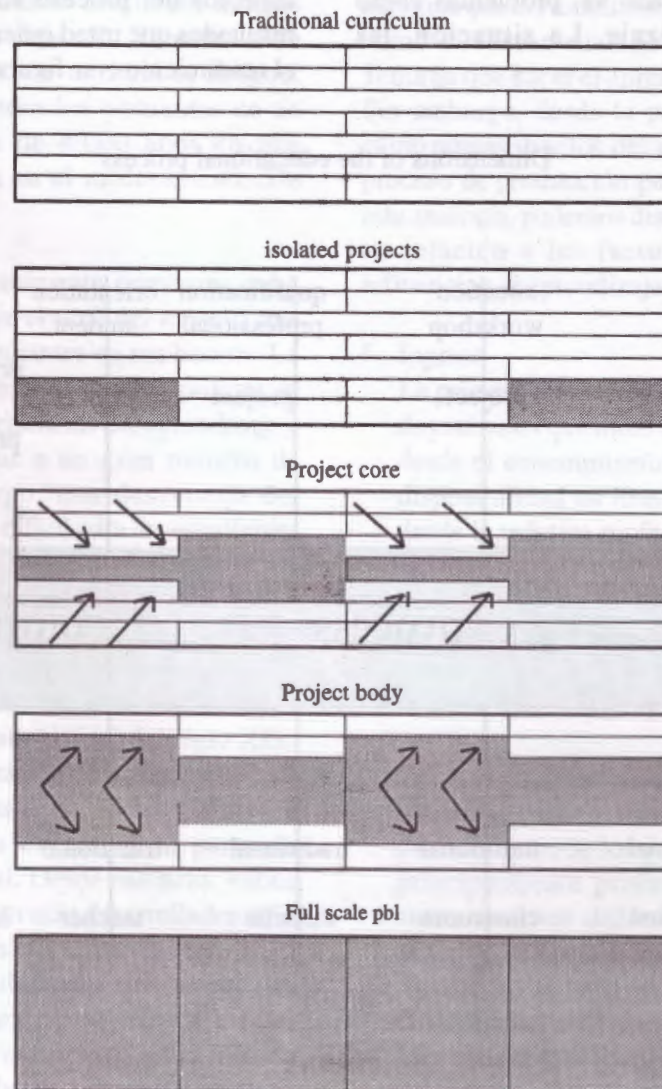


FIGURA 2

La respuesta a la primera pregunta afecta las posiciones en las dimensiones subsecuentes. En un currículo dominado por PBL todas las selecciones tenderán a la parte superior del esquema y en un currículo tradicional a la parte más baja. Sin embargo, en cada situación cada decisión puede ser hecha separadamente.

Por ejemplo, en educación para profesionales con un componente práctico fuerte (como arquitectura) un taller simulado puede ser el ambiente ideal de aprendizaje, desatendiendo la selección por o en

contra de PBL. Además, son importantes las decisiones en relación al tamaño del grupo y frecuencia de contacto. El éxito del currículo PBL en Maastricht podría en parte ser explicado por el número relativamente bajo de horas de contacto, dejando a los estudiantes mucho tiempo para actividades de estudio autodirigidas.

Después, tiene que hacerse una decisión en relación con la calificación de los profesores. Evidentemente, un profesor en un currículo tradicional necesita una calificación como un experto en su disciplina,

conjuntamente con sus habilidades didácticas, porque su profesión es la enseñanza. En educación de ingeniería superior el balance entre estas dos calificaciones es a menudo orientado en la dirección de las habilidades profesionales. La creencia común de que el profesional mejor calificado es también el mejor profesor, es sin embargo refutada por la investigación empírica (Claessens, 1995). El ejemplo de Maastricht, donde tutores no expertos actúan como facilitadores del proceso de aprendizaje, es otra demostración de precedencia de habilidades didácticas sobre especialización profesional aún en una escala plena del currículo PBL.

La cuarta dimensión se refiere a la orientación del proceso educacional. En el modelo de enseñanza frontal tradicional, el profesor con su experiencia es el punto focal natural: Se le paga por hacerlo. No hay ninguna razón por la cual un profesor trabajando con casos no sea también un punto focal. La cuestión es qué sería lo más efectivo. Los profesores dirigiendo el proceso de aprendizaje podrían ganar tiempo por hacerlo a través de materiales de aprendizaje. Pero ellos tienden a perder muchos estudiantes que no pueden guardar el ritmo de trabajo. De hecho el cambio de enseñanza centrado en el profesor focal a la enseñanza centrada en el estudiante probablemente es el aspecto innovativo esencial en la introducción de PBL. En cualquier caso, los principios de aprendizaje centrado en el estudiante han llegado a ser asociados con aprendizaje alrededor de problemas en pequeños grupos.

Finalmente, o realmente antes de que usted comience, tendrá que decidir cuáles resultados del

proceso de aprendizaje valora más. Cuando los objetivos de un currículo pueden ser descritos principalmente en términos de estudiantes que ganan en competencia, el método educacional es meramente un instrumento. Usted aplica técnicas basadas en problemas cuando piensa que son más efectivas que la enseñanza tradicional, pero básicamente con los mismos objetivos. Trabajar en un proyecto, sin embargo, podría resultar también en un producto concreto, como un diseño, o un artículo. En general, una alta apreciación por un producto final específico difiere con la competencia tradicional de objetivos.

Discusión

Objetivos educacionales como aprendiendo a aprender y aprendiendo cómo aplicar conocimiento están tomando más y más importancia. El aprendizaje institucional, o más bien el conocimiento actual adquirido en educación formal está perdiendo su sentido en el transcurso de la vida. Sin embargo, no es sorprendente que el interés alrededor del mundo en métodos innovativos de educación esté creciendo. PBL es uno de aquellos métodos educacionales que ha estado ganando en popularidad sobre los años pasados. En este artículo PBL no es tratado como una receta o una fórmula exitosa para ser observada cuidadosamente. Las características del PBL como aprender alrededor del estudiante, pequeños grupos de trabajo, facilitación habilidades a los profesores, etc. están relacionadas con las alternativas de dimensiones en el proceso educacional. Dentro de este modelo cada escuela puede determinar su propia posición y reevaluar sus decisiones.

Referencias

1. Barrows, H.S. & Tamblyn, R.M. (1980) Problem-based learning, an approach to medical education New York: Springer.
2. Boud, D. & Feletti, G. (1991) The Challenge of Problem-based Learning. London: Kogan Page.
3. Bouhuijs P.A.J., H.J. Schmidt and H.J.M. van Berkel (eds.) (1993) Problem-based learning as an educational strategy. Maastricht: Network publications.
4. S.E. Chen, R.M. Cowdroy, A.J. Kingsland and M.J. Oswald (eds.) Reflections on Problem-based Learning. Sydney: Australian Problem Based Learning Network.
5. Claessens, M. (1995) Programma-evaluatie bij innovatie van een ingenieursopleiding. (programme evaluation with the innovation of an engineering curriculum). Phd. thesis. Delft: Delft University Press.
6. Erik de Graaff & Peter A.J. Bouhuijs (eds.) (1993) Implementation of problem-based learning in higher education. Amsterdam: Thesis Publishers.
7. W.H. Gijsselaars, D.T. Tempelaar, P.K. Keizer, J.M. Blommaert, E.M. Bernard & H. Kasper (eds.) (1995) Educational Innovation in Business Administration; the case of problem-based learning. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers Neufeld, V.R. and Barrows H.S. (1974) The 'McMaster philosophy': an approach to medical education. Journal of Medical Education, 49, 1040-1050.
8. Zeeuw, G. de (1990). Problemen van verbeteren in innoveren (Problems of improvement and innovation). In: Postdoctorale opleiding Innovatie manager. Amsterdam: Academic voor Informatica, Universiteit van Amsterdam.

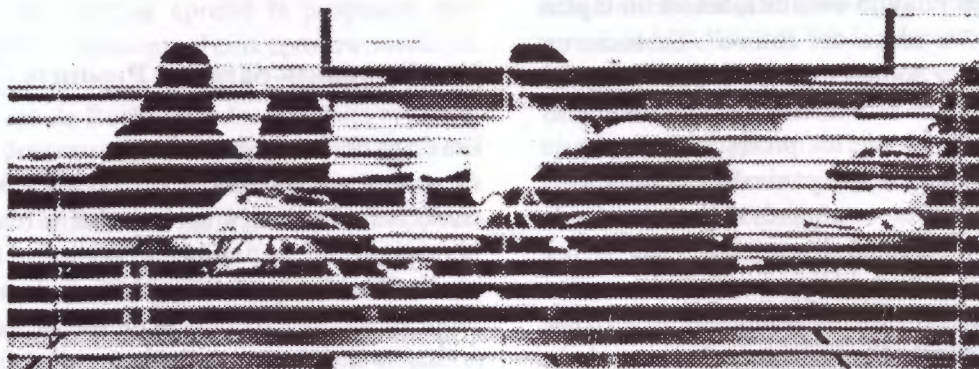
EL SALON DE CLASE ELECTRONICO

Michael E. Hanyak
Profesor de Ingeniería Química

Brian S. Hoyt
Administrador Educativo de Ingeniería de Computación

Thomas P. Rich
Decano de Ingeniería y Profesor de Ingeniería Mecánica

William J. Snyder
Profesor de Ingeniería Química
Bucknell University



Una Plataforma para la Innovación en la Enseñanza y el Aprendizaje en Ingeniería

Resumen

Este artículo documenta la historia del desarrollo de la instalación de un salón de clase electrónico que tiene como base el computador y que ha venido funcionando en Bucknell durante los últimos seis años. Se planteó como una plataforma para que los profesores condujeran experimentos pedagógicos sobre la enseñanza en ingeniería a estudiantes de pregrado de una manera más eficiente. Se creó a través de una donación de US \$125.000 de la Fundación Air Products and Chemicals, Inc. que permitió construir el salón, el cual recibió el nombre de su donante a mediados del segundo semestre de 1994. Mediante la integración del aprendizaje en un ambiente electrónico de las características del laboratorio de cómputo tradicional, los salones de multimedia y los tradicionales, el salón electrónico de Bucknell permite integrar los cursos de computación y multimedia en todos los aspectos de la instrucción. Este artículo presenta las características de esta nueva instalación junto con su diseño racional. También muestra dos ejemplos en el campo de la ingeniería química y la forma como esta nueva instalación ofrece una plataforma para la innovación en la enseñanza y el aprendizaje y podría ser útil a profesores de otras instituciones, quienes pueden estar pensando construir una instalación similar. El desarrollo de los cursos tuvo una donación de US \$75.000 de la Fundación GE.

Antecedentes

El año académico 1993-94 marcó el centenario de la educación en ingeniería para Bucknell University. A través de estos 100 años la enseñanza de pregrado ha sido la prioridad número uno dentro de la larga línea de profesores de ingeniería. La Facultad de Ingeniería de Bucknell, teniendo en cuenta su tradición de alta calidad en el proceso de enseñanza - aprendizaje comenzó el año centésimo primero de ingeniería con su mayor admisión de estudiantes, 210. Además, el porcentaje de mujeres en esta admisión se acercó al 30%.

Hace cinco años que varios profesores de la Facultad de Ingeniería buscaron la identificación de nuevas áreas de investigación pedagógica en un intento por trabajar sobre las sólidas bases existentes en la educación de pregrado. Un aspecto de las investigaciones produjo meditaciones en un tópico denominado "la clase del futuro". Se hicieron cuestionamientos sobre la forma de reemplazar el salón tradicional de estudiantes sentados en hileras de sillas escuchando de los profesores una charla sobre aspectos de ingeniería y métodos demostrativos analíticos a través de la solución de problemas ejemplo. A los estudiantes se les consideraba como participantes relativamente pasivos en el proceso enseñanza/aprendizaje mientras que transcribían con empeño notas de lo que observaban en el tablero. Los profesores señalaban este proceso como de "flujo continuo de información del tablero al cuaderno de apuntes y con muy poco conocimiento permanente en la memoria de los estudiantes a largo plazo". Aun cuando quizás es una exageración, la imagen de nada a menos contiene algunos de los elementos más negativos del marco tradicional de la enseñanza en ingeniería.

Tratando de imaginar un marco diferente de

aprendizaje, los miembros del cuerpo docente se dieron cuenta que estaban enfrentados de hecho a un problema de diseño en ingeniería. Estaban identificados con la necesidad de desarrollar la infraestructura y las especificaciones técnicas del salón de clase del futuro. No les tomó mucho tiempo darse cuenta que en ese aspecto se había hecho poca investigación para poder diseñar lo que planeaban. El salón del futuro no podía diseñarse hasta tanto no se efectuase una investigación pedagógica fundamental. Con esto se modificó la meta de diseñar el salón de clase del futuro y se decidió diseñar un laboratorio experimental para realizar investigación pedagógica básica de enseñanza/aprendizaje innovadores. Nos convencimos que los resultados de la enseñanza experimental en este nuevo laboratorio comenzarían a formar la base necesaria del conocimiento desde donde los salones de clase surgirían.

Una Propuesta para Air Products

Era claro desde un comienzo que para este esfuerzo se requería tener una mayor comprensión de la forma como los estudiantes aprenderían a realizar una investigación pedagógica seria en la nueva instalación. Los profesores, después de reflexionar sobre su propia experiencia de muchos años y de revisar la literatura cognoscitiva, identificaron los factores generales que aparecen en la Tabla 1 e incluirlos en el diseño de la nueva instalación para la investigación pedagógica. Teniendo en cuenta estos factores generales se desarrolló una propuesta [1] que permitiera el diseño específico y la construcción de una dotación que se debería construir en el Edificio Dana de Ingeniería de Bucknell University. La propuesta fue enviada a Air Products and Chemicals, Inc. de Allentown, Pennsylvania en junio de 1990.

Profesores	Estudiantes
<ul style="list-style-type: none">• Llegar a ser entrenadores educativos• Llegar a ser guías e intérpretes• Llegar a ser autores del material didáctico	<ul style="list-style-type: none">• Comprometerse como discípulos activos• Dedicarse al aprendizaje individual y cooperativo• Alcanzar niveles superiores de desarrollo intelectual

Instalación	Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Evolucionar como un híbrido entre el salón de clase tradicional y el laboratorio de computadores • Utilizar tecnologías modernas de computación y comunicaciones • Ser flexible en la distribución física • Ofrecer una plataforma para experimentos planeados y pedagógicos en enseñanza/aprendizaje innovadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar seminarios de discusión • Capacitación en solución de problemas de ingeniería • Servir para el estudio y aprendizaje fuera de clase • Tener acceso a los laboratorios tradicionales de ingeniería química, civil, eléctrica y mecánica • Capacitar en el diseño en ingeniería • Permitir el trabajo en equipo

Tabla 1 – Factores a Incluir en el Diseño de la Nueva Instalación

En marzo de 1992 se aprobó la propuesta por US\$125.000. Puesto que el concepto era novedoso y no-tradicional, varias visitas y conversaciones de los directivos de Bucknell y Air Products tuvieron lugar para indicar con claridad la visión del proyecto y explicar lo que se iba a construir. Debido al fuerte apoyo interno por parte de los socios de Air Products y la confianza en los profesores de Bucknell, la propuesta fue exitosa y se inició la etapa de implementación.

Un Salón de Clase Electrónico

El plan definitivo de implementación estuvo conformado por la creación de dos instalaciones: un salón de clase electrónico que sirviera como un laboratorio experimental para realizar investigación pedagógica básica sobre sistemas innovadores de enseñanza y aprendizaje; y una evolución de los cursos que permitiría el desarrollo de los materiales electrónicos de aprendizaje. Este plan de salón de clase sugería el desarrollo de un híbrido entre el salón de clase tradicional y el laboratorio de computadores (ver Fig. 1). Sus requerimientos funcionales eran: la utilización de un computador moderno y tecnologías de las comunicaciones, apoyando los ambientes primarios de computación

de la Universidad (DOS/Windows, MacOs y UNIX), permitiendo flexibilidad en la disposición física del salón de clase y promoviendo el aprendizaje activo.

La naturaleza híbrida del salón de clase fue el resultado directo de un cambio de la forma de integrar el computador al currículo como ocurrió durante el planeamiento de la propuesta a Air Products. Antes de la construcción del salón de clase electrónico, se pensó que si existía un trabajo adecuado de computación en el currículo, la clase tendría que ser programada en el laboratorio de computadores. De ahora en adelante el computador estaría a disposición en el salón de clase y podría ser utilizado cuando fuera necesario. El salón de clase contiene 12 puestos de computación en los cuales se pueden acomodar uno o dos estudiantes. Para poder apoyar las aplicaciones DOS y Windows se adicionó a cada máquina 486 una tarjeta de compatibilidad DOS. Se llegó a las aplicaciones UNIX a través del software X-Window que se conecta para servicio de los estudiantes a los servidores de archivo UNIX. Además, el salón contiene un equipo de proyección para mostrar en pantalla las imágenes de computación y video, un sistema de visualización de documentos que muestra los objetos en 2 y 3 dimensiones a través del equipo de proyección, un VCR, un tablero electrónico e impresoras láser.

Para asegurarse de que los estudiantes tengan una visión clara de todo y que todos en la clase tengan una superficie evidente de trabajo, se ha colocado un computador y un monitor en una repisa en cada puesto de trabajo. Los monitores se pueden observar a través de un vidrio resistente al brillo. Para aumentar la capacidad de proyección y para utilizar un espacio adicional de tablero cuando se utiliza el equipo de proyección, las ventanas del salón se pueden cubrir con tableros blancos deslizantes. Cuando no se utiliza el equipo de proyección, los tableros se pueden recoger para permitir que la luz natural ilumine el salón, permitiendo que éste parezca un salón de clase tradicional. Además, toda la iluminación es graduable, facilitando al profesor ajustar el nivel deseado de luz según la actividad que se esté desarrollando.

Para dar cierta flexibilidad en la disposición física de los puestos del salón de clase, cada puesto está montado en rodachines que permiten modificar su distribución fácilmente. Se exploraron inicialmente tres configuraciones: una tradicional de hileras, una de racimo para trabajo en grupo y una de seminario. (Ver Fig.2). En el piso se colocaron receptáculos en puntos apropiados para tener acceso a la energía eléctrica y a la red del Campus en cada configuración.

Para reducir el tiempo que los estudiantes gastan tomando notas de lo que ellos observan en el tablero, el salón de clase fue equipado con un tablero electrónico blanco. El tablero electrónico copia en tiempo real lo que se escribe en el tablero sobre el archivo gráfico del computador. Lo que está en el tablero se puede imprimir permitiendo que el estudiante esté concentrado sobre lo que se presenta y no en tomar notas, o aún más regresar sobre el computador a lo que se estudió en una clase anterior facilitando una revisión rápida del material visto sin tener que volver a copiar la información en el tablero.

Para ayudar a los profesores a ser entrenadores educativos y para promover la solución de problemas en grupo, el salón de clase está equipado con una red que apoya la transferencia de imágenes

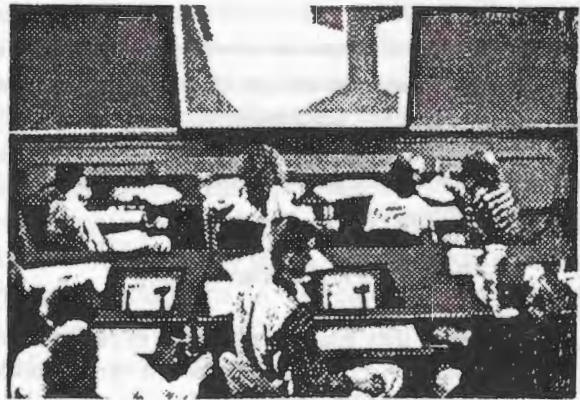
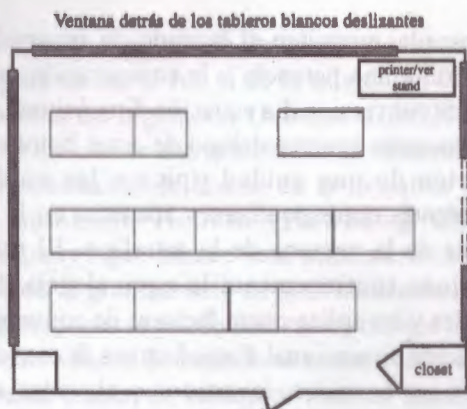


Figura 1. El Salón de Clase Electrónico

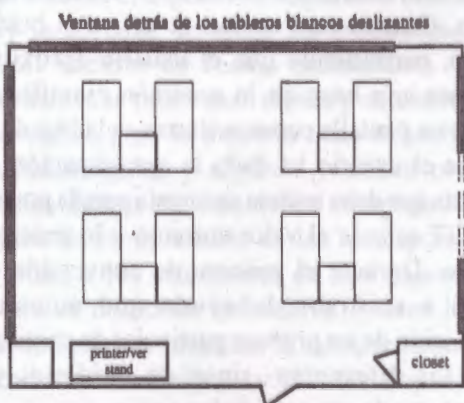
del monitor y el teclado y un control entre puestos por medio de un mouse. El sistema permite que el instructor tenga la posibilidad de observar el trabajo del estudiante sin obstruir la visión de éste sobre el computador, el instructor puede tomar el control del mouse y del teclado del estudiante y guiarlo en el problema o mostrar el trabajo de uno cualquiera de los estudiantes a todo el grupo sin salir de su puesto de instructor. Puesto que la red permite la conexión del mouse, del teclado y las imágenes del monitor de cualquier par de computadores en el salón, los estudiantes pueden colaborar con sus compañeros. El sistema permite que los estudiantes puedan solicitar ayuda en silencio.

Para ayudar a los instructores en la valoración de la comprensión del material dado a los estudiantes, se ha desarrollado para uso en el salón de clase, una Red Mundial de Comunicaciones que se basa en la evaluación y la retroalimentación. Este sistema permite que el instructor plantee preguntas a la clase. Las respuestas de los estudiantes se recogen electrónicamente, se tabulan y se muestran en el computador del instructor. El instructor tiene la posibilidad de retroalimentar inmediatamente lo que aparece en su pantalla a medida que ellos envían su respuesta o esperar a recibir todas las respuestas y luego retroalimentarlas a los estudiantes. Este sistema amplía ventajosamente la habilidad del instructor para monitorear y ajustar el progreso de los estudiantes en busca del dominio del material. El plan final de implementación consistió en el



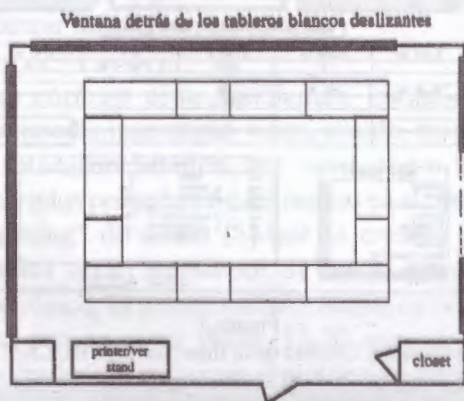
Tablero blanco electrónico

A. Configuración tradicional de hileras



Tablero blanco electrónico

B. Configuración en racimo



Tablero blanco electrónico

C. Configuración de seminario

Figura 2
Configuraciones del salón de clase electrónico

desarrollo de una instalación adyacente, separada del salón de clase electrónico, que se conoce como el taller de desarrollo del material de los cursos. Esta instalación contiene la infraestructura necesaria de hardware y software para que los profesores trabajen con autor electrónico y materiales de aprendizaje en multimedia, que a menudo tienen que ver con el desarrollo del curso. En esta instalación hay tres computadores permanentes (2 Macs y 1 IBM) y dos carros móviles para computador (1 Mac y 1 IBM). Uno de los Mac contiene hardware para capturar videos y para comprensión, al igual que software para la edición digital de videos y la producción de efectos especiales. Esta máquina tiene también capacidad de convertir la información análoga del audio en forma digital. El segundo Mac está conectado a un scanner de color de campo plano para explorar textos y gráficas. En el taller hay una cámara digital para tomar fotos y bajarlas directamente al computador. La instalación está abierta a profesores y estudiantes y tiene unas 20 horas a la semana de asesoría de monitores, quienes colaboran con los usuarios en tecnologías específicas.

En el verano de 1994 fue necesario iniciar las renovaciones del salón de clase electrónico y del taller de desarrollo de material didáctico del Edificio Dana de Ingeniería. Al completar estas dos instalaciones en el otoño de 1994, se inició la etapa de la fase de investigación del proyecto.

Ejemplos curriculares

El salón de clase fue inaugurado en una ceremonia realizada en Bucknell en noviembre de 1994. Los profesores comenzaron a enseñar y los estudiantes a disfrutar de nuevas experiencias de aprendizaje a finales del semestre de otoño. Al mismo tiempo, la Fundación GE le otorgó una donación de US \$75.000[2] a Bucknell para apoyar el desarrollo del material de los cursos. En el salón de clase electrónico se iniciaron dos ejemplos específicos de innovación curricular que tuvieron su origen en el campo de la ingeniería química. Ellos ilustran el éxito preliminar en las áreas de desarrollo del

material de los cursos y del uso innovador del software de ingeniería en la instrucción individualizada.

El primer ejemplo viene de un curso del segundo año académico, "Introducción a la Ingeniería Química" (CM 200). Para este curso se desarrollaron materiales enfocados a la aplicación de la estrategia de solución de problemas de balance de materia y energía para tales unidades de proceso usando reactores y columnas de separación. Se está usando la SuperCard para desarrollar los materiales del curso y facilitar el uso de la estrategia de solución de problemas. Usando principios de diseño instructivo, se incorporan estos materiales al computador para presentar y combinar el hipertexto, las gráficas, el audio y el video mediante conexiones y herramientas que permiten que el estudiante navegue, interactúe, cree y comunique.

El primer paso, el proyecto de desarrollo de material para un curso se denominó BUCKIT y se inició en el verano de 1995 con el fin de ofrecer una importante herramienta instructiva que ayude a los estudiantes de ingeniería química a desarrollar habilidades intelectuales asociadas con la conversión de unidades y el reforzamiento del conocimiento de las cantidades en el proceso de flujo. BUCKIT significa Bucknell Units Conversion Key Instructional Tool. Apoya la conversión de unidades de problemas simples a complejos. Debido a sus experiencias en química y física, los estudiantes no tienen mucha dificultad con los problemas simples de conversión. Sin embargo, tienen dificultades con los problemas complejos de conversión, particularmente con aquellos que tienen que ver con cantidades adimensionales como los números de Reynolds y Prandte. Estas dificultades son atribuibles a la falta de comprensión de los fundamentos de la conversión de unidades y a la falta de práctica y retroalimentación en problemas difíciles. Un ejemplo de la interface BUCKIT se muestra en la Figura 3. Esta interface ofrece un área para la cantidad dada y para buscar las unidades. Durante la formulación de la ecuación que convierte la cantidad dada a las unidades buscadas, en pantalla aparecen las unidades intermedias. Los botones que aparecen debajo de las áreas dadas, las intermedias y

las búsquedas permiten el borrado, la inversión, la elevación a una potencia y la comparación con un factor de conversión. La ecuación dimensional, dada por el usuario aparece debajo de estos botones. La selección de una unidad típica y las unidades equivalentes correspondientes aparecen en la parte inferior de la ventana de la interface. El usuario selecciona continuamente la equivalencia de las unidades y las aplica como factores de conversión a la ecuación dimensional. Estos factores de conversión pueden ser borrados, invertidos o elevados a una potencia. Ciertas unidades del SI pueden ser comparadas dentro de un factor de conversión. El proceso de conversión continúa hasta que las unidades intermedias encuentran las unidades que se buscan. Cuando esto ocurre, se activa el botón de cálculo, permitiendo que el usuario aproxime la respuesta con base en la notación científica que aparece en pantalla como se ilustra en la Fig. 4. Una vez que el usuario ha dado la aproximación de la respuesta que debe tenerse en cuenta para la precisión, BUCKIT calcula el valor correcto y lo muestra en pantalla. Durante el proceso de conversión tiene acceso o recursos de ayuda que muestra la información de un proceso particular de cantidad de flujo, los diferentes tipos de unidades y las abreviaturas de estas unidades.

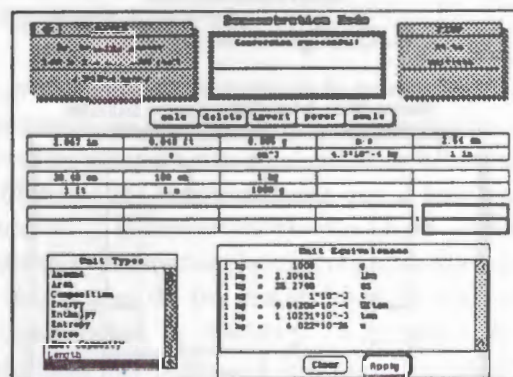


Figura 3
Ventana del Usuario de la Interface para BUCKIT

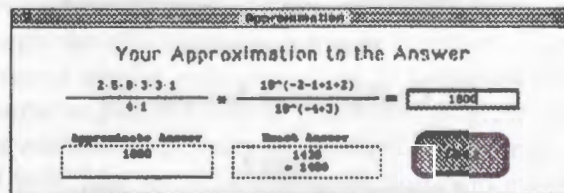


Figura 4. Ventana de Aproximación para BUCKIT

El segundo ejemplo de desarrollo de material para un curso fue el de la asignatura Diseño de Procesos en Ingeniería Química (CM527). Este curso del cuarto año académico se desarrolla como una simulación de diseño en la industria y utiliza un ambiente ficticio (Hawbawg Chemical Company) que ofrece una atmósfera industrial. Debido al gran número de actividades incluidas en el curso, solo se puede dedicar un tiempo mínimo a las actividades de ingeniería económica y de ética. En esta forma, es ventajoso tener el desarrollo de un curso en multimedia para la auto-instrucción de los estudiantes.

Aun cuando el aspecto de ingeniería económica es muy importante en todas las ingenierías, resulta difícil hacerlo en forma estimulante. Algunos estudiantes se relacionan rápida y naturalmente con el material, pero la mayoría tiene dificultades con las definiciones y algunos realizan problemas simples dentro de situaciones complejas debido a la falta de comprensión de los conceptos básicos. Además, a los estudiantes de hoy parece que les faltara el deseo de esforzarse y leer los libros necesarios para alcanzar la comprensión. Aun cuando los cálculos interactivos son hoy más fáciles que antes debido al software de los nuevos computadores, los estudiantes todavía se quejan de los cálculos de prueba y error; buscan acortar los métodos en lugar de realizar tres ensayos para alcanzar la solución apropiada.

Para corregir estos problemas, los módulos de multimedia incorporan video, sonido, animación y la retroalimentación que tiene como base los principios pedagógicos delineados en el libro "Peak Learning" de Gross [3] que se crearon para ser usados en el ambiente de un salón de clase electrónico. El primer módulo, escrito en SuperCard, abre con un corto video (15-20 segundos) de un empleador que menciona el problema a resolver. El video muestra también el ambiente del problema, por ejemplo una bomba en una planta de tratamiento de afluentes. El estudiante puede entonces definir el problema y obtener la información de fondo de los catálogos de bombas, se calcula la información crítica y se imprime en un formato de hoja corriente.

A continuación, se hace una selección de la clasificación del problema y un diagrama de flujo de caja, como el mostrado en la Figura 5, aparece en pantalla. El estudiante indica si debe calcular el valor presente, la tasa de retorno o la tasa incremental de retorno. El módulo calcula la variable seleccionada y muestra en pantalla el valor, Figura 6. En este punto, entre el estudiante y los monitores del computador se toman ciertas decisiones económicas. La retroalimentación sobre las decisiones está acompañada por un video corto en términos de mensajes de felicitación o de probar nuevamente. Así, el estudiante se presenta con un resumen de su avance.

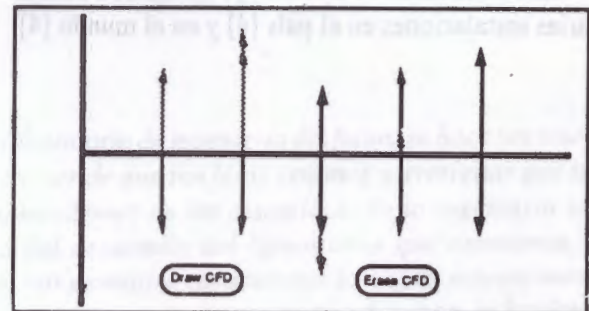


Figura 5. Diagrama de Flujo de Caja

NPV	ROI	P	-950	n Start	n End
		F	1000	18	
		A	40	0	18
		G	0	0	0
Must have one value of NPV above zero and one below.		Answer			
Linear Interpolation		ROI = 9.044			

Figura 6. Pantalla de Variables

Otros modos de operación del material de los cursos son: el tutorial, los ejercicios maestros y un método de cálculo automático para problemas avanzados. Estos módulos también comienzan con un corto video para introducir el problema. Existe la disponibilidad de un módulo tutorial para presentar las definiciones básicas y una muestra de los diagramas de flujo de caja. El estudiante debe

familiarizarse con el tutorial antes de tener acceso al motor de los cálculos y al generador automático del flujo de caja. Para usar el diagrama automático de flujo de caja, el estudiante introduce la información adecuada desde el video y selecciona la forma correcta del problema. Este procedimiento permite a los módulos ofrecer al estudiante una retroalimentación inmediata del problema. Finalmente, el estudiante hace las recomendaciones y resume su avance mediante un corto video.

Conclusiones

Desde el mismo momento de la iniciación del salón de clase electrónico de Bucknell, comenzaron a nacer varias instalaciones en el país [4] y en el mundo [4].



Referencias

1. W.J. Snyder, M.E. Hanyak, J.M. Pommersheim, D.S. Schuster, G.M. Haggard, T.P. Rich, T.B. Cunningham, and B.S. Hoyt. "Learning Engineering in an Electronic Environment. A Cross-Disciplinary Systems Approach", proposal to the Air Product and Chemicals, Inc. Foundation, Allentown, PA, June 1, 1990, 27 pp.
2. W.J. Snyder, M.E. Hanyak, T.P. Rich. "Applying Learning Style Theory to the Research and Development of Electronic Classroom Courseware with Non-traditional Engineering Students", proposal to the General Electric Fund, August 12, 1994, 6 pp.
3. Gross, R. *Peak Learning : A Master Course in Learning How to Learn*. G.P. Putnam's Sons, New York, NY, 1991.
4. Una bibliografía completa de los autores, cuyas fuentes fueron usadas para apoyar este proyecto.

Detrás de esto hay la motivación de la búsqueda de la educación de un mayor número de estudiantes a un costo más bajo. En algunos casos esto está asociado con el deseo de ofrecer el acceso a la educación a estudiantes ubicados en sitios remotos, a través de la enseñanza a distancia. El proyecto de Bucknell no tuvo como origen ninguna de estas razones, pero ha evolucionado a partir de la simple meta de integrar la tecnología electrónica y los principios pedagógicos probados de la ciencia cognoscitiva para educar mejor a los estudiantes de ingeniería. Se ha colocado en Bucknell una plataforma que permite a profesores y estudiantes explorar métodos innovadores en el proceso enseñanza/aprendizaje para buscar mejores caminos que permitan a cada estudiante alcanzar su máximo potencial intelectual y obtener lo máximo de su educación de pregrado.

UN MODELO PARA EL LABORATORIO DE INGENIERIA DEL FUTURO

John J. Uhran, Jr.

Departamento de Ciencia de la Computación e Ingeniería
Universidad de Notre Dame

Resumen

Para caracterizar adecuadamente y poner en contexto el laboratorio de ingeniería del futuro se hace necesario retroceder en el pasado en las raíces de la disciplina para ver de que tan lejos venimos y averiguar que tan lejos podemos llegar. Así, este artículo revisará los antecedentes de las disciplinas de la ingeniería con respecto a la educación y caracteriza varios periodos del desarrollo del laboratorio que estuvieron de acuerdo con el desarrollo de las varias disciplinas. Esto nos permitirá caracterizar lo que en este momento el futuro nos señala. Se darán las reflexiones finales para poner en un contexto adecuado la hipótesis propuesta.

Introducción

Si fuéramos a caracterizar al ingeniero como la persona que hace más que la que piensa, es claro que la profesión regresaría muchos siglos hasta encontrarnos con los Egipcios y posiblemente antes [1]. Al hacer esto, se hace inmediatamente aparente que los primeros ingenieros, si ellos fueron escogidos de otros grupos, fueron constructores (ingenieros civiles), mineros (ingenieros de minas) o artesanos (ingenieros manufactureros). Nuestros antiguos ancestros vivieron en cavernas y por ello reflejaban varios estilos de vida como los materiales que les rodeaban fueron los primeros que se experimentaron y se usaron. Las Pirámides de Egipto, los coliseos de la antigua Grecia y los magníficos edificios y acueductos de la antigua Roma fueron reunidos e inteligentemente diseñados por aquellos que podrían ser caracterizados como ingenieros. Aún las incipientes carreteras fueron desarrolladas pre-estableciendo los sistemas actuales de transporte. Es difícil creer en el sentido formal de la palabra cómo se educaron los que diseñaron y establecieron esas facilidades, pero en realidad aquellos con ideas creativas e inteligentes salieron adelante en términos de liderazgo y fueron reconocidas por las autoridades de ese entonces. Se podría pensar que solo hacia fines del siglo 19 no hubo una educación formal en ingeniería, pero aquellos que crearon y diseñaron cosas, como edificios, fueron aprendices como el zapatero, el panadero, el fabricante de herramientas y de matrices. La investigación existió y fue practicada por Pitágoras, Aristóteles, Arquímedes y da Vinci. En esta forma, existió un sistema estructurado pero informal de educación en el cual a través del ensayo y error, los ingenieros evolucionaron.

Muchas de estas personas llegaron de disciplinas como la física, las matemáticas y las ciencias básicas. La ingeniería, tal como la conocemos, era parte de lo que mucha gente hacía y lograba. El cómo y el qué de los laboratorios formales de ingeniería evolucionó desde el desarrollo del proceso de la educación formal en ingeniería. Antes de mirar el laboratorio del futuro, revisemos varios períodos desde el comienzo.

La Historia reciente de la ingeniería y sus laboratorios

Es razonable establecer la hipótesis de que la educación en ingeniería en los Estados Unidos siguió más o menos en forma paralela a la del resto del mundo civilizado; así, podemos extrapolar a partir de ese modelo particular. La educación en ingeniería formal partió de las ciencias y el interés de ciertos profesores en enseñar tales cursos. Este proceso se aceleró en la última mitad del siglo 19. En forma particular, los programas de ingeniería se desarrollaron de acuerdo a las necesidades tecnológicas de la sociedad, tal como ocurre hoy en día (Para una cronología, ver Tabla 1). En el período posterior a la guerra civil, "hubo necesidad del topógrafo, el hombre que podía trazar y construir carreteras para unir los centros de manufactura y los mercados de las jóvenes naciones" [2]. Esto llevó al desarrollo de puentes y otras obras que tenían que ver con los ferrocarriles y el transporte en general. Aparecieron algunos inventos, como el motor de vapor y otros de Edison, que establecieron la necesidad de potencia, máquinas, presas y la transmisión de potencia eléctrica, que estimularon el crecimiento de los planes de estudio en estas áreas particulares. En esta forma, la guerra llegó a ser más sofisticada, se desarrollaron materiales para ser usados como pólvora y metales. Así, el diseño de barcos y armas se volvió más crítico. El invento del motor de gasolina desarrolló la industria petrolera (Ingeniería Química), el telégrafo y el teléfono, la industria eléctrica (Ingeniería Eléctrica). La revolución industrial produjo las innovaciones necesarias para formalizar la educación de aquellos que trabajaban en esta clase

de industrias, creando así varios planes de estudio, primero en ingeniería civil, luego en mecánica y eléctrica y finalmente en ingeniería de minas y química. Todo lo anterior evolucionó en el período de 50 años transcurridos entre la guerra civil y el final de la primera guerra mundial.

El laboratorio durante este mismo período estuvo relacionado con la tecnología que existía en ese momento. Los ingenieros eléctricos experimentaban con comunicaciones telegráficas sencillas y también con generadores y motores, siendo estos últimos necesarios para producir iluminación y para transporte. Los ingenieros mecánicos trabajaban con engranajes y trenes de engranajes para la transmisión más eficiente de energía y la topografía era una parte importante del laboratorio en ingeniería civil. Los ingenieros químicos trabajaban en el estudio de los procesos y la aplicación que de ellos se hacía en la ciencia de la química.

Los laboratorios eran prácticos por naturaleza, capacitaban al estudiante en el conocimiento del equipo que ellos iban a utilizar cuando se llegaran a ser ingenieros en práctica. De especial interés era el laboratorio en Notre Dame donde los estudiantes de ingeniería eléctrica analizaban los principios básicos de generación de potencia y de electricidad, que a la vez se usaban para iluminar el campus [2]. En aquellas épocas, la importancia de las herramientas de medición estaba en una etapa de desarrollo, pero éstas eran bastante precisas.

La Era pre-segunda Guerra Mundial

El período de tiempo antes del comienzo de la Segunda Guerra Mundial fue de gran inventiva, donde se desarrollaron muchos avances tecnológicos. A la vez, las Facultades trataron de formalizar los programas para avanzar con ellos y llegar a ser más especializados, desarrollando así los diferentes departamentos de ingeniería. Inventos tales como el tubo de vacío, la radio y la televisión, la calculadora mecánica, el procesamiento del

petróleo para convertirlo en gasolina y productos varios a base de aceite, etc. condujeron a una mayor especialización y a la introducción de una ciencia básica fuerte en las disciplinas de la ingeniería. Los laboratorios reflejaban con detalle estos estudios.

La Era de la segunda Guerra Mundial

La Segunda Guerra Mundial suministró con mucha probabilidad la máxima asistencia en las disciplinas de Ingeniería Eléctrica, Mecánica y Química. El estudio y el desarrollo sofisticado de equipo de comunicación, el radar, la televisión y los computadores digitales se iniciaron en este período. Ellos fueron el reflejo de los laboratorios de hoy. Hasta mediados de 1940, los laboratorios fueron en esencia las replicas de los sitios de trabajo. Las clases de equipo de prueba eran muy similares a los que la persona iba a encontrar en su trabajo. Las técnicas sofisticadas de medición y el equipo requerido comenzó a evolucionar. Lo que se usaba era lo que esencialmente se encontraba en el mercado. El costo fue siempre un problema. Tener equipos tales como el generador de la Universidad de Notre Dame para iluminar el campus y para ser usados en los laboratorios ayudaba a reducir los costos de mantenimiento y a conservar disponibles las facilidades existentes. Esta es en sí la misma razón por la cual el proceso de aprendizaje era tan esencial que se hacía como un entrenamiento en el trabajo, lo cual permitía que el individuo asimilase las técnicas para aprender los conceptos diarios con la práctica y buscar lo que el necesitaba alcanzar.

Período Post-Segunda Guerra Mundial

A medida que los programas de ingeniería evolucionaban lejos del concepto de aprendizaje y empapaban al estudiante con ideas más teóricas, la ciencia comenzó a ser más fuerte y la ingeniería llegó a tener una orientación más científica.

Después de la Segunda Guerra Mundial, hubo una explosión de información disponible al público que llegó a las instituciones educativas [4]. Se lograron

avances enormes. Los esfuerzos que se hicieron para resolver muchos problemas durante los años de guerra estaban dispersos en los laboratorios de investigación de las universidades del país y la educación de los ingenieros se benefició enormemente de ellos.

Nuevas compañías como Hewlett-Packard y General Radio se iniciaron con nuevas técnicas de instrumentación. Tales equipos de medición llegaron a ser muy sofisticados y muchos de ellos llegaron también a los programas de ingeniería y de ciencias. Aparecieron nuevas disciplinas, tales como la teoría de información y nuevas sub-disciplinas dentro de las disciplinas, tales como la ingeniería de control. Junto con estos avances se desarrolló el campo de la computación. La solución a problemas demasiado complejos fue el mayor impulso para el desarrollo del primer computador digital. El computador análogo apareció y se desarrolló rápidamente en los años 40 y 50. Los computadores análogos tenían un efecto más inmediato sobre la educación de la comunidad. Puesto que los computadores eran grandes, costosos y poco confiables, ellos no pudieron ser comprados fácilmente por una universidad, pero los computadores análogos podían ser llevados directamente a los laboratorios para probar y simular muchos problemas de interés. Cuando el primer pequeño computador digital apareció, el PDP8 (1965), se inició una nueva era. El invento del transistor produjo enormes avances en la capacidad de instrumentación y en la capacidad de computación, principalmente por los bajos niveles de potencia usados, el pequeño espacio requerido, su credibilidad y su velocidad. Los circuitos integrados trajeron mejoras de orden variable de magnitud en todos estos parámetros. Así, ahora tenemos una capacidad computacional increíble en los laboratorios, la cual no podíamos imaginar hace 20 años. Démosle un vistazo a este laboratorio.

El laboratorio de hoy y un buen modelo

Los laboratorios de hoy, tanto en la industria como en las universidades, utilizan una capacidad computacional increíble, una confiabilidad casi

perfecta, bajos niveles de mantenimiento, bajo consumo de potencia y puede estar disponible para quien lo requiera. El desarrollo de software se ha mantenido en un nivel alto, junto con la gran capacidad del hardware. En efecto, uno de los hechos que se han presentado en muchos cursos, incluyendo los cursos de ciencias, es que los estudiantes no tienen que estar involucrados con problemas reales o en húmedos laboratorios, sino que pueden simular procesos en química y experimentos en física, mecánica e ingeniería eléctrica en el mismo computador. Uno se puede preguntar si es la forma correcta de hacer las cosas. Sin duda, es conveniente.

Lo que hemos realizado en Notre Dame podría ser un buen modelo para el trabajo actual. Deseábamos ofrecer lo que se denomina una integración horizontal y vertical de las herramientas de simulación computacional en el currículo, en tal forma que los estudiantes aprendieran a usar un programa simple o una plataforma simple (computador) y desarrollar el programa total más que aprender una técnica diferente en cada laboratorio encontrado durante un período de tres o cuatro años. Afortunadamente, el software existente permite hacerlo, al menos con estudiantes de ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica y de sistemas (sin mucho problema, esto podría adaptarse a Ingeniería Química). Mentor Graphics Corporation ha producido un juego de paquetes que tienen una rosca que permite conformar circuitos eléctricos de acuerdo al diseño, simulaciones a varios niveles para hacer implementaciones en un board, un VLSI o un FPGA sin mucha dificultad. Además, la implementación de estos diseños se puede lograr a través de procesos automatizados con la ayuda de compañías tales como Xilinx que fabrica los FPGA y Mosis que fabrica los chips VLSI y otras facilidades para facilitar el desarrollo de boards de circuitos impresos. Además, los sistemas de comunicación, los de control y los mecánicos se pueden diseñar dentro de las facilidades que ofrece el marco que ofrece el paquete Mentor Graphics.

En nuestro programa particular de Ingeniería de Sistemas hemos integrado el uso del juego de herramientas a lo largo de todo el currículo [5] como se muestra en la Figura 1, pero no hemos despreciado las manos en el método de implementación (ingenieros eléctricos y de sistemas). Por ejemplo, en una clase de Diseño Lógico en el segundo año (Sophomore), se necesita que los estudiantes diseñen tanto la simulación como la implementación del hardware para hacer la misma cosa. Esto es, el estudiante puede diseñar un circuito particular para lograr una meta. Ellos simulan y desarrollan esto en el computador y luego ellos construyen el mismo diseño con componentes reales en el laboratorio y lo prueban para observar que coincide con el diseño dado en el software. Las mediciones deben concordar y todo debe ser tan exacto como se indicó. Esta técnica (Figura 2) se puede hacer a varios niveles en todos los cursos y currículos.

Tal proceso debe tener lugar con muchas disciplinas y con paquetes desarrollados en forma similar para ingeniería mecánica, ingeniería química, química o física y sin lugar a dudas también en ingeniería civil. En efecto, cuando tratamos con problemas ambientales, la simulación es la única forma de lograr a meta deseada porque seguramente nadie desea contaminar un lago particular o causar daños con elementos químicos para que sean usados por estudiantes en los laboratorios. Por otra parte, encontramos que algunos problemas son tan complejos que nunca podrían ser analizados en el laboratorio ni se podrían tener experimentos adecuados para convencer a los estudiantes de los procesos sin la simulación. Así, encontramos que el proceso de experimentación se mueve en unos dominios más sofisticados y complejos que aquellos que aún informan a los estudiantes sobre los principios básicos.

Práctica futura

Qué se vislumbra en el futuro? Muchos de los aspectos que hemos discutido en la sesión previa se

relacionan también con el laboratorio del inmediato futuro. La situación presente descrita en Notre Dame no es la típica para los programas de la mayoría de facultades. Se han instituido o ensayado en forma lenta programas similares en muchos lugares y en una variedad de formas. La integración horizontal y vertical de muchos cursos en un programa que usa un juego sencillo de software en una plataforma simple continuará. La simulación yuxtapuesta con algunos laboratorios reales será el factor dominante. Esta aproximación, opuesta a la forma tradicional, se llevará a cabo por el costo, la conveniencia y la habilidad para resolver problemas más interesantes. Pedagógicamente parece un buen sistema educativo, pero esperamos cambios más radicales.

La transmisión mundial en cadena y la red mundial de transmisión (www) tendrán una influencia amplia en los laboratorios, cuando se excluya la tecnología de punta. En este momento se pueden sugerir cuatro direcciones, cada una de las cuales conlleva un mayor compromiso con la red. La primera es aquella en la cual los instructores de las diferentes facultades comparten informaciones y experiencias mediante e-mail, boletines informativos y otros medios similares. Es algo informal pero efectivo cuando se usa adecuadamente. Se espera su expansión pero no tomará mucho tiempo en popularizarse.

La segunda es el uso del www para enviar información, incluyendo un glosario, experimentos de laboratorio, resultados experimentales, evaluaciones, artículos publicados y preliminares y muchos otros aspectos de interés. Mediante el uso del Mosaic y su sucesor, el Netscape, se logra un fácil acceso a la información www puesto que sistemas poderosos de investigación y gráficas excelentes se han desarrollado. La mayoría de esta información puede ser llevada a una copia de pasta dura y/o fácilmente editada para ser usada en casa, suponiendo que sigue siendo pública. A causa de esta sofisticación el e-mail será obsoleto a menos que la comunicación sea corta y rápida.

La tercera, uno podría imaginar un estudiante que puede realizar un laboratorio real remotamente a través de la red. Una vez que el experimento sea

montado [6], por ejemplo con un programa como PANELS de HP (1990 vintage), el experimento puede ser automatizado. El usuario puede montar los controles, ejecutar el programa realizando el experimento, imprimir y registrar la información en un formato adecuado. Puesto que todo se hace a través del PC, no hay ninguna razón por la cual no se pueda hacer una extensión a cualquier plataforma que opere remotamente. Suponiendo que es necesario hacer montajes y conexiones con anterioridad, muchos estudiantes podrían tener acceso a este experimento simple y remoto, haciéndolo a cualquier hora del día y sin las largas sesiones de laboratorio que normalmente se requieren. Además, si ellos tuviesen el software adecuado, se podría simular el mismo experimento en su máquina local para verificar los resultados anteriores. Aun cuando los informes se pueden hacer en un procesador de palabras. Cuando algo estuviese herrado, la comunicación a través de los nuevos medios alertaría al TA o a los instructores para obtener una respuesta y/o arreglar el problema. Los estudiantes podrían continuar para ver la experiencia y aun así montar el experimento en un laboratorio más pequeño, donde no se le haría énfasis a los resultados.

También es posible una cuarta forma; digamos, correr el software remotamente, aun cuando sea un software sofisticado. En este caso, el software no existe en cada plataforma individual sino que es remoto, pero solo hay un anfitrión dentro de la red. En forma potencial, un software tal como Mentor descrito en la sección anterior o cualquier otro software podría ser usado en forma remota. Tenemos ahora un laboratorio virtual [7].

Hay dos resultados que pueden ser logrados a partir de la forma descrita, 1) los recursos pueden ser concentrados y enfocados en una unidad central y mantenidos por un pequeño número de personas, y 2) muchos individuos pueden tener acceso a este proceso a partir de las varias unidades, no solo en el mismo campus sino también en otros. En efecto, uno podría ejecutar una secuencia de experimentos

utilizando diferentes universidades siempre y cuando se tengan en cuenta los permisos adecuados y se tenga presente la hora y la seguridad del lugar. Las oportunidades tendrán que ser costeadas por los estudiantes para permitir la experimentación con sus propias manos. Nadie desea retirarse de esto totalmente. Sin embargo, en el proceso de hacer los laboratorios como se sugirió anteriormente, uno puede imaginarse fácilmente grandes ahorros en los costos y oportunidades más amplias para la disponibilidad que pueden tener los profesores y los estudiantes en términos de lo que se puede y no se puede hacer.

Conclusiones

Es claro que la fuerza conductora en la mayoría de lo que se hace hoy en día en la educación, es el

computador, la mayor base de software disponible y el internet. Ahora, uno escucha términos, como educación a distancia, multi media, animación etc. El hecho de que estas fuerzas hayan sido separadas puede ser benéfico y productivo y todavía esto no se ha visto. Que la educación pueda favorecerse por el uso de estos nuevos sistemas también está por verse. Claramente, cuando ellas se usan adecuadamente muchas formas más nuevas e innovativas en la educación, aun en las experiencias del laboratorio, se pueden presentar. En verdad, no se puede negar que el computador ha permitido que muchos individuos no se hayan capacitado para participar en actividades que ya no se conocen o que se hacían hace solo cinco años y que el final ciertamente no está en observar el proceso como un lenguaje natural, nuevas técnicas de audio y de transmisión pueden continuar haciendo incursiones en la sociedad.

Referencias

1. Richard S. Kirby, etal, Engineering in History, McGraw-Hill, 1956
2. Ann Klimek, A History of Engineering at Notre Dame, Evangel Press, 1994.
3. James O. Maloney, A History of the School of Engineering at the University of Kansas , 1868-1988.
4. Karl L. Wilder & Nilo A. Lindgren, A Century of EE & CS at MIT, 1882-1982, MIT Press, 1985.
5. E. W. Henrey & J.J. Uhan, JR., "Integration of EDA Tools into the computer Engineering Curriculum", Proc. Midwest Circuit Theory Symposium, August 1993.
6. J. J. Uhan, Jr. & E. W. Henry, "Laboratory Experiments in a PC Environment", Proc ASEE Conference, June 1989, pp.1274-1278.
7. J.J. Uhanm T.R. Wright, "A New Mode of Internet Communication in Real Time," Proc IL/IN Section Conference, March 1995, Purdue University.

Tabla 1

Cronología [2,3]

University of Kansas	University of Notre Dame
1871 - CE Degree Program	1873 - CE Degree Program
1887 - EE Degree Program	1886 - ME Degree Program
1888 - EE Laboratories	1891 - First EE Course
1895 - CHEG Degree Program	1895 - EE Degree Program
1898 - ME Degree Program	1908 - Mining Eng. Degree Program
1899 - Mining & Met. Engineering Program	1910 - Chemical Engr. Degree Program
1919 - First Course in AE	1918 - Industrial Engr. Degree Program
	1935 - AE Degree Program

CAMBIOS EN EL CURRÍCULO DE INGENIERÍA PARA RESPONDER A LAS DEMANDAS DEL SIGLO XXI

Don Maconachie

*SCOLT/Support Centre for Effective Learning and Teaching

Aleksandar Subic

School of Engineering
University of Ballarat

La educación en ingeniería está llena de oportunidades. El eterno problema de la escasez de recursos se ha combinado con la crisis ambiental existente o retardataria y la integración de la economía mundial que demanda todos los profesionales que se puedan enfrentar al desarrollo sostenible. La profesión del ingeniero tendría influencia significativa sobre las respuestas que daría la humanidad a este momento histórico. Como siempre, la tecnología sería parte de la solución, pero el paradigma en el que se diseñan, se aplican y se evalúan las soluciones será nuevo. Los ingenieros del siglo 21 necesitarán habilidades conceptuales y técnicas y aptitudes de estudiantes durante toda su vida. Esto no ocurriría si se presenta un cambio fundamental en la educación de los ingenieros profesionales. Este artículo describe los procesos y las salidas a esta etapa de un intento ambicioso en una pequeña facultad de ingeniería de una modesta institución que cambia el diseño fundamental y lo entrega a su programa de profesional en ingeniería.

Introducción

Al igual que la mayoría de universidades del mundo, las universidades de Australia están explorando las formas de revisar el currículo en ingeniería para encontrar las necesidades de la industria y la sociedad. La ingeniería se está humanizando, globalizando y comercializando. Cuando las universidades redefinen sus operaciones en función de los mercados, llegan a ser más sensitivas a las demandas de una nueva generación de estudiantes y competitivas en la industria mundial. Hay muchos peligros cuando se cae de las torres de marfil, pero estos pueden ser benignos si la calidad de los programas y los servicios mejoran.

Este artículo describe la reingeniería de la educación en ingeniería en la Universidad de Ballarat. Esta pequeña universidad provincial ha realizado un cambio en el paradigma australiano (Dumphy y Stace, 1994) al pensar nuevamente en el futuro de la ingeniería mediante un currículo integrado único que se adapte a las demandas del siglo 21. El nuevo curso integrado se construye alrededor de un diseño común de un

currículo orientado que rompa las barreras de una disciplina tradicional orientada hacia la educación en ingeniería. El diseño en ingeniería aplicada con un enfoque industrial ofrece la espina dorsal del curso, arrastrando así todas las áreas del curso e incorporando innovaciones educativas como el fundamento del proyecto, la enseñanza experimental y el aprendizaje en grupo. Esto capacita a los estudiantes a aprender *creando algo*, exponiéndolos a soluciones de problemas de ingeniería desde el primer año de estudios.

El cambio fundamental en la educación en ingeniería se ha apoyado en el uso del diseño del currículo *caja de herramientas* desarrollada por las directivas del Centro de Apoyo para la Enseñanza y Aprendizaje (SCELT) de la Universidad de Ballarat. Esta *caja de herramientas* incluye las herramientas tanto para el diseño del marco teórico de un programa como para el diseño de las unidades individuales que conforman el programa. Esta *caja de herramientas* ha permitido la construcción de una fase lógica y coherente para el nuevo programa. Se considera que el diseño de un programa que disponga sistemáticamente los objetivos del programa y la relación convenida de las características de los graduados del programa, incluyendo el aprendizaje a lo largo de su vida y las competencias que se generan. También es esencial para la identificación de los temas del programa y el énfasis sobre los mismos.

Contexto

En Australia, las Facultades de Ingeniería han experimentado una disminución dramática en las admisiones para el programa convencional a cuatro años (21% en 1993 y 16% en 1994). Al parecer, los jóvenes australianos no ven a la ingeniería favorablemente y se inclinan por otras carreras, lo cual sí es una amenaza a la competitividad tecnológica futura de Australia, en un grado tal que no debe ignorarse. Debido a lo anterior, la Sociedad Australiana de Ingenieros, el Consejo Australiano de Decanos de Ingeniería y la Academia Australiana

de Ciencias Tecnológicas e Ingeniería están realizando una revisión fundamental de la Educación en Ingeniería con el auspicio del Departamento Federal de Empleo, Educación y Adiestramiento.

Los programas de ingeniería se han venido ofreciendo en Ballarat desde 1870 cuando se creó la Escuela de Minas de Ballarat y la universidad ha mantenido su ya larga reconocida presencia en educación desarrollando un nuevo programa de ingeniería para el siglo 21. Además de todos los problemas comunes que la ingeniería está confrontando en el momento, las pequeñas instituciones como la Universidad de Ballarat se enfrentan a la necesidad de identificar su propia área de ubicación para poder competir con las mejores universidades metropolitanas. Esto se manifiesta al salirse de la estructura académica tradicional de ingeniería hacia un modelo único y tradicional con enfoque industrial. El nuevo programa de ingeniería de la Universidad de Ballarat ha evolucionado de nuevo tomando como origen la tradición minera del área productiva de oro de Victoria.

La Misión de la Universidad de Ballarat es:

Ofrecer una educación de alta calidad a nivel de pregrado y posgrado con servicios investigativos y comunitarios para la región y otras áreas;

Capacitar estudiantes para desarrollar a lo largo de su vida sus aspiraciones de información intelectual, de creatividad y trabajos vocacionales;

Afirmar la importancia del individuo en el proceso de aprendizaje.

Este estado refleja la educación emergente, el adiestramiento y el ambiente de trabajo en Australia y en el mundo y a la vez busca transmitir el trabajo de los planificadores de los currículos y de los profesores en la Universidad. La educación emergente, el adiestramiento y el ambiente de trabajo están ejerciendo una presión considerable sobre el currículo de la universidad. La Fig.1 describe estas presiones.

Hay demandas para :

- Los caminos son grietas entre la educación post-obligatoria, la educación adicional, el entrenamiento y el trabajo ;
- El aprendizaje durante la vida y las habilidades genéricas ;
- La educación liberal y general ;
- La educación Vocacional ;
- Los grados dobles ;
- La liberalidad, la profundidad, el balance y la coherencia del currículo ;
- La experiencia industrial directa ;
- El aprendizaje profundo en lugar del superficial ;
- La inducción esmerada a las formas del conocimiento (lenguaje, conceptos claves, metodologías, etc.) de las áreas de estudio ;
- El estudiante informado escoge dentro del marco flexible.

Figura 1. Algunas presiones de cambio en el currículo de la universidad.

El ambiente de trabajo en el que el graduado en ingeniería se está desempeñando ha cambiado y el avance de ese cambio se está acelerando. La Figura 2 bosqueja algunas de las características claves de

este nuevo ambiente. Las interpretaciones de todas estas circunstancias conlleva al desarrollo comprensivo y racional del nuevo programa de ingeniería de Ballarat.

- Cambio tecnológico rápido y de difícil alcance ;
- Demanda de información de literatura ;
- Probabilidad de que la gente cambie de profesión durante su vida útil ;
- Incertidumbre sobre la naturaleza del trabajo en el siglo 21 ;
- Estructuras planas y envolventes de administración ;
- Distribución del trabajo del hombre ;
- Equipos de auto-administración ;
- Seguridad en el empleo debida a la posibilidad de empleo más que a una tenencia ;
- El conductor del servicio al cliente ;
- El conductor de la calidad y el mejoramiento continuo ;
- La competencia mundial ;
- La regulación de las prácticas que afectan el medio ambiente ;
- La demanda de habilidades para crear, innovar y resolver problemas ;
- El conductor de la productividad y de la capacidad de trabajar inteligentemente haciendo más con menos ;
- La demanda de una dirección flexible y adaptable y de gerentes capaces de ofrecer liderazgo sin tener en cuenta su papel formal en su sitio de trabajo.

Figura 2. Algunas Características Claves del Nuevo Mundo de Trabajo

Racionalización del Programa

La Facultad de Ingeniería a adoptado algunos trabajos que describen las características deseadas

de sus egresados y las características consecuentes del programa profesional. Estos ilustran la necesidad de un conocimiento profundo ; las habilidades y aptitudes de los fundamentos de la

ingeniería ; la creatividad y el aprendizaje de por vida ; las habilidades genéricas ; la competencia tecnológica ; la conciencia social, cultural y ambiental ; y el entendimiento del mundo comercial e industrial. Estas características demandan un programa que permita a los estudiantes :

- Explorar profundamente los fundamentos de la ingeniería ;
- Seleccionar electivas de ingeniería que ofrezcan alguna profundización y especialización dentro de la misma ;
- Seleccionar las unidades básicas que ofrecen amplitud y balance en el estudio ;
- Seleccionar unidades de otros programas ;
- Elegir las unidades TAFE que deben ser incorporadas y ganar posiblemente un doble reconocimiento en su programa de estudio ;
- Ser elegibles para alcanzar un doble grado.

Las unidades del núcleo profesional de ingeniería capacitan al estudiante para :

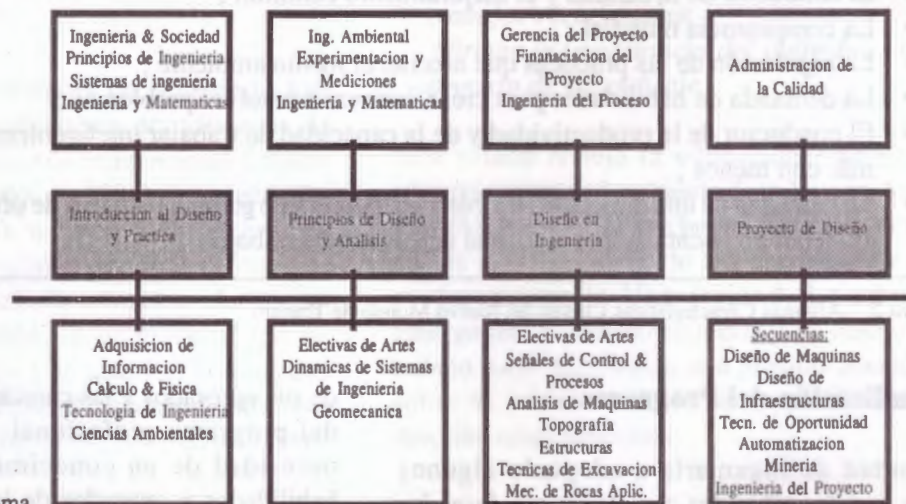
- Construir una cimentación fuerte del conocimiento, habilidades y actitudes en los fundamentos de la ingeniería, las ciencias relacionadas y las matemáticas;
- Desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes mediante la unificación de temas que generen

la comprensión de la ingeniería como un todo más que la comprensión fragmentada de tópicos separados (Candy, 1994, pp. 111-116);

- Desarrollar conocimientos, habilidad y actitudes apropiados a su campo de estudio que les permitirán aplicándolos a su área de trabajo, a pesar de la explosión de conocimientos y la aparición de tecnologías que implacablemente producen un conocimiento estrecho y específico, además de habilidades que llegan a ser superfluas (Candy, 1994, pp. 111-116);
- Desarrollar un enfoque industrial a medida que los intereses y oportunidades de empleo son más claros y aseguran que sus capacidades serán reconocidas por la industria y otras entidades empleadoras;
- Explorar aspectos significativos de la profesión seleccionada, particularmente el diseño en ingeniería, en la práctica estar sobre su trabajo desde la iniciación de sus estudios;
- Desarrollar capacidades de aprendizaje continuado y habilidades genéricas en forma integrada por medio del contenido y las metodologías del núcleo y las electivas de su programa de estudio;
- Tomar una responsabilidad creciente para su propio aprendizaje, a través de la implementación de enfoques que tengan como centro al estudiante y como recurso las bases del aprendizaje.

Marco del Programa

Unidades del núcleo



Unidades electivas

Figura 3. Marco del Programa

El diseño en ingeniería es el tema central de integración del programa de pregrado de ingeniería de la Universidad de Ballarat. El diseño orientado dentro del currículo comparte todas las áreas de estudio a través de proyectos de aprendizaje básico y experimental en un modelo de ingeniería integrada. La Universidad ha eliminado a propósito las líneas que hacían énfasis a las disciplinas y ahora

se le da énfasis a los principios, los sistemas y los procesos de ingeniería. El tema de diseño aplicado tiene un enfoque industrial, cuyo fundamento son las industrias de procesamiento de minerales y de alimentos, al igual que las de servicio en cuanto hace a la consultoría profesional privada. La Figura 3 muestra los principales lineamientos del marco del programa.

Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Enfasis		Ingeniería,		
	Principios y	el Medio Ambiente	Procesos y	Diseño y
	Sistemas en	y el Desarrollo	Tecnología en	Sistemas en
	Ingeniería	Sostenible	Ingeniería	Ingeniería
	Ingeniería		Ingeniería	Diseño en
	Aplicada	Diseño	Aplicada	la Industria
Enfoque industrial				
	Industrias de	Minerales y	Alimentos, OH&S,	Consultoría
Temas integradores				
	DISEÑO EN	INGENIERIA y	SISTEMAS DE	INGENIERIA

Figura 4. Núcleo del Programa

Al asignar tareas de aprendizaje, tales como los estudios de casos y proyectos dentro de un marco industrial, los estudiantes trabajan desde el comienzo de sus estudios de pregrado con problemas reales de ingeniería. El ambiente social y estético y los factores ecológicos afectan la forma de resolver los problemas. El núcleo del programa incorpora estos aspectos en el contexto de los sistemas. Este programa integrado reconoce la necesidad de

crecimiento para desarrollar las habilidades genéricas (especialmente las habilidades en comunicación y en reconocimiento y solución de problemas) y la estimación del aprendizaje continuado, como se muestra en las numerosas encuestas llevadas a cabo en Australia (Candy, 1944) y en Estados Unidos. A lo largo del programa los estudiantes reciben también nociones de artes, humanidades, ciencias sociales y administración;

y los resultados obtenidos no son los que eran típicos en la ingeniería del pasado; se busca una educación más libre en ingeniería con una visión holística. El marco del núcleo del programa aparece en la Figura 4.

Los programas de ingeniería general son diferentes, pero este programa integrado se distingue por su enfoque industrial con opciones de especialización que se ofrecen en el último año, tales como Diseño en Ingeniería, Diseño de Infraestructura, Tecnología de la Oportunidad, Automatización, Minería y Proyectos de Ingeniería.

Estas se proyectan sobre opciones que incluyen secuencias de electivas que se agrupan dentro del Área Mayor de Ingeniería del Diseño e Ingeniería de Sistemas. Este enfoque no-tradicional e integrado a la educación en ingeniería se desarrolla para estimular un aprendizaje continuo que se basa en el conocimiento continuado y que se opone a la disciplina tradicional de los programas que en general contienen una sobreprotección de conocimiento de especialista de corta vida.

Conclusión

En este artículo los autores describen los principales elementos del proceso de cambio que está cambiando la educación básica en ingeniería en la Universidad de Ballarat. El enfoque se encuentra en el diseño del currículo, aun cuando ha habido mucho trabajo para poder entregar el programa - la primera admisión de estudiantes tendrá lugar en 1996. Los autores no han efectuado comentarios sobre la dirección del programa en desarrollo que se planea iniciar ni del proceso de diseño de unidades planteado en la Figura 5.

El aspecto más importante de re-desarrollo del programa de ingeniería ha sido el trabajo de colaboración en el análisis de la situación con una visión en el posicionamiento del programa como parte de la educación de una nueva generación de ingenieros. Este programa no solo se ha desarrollado con la meta de alcanzar las necesidades presentes y futuras de los estudiantes, de la profesión, de la industria y de la sociedad, si no que a través del uso de las herramientas para el diseño del currículo, todos los aspectos del programa se han hecho concordar con las metas del mismo.

Referencias

1. Candy, P. (1994). *Developing Lifelong Learning through Undergraduate Education*, AGPS, Canberra
2. Caul, B. (1993). *Value-added : The personal Development of Students in Higher Education*, December Publications, Belfast.
3. Dumphy, D and Stace, D. (1994). *Beyond the Boundaries*. McGraw Hill, Sidney.
4. Eder, W.E. (1994). *Comparisons-Learning Theories, Design Theory, Science*. *Journal of Engineering Education*. Vol. 83. No. 2, pp 111-119.
5. Eder, W.E., Hubka, V., Melezinek, A. and Hosnedl, S. (1992) *WDK 21 : Engineering Design Education-Susbildung der Konstrukteure-Reading, Heurista, Zurich*.
6. Hammer, M. and Champy, J. (1992). *Re-engineering the Corporation*. Nicholas Brealey, London.
7. Kolb, D. (1984). *Experiential Learning : Experience as the Source of Learning and Development* Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ.
8. Laurillard, D. (1993) *Rethinking University Teaching*, Routledge, London.
9. Nightingale, P and O'Neil, M. (1994) *Achieving Quality Learning in Higher Education*, Kogan Page, London.
10. Ramsden, P. (1992) *Learning To Teach In Higher Education*, Routledge, London.
11. Schon, D. (1987) *The Reflective Practitioner : How Professionals Think in Action*, Temple Smith, London.
12. Senge, P. (1992) *The Fifth Discipline*, Random House, Sydney.

PERFILADOR DE LAS HABILIDADES DE CREADORES DE SOFTWARE

John M. Moran
President, Software Industry Coalition

Actualmente la «vida técnica» para un nuevo ingeniero graduado en software es de 18 meses. Las compañías de Software lanzan una versión mejorada cada 12-18 meses. De hecho, la mayoría de los colegios y universidades necesitan por lo menos dos años para realizar una versión típica del curriculum de software para ingenieros. Algo está fuera de balance! Hay alguna pregunta de por qué los realizadores del software no regresan a las universidades para su educación continuada y necesidades de entrenamiento?

Este documento está dirigido a algunos tópicos que enfrentan a la industria del software con las instituciones educativas para que encuentren sus necesidades respectivas. Proporciona ejemplos del potencial de la colocación para la industria-educación que puede y ha dado resultados para identificar necesidades y proporcionar herramientas para obtener resultados. Durante un año de procedimiento muchas compañías productoras de software trabajaron con educadores de colegios y universidades para identificar un sosten 6-dimensional para creadores de software para educación/entrenamiento. Este procedimiento produjo una herramienta unica, el «Perfilador del Creador para el Software» el cual proporciona soporte en el cálculo continuado de habilidades/educación/entrenamiento para productores de software en cualquier industria.

Estas discusiones también han identificado un requisito muy fuerte para el aprendizaje para toda la vida para los creadores del software. Las conversaciones que se llevan a cabo entre la industria del software y las instituciones educativas está actualmente investigando estrategias para alcanzar también estas necesidades.

Introducción

En los Estados Unidos, los años '90 han marcado una crisis en la educación superior. Muchos colegios y universidades han visto reducido los presupuestos, reducción en personal y programas han sido recortados. Especialmente las instituciones públicas sostenidas por el Estado han sido golpeadas fuertemente. Los recortes y disminuciones han venido sucediéndose contra un talón de fondo de un incremento tecnológico como nunca visto. Muchas escuelas han encontrado casi imposible mantenerse al tanto con la velocidad de los cambios tecnológicos y se han quedado relegadas.

La creación del software es una de las profesiones e industrias con mayores cambios y crecimiento en el mundo. Diariamente se introducen varios productos del software en el mercado global. El ritmo de los cambios del software hace difícil para los profesionales y usuarios avanzados, mantener una excelencia técnica en sus prácticas.

En una reciente labor de inspección de mercado de las más grandes compañías de Silicon Valley, los empleadores afirmaron que había definitivamente pocos profesionales calificados del software y pensaban que se empeoraría durante los próximos dos años. En esa misma inspección, afirmaron que los colegios y universidades locales no habían sido capaces de proporcionar el conocimiento y habilidades de entrenamiento requeridos para mantener una fuerza de trabajo técnicamente actualizada. Si la industria del software continúa creciendo, debemos desarrollar maneras efectivas para mantener una fuerza de trabajo técnicamente actualizada.

A mediados de 1993, la Industria Coalition de Software comenzó una serie de proyectos para dirigir ISSUES educativos para la industria del software. Una de las metas fundamentales de estos proyectos fue la de forjar relaciones más estrechas entre la parte académica y la industria del Software. Las expectativas son muy altas, una relación más colaboradora haría que las escuelas se mantuviesen al paso con la tecnología y proporcionarían estudiantes/empleados más preparados.

Después de unas pocas reuniones entre educadores y la industria, fue claro que no había un punto común para hablar sobre lo que los estudiantes "necesitan conocer y hacer". De estas reuniones surgió "El Proyecto del Perfilador".

El proyecto del Perfilador

El Proyecto del Perfilador se hizo con varias metas en mente. Una de esas metas fue la de sentar relaciones y entendimientos más estrechos entre la industria, la parte académica y el gobierno.

Comenzamos el proyecto con tres de las más grandes universidades, un laboratorio de investigación del gobierno y diez compañías participantes. Eso parecía sentar bases para la colaboración y forjar un mejor conocimiento sobre los temas y preocupaciones de las varias partes. Sin embargo, debido a que cada punto de vista fue en alguna forma diferente como definición del término, el proceso del desarrollo del software, la calidad del producto y la confiabilidad, etc., uno de nuestros primeros requisitos fue el de proporcionar un lenguaje común y un punto para contestar (tanto como pudimos) la pregunta:

Qué conocimiento y herramientas necesitan los creadores del software?

Algunos de los mayores obstáculos surgieron de la "industria del software" de por sí. Quien creó el software, donde trabajan y cuales era la descripción de sus títulos/trabajos. En el mundo actual, el software es ubicuo! Los empleados de bancos crean software, compañías autónomas crean software, compañías de transporte crean software, y obviamente, las compañías cuyos productos principales son el software, crean software. Cada una de estas compañías tienen títulos diferentes para los empleados que crean el software. Pueden ser ingenieros de software, programadores, ingenieros calificados en software, etc., etc (encontramos más de 30 títulos de aplicación diferentes).

Durante nuestro procedimiento del proyecto nosotros gradualmente alcanzamos acuerdos en estos tópicos. El "título del trabajo" fue el más recto: un título genérico de "creador de software" se aplicaría independientemente de cualquier título organizacional específico. Además, proporcionamos un método y un procedimiento de rango relativo para la descripción de trabajo específico. Para fundar una "industria representativa del software" inscribimos participación en el proyecto de cuatro segmentos diferentes de la industria del software (Departamento de Defensa y Sistemas Encajados, Sistemas Operacionales, Sistemas de Información y Software Paquete). A medida que resolvimos cada obstáculo, continuamos discutiendo y desarrollando el conocimiento y el perfil

de las herramientas necesarias para el creador del software. Nuestro proyecto para ser entregado se resumió en un catálogo que contenía un perfil de 6 dimensiones y un procedimiento de evaluación para clasificar la importancia relativa para cada una de las 6 dimensiones.

Los Pilares de las 6 dimensiones

El proyecto del Perfilador se desarrolló aproximadamente durante un año y en él se desarrollaron más de 30 reuniones separadas. En cada reunión surgieron inquietudes y puntos de los diferentes grupos participantes. En dichas reuniones se trataron áreas de división y acuerdo. Por ejemplo, a medida que avanzábamos en el procedimiento, en más de una ocasión, fue definido que todo lo que debíamos hacer para "definir" cuales debían ser las habilidades, era mirar la sección de empleos de los periódicos locales y nuestras preguntas serían contestadas por medio de los anuncios que los empleadores habían colocado. Aunque esta fue una información útil, los anuncios se centraban en una área muy

reducida de habilidades técnicas "calientes" y de ninguna manera retrataban un cuadro completo. Una de las metas del proyecto fue proporcionar un sostén sistemático para el conocimiento y herramientas requeridos para un creador del software. Nuestra capacidad fue la de ser útiles para cada uno de los grupos participantes, así como para los creadores individuales del software.

Gradualmente, durante el período de nuestras muchas reuniones, comenzó a emerger un sostén. El intento del sostén para el "Perfilador" es el de definir un conjunto de dimensiones exclusivas mutuas o categorías del conocimiento y herramientas. Además, estas dimensiones son completas, por ejemplo, cada punto concebible del conocimiento relevante o herramienta debe encajar dentro de una de las dimensiones. Las 6 dimensiones son:

- Ingeniería/Centro Científico
- Plataforma
- Entorno del Creador
- Dominio de la Aplicación
- Negocios/Industria
- Personal/Interpersonal

El Cuadro 1 muestra un resumen de las definiciones y ejemplos de las 6 dimensiones.

Las seis dimensiones del perfil	Conocimientos y herramientas. Ejemplos
<p>Ingeniería/Centro Científico Aquellas herramientas y materias que son características en un curriculum de colegios científicos o de ingeniería.</p>	<p>Análisis, requisitos, diseño, pruebas, confiabilidad, seguridad, mantenimiento, uso, ejecución, inter-operación, fuerza, Calidad, matemáticas, funciones OS, Algoritmos, estructura de datos, arquitectura del computador, código, ingeniería de sistemas, ingeniería de los procedimientos, documentación, estándares, métodos científicos, programación estructurada, base de datos, ecuaciones diferencia/diferencial, analizador, teoría de control, Algebra Boolean, orientación de materias, compiladores, físicos, tipos de datos, química.</p>
<p>Programa Conocimiento del sistema de operación, lenguajes, hardware, periféricos, red de trabajos y protocolos del blanco (a veces el computador de desarrollo)</p>	<p>80486 UNIX, macintosh, VGA, mainframe C, DOS, SCSI, NetWare, VAX, SNA, Windows, IBM 3036, Sparc station, PCMCIA, Pascal, IDE, TCP/IP, LISP, cliente/servidor, GUI, congregación.</p>
<p>Ambiente del Desarrollador ("Mio") - Conocimiento de, Anchura de, y efectividad con, del desarrollo propio individual (no el blanco del usuario) herramientas para el desarrollo del software, comunicación, gerencia, etc.</p>	<p>Editor de texto, herramientas del CASE, teléfono, FAX, PC, tablero de tiza, compilador, LISP, base del conocimiento, bibliotecas, modem, GUI, herramientas de publicación de escritorio, herramientas de programación, grupos de trabajo del software, plataformas del blanco, (si utilizadas para el</p>

	desarrollo) formas y base de datos de la compañía, reglas de la compañía para control de documentos, control de las versiones, etc.
Negocios/Industria - Conocimientos específicos de la industria que se derivan de trabajar en una industria y alcanzar las necesidades de dicha industria y de sus clientes; incluye estrategias de negocio, tácticas de negocios, procedimientos de negocios, organizaciones de negocios, y planeación de negocios.	Industrias: automóviles, alimentos enlatados, bancos, PC, sistemas de armas, telecomunicaciones, educación, software, construcción espacio aéreo, estrategias específicas de la industria, etc.: ciclos de desarrollo, curvas de aprendizaje, sensibilidad de precios, nombres (de las personas, compañías y productos), costos, reglas, canales de distribución, alianzas, vida del producto, características del producto.
Dominio de la Aplicación - El conocimiento específico de un grupo de herramientas y técnicas que aplican similarmente a través de un amplio rango de industrias.	Contabilidad de costos, base de datos, coordinación del grupo de trabajo, control de inventarios, edición de texto, hojas extendidas, pruebas, ventas, recursos humanos reproducción/publicación, control del procedimiento, control de producción, transferencia de fondos, confiabilidad, nómina, presupuesto, métodos de manufactura, adquisición, mercadeo, finanzas, administración, proyecciones de ventas, reglas de negocios, manejo militar, manejo del riesgo, control de documentación.
Personal/Interpersonal - Herramientas para el manejo de uno mismo y para relacionarse con otras personas.	Negociación, contactos/red de trabajo, herramientas de presentación, trabajo de grupo, herramientas de escritura, herramientas de liderazgo, persuasión, seguimiento, herramientas para preguntar, cambio hacia adelante, self-control, manejo del tiempo, herramientas para escuchar.

Para satisfacer la necesidad para diferentes tipos de trabajo a ser evaluados con el sostén de las 6 dimensiones, se divisó un procedimiento de evaluación relativo como parte de todo el proyecto. Así, el proyecto a ser entregado "El perfil del creador del Software" no es solamente el sostén fijado descrito arriba, pero también un procedimiento. El "perfilador" logra una medida comprensiva, balanceada y cuantitativa de las seis dimensiones de las habilidades para el trabajo del creador del software sin INTENTAR fijar una medida de cada dimensión contra una escala absoluta, En cambio, cada dimensión es sopesada contra cada una de las otras dimensiones. Una o más personas que están por lo menos moderadamente familiarizados con un trabajo particular del software para ser evaluado puede realizar el examen. Yo no trataré el procedimiento de evaluación en este reporte, sin embargo, el Perfil del Creador del Software" suministra detalles del procedimiento completo.

Resultados

El proyecto del perfil arrojó un número de resultados, algunos obvios y otros no. El primero y el más obvio es la actual publicación folleto del "Perfilador del Creador del Software". Este folleto ha sido utilizado para apoyar a los educadores en los programas de planeación de los certificados y cambios en el curriculum. Ha sido también utilizado para apoyar a los empleadores durante su proceso de contratación de personal. Además, el sostén de las herramientas proporcionó las bases para una labor regional extensiva para la inspección del mercado.

Un resultado mucho más notorio es el implemento de las relaciones que se llevaron a cabo durante la duración del proyecto, involucrando más de 50 personas. Estas personas provenían de diferentes sectores económicos, con formaciones diferentes y

distintos puntos de vista. Durante nuestras numerosas reuniones y discusiones, se desarrolló un común entendimiento y se abrieron y intercambiaron los puntos de vista. Estas personas pueden y se comunican mucho más fácilmente ahora. Como resultado, abrieron la posibilidad de cambiar la educación/entrenamiento para los profesionales del software en el gran Valle Silicon.

Otro resultado directo de este proyecto son nuevos proyectos de colaboración dentro de nuestra región. La extensión de estos proyectos generalmente involucra colegios de la comunidad, extensión y la industria en "la creación de una fuerza de trabajo competente del software regional la cual practica los conocimientos de por vida y es auxiliada y entrenada por medio de un gran compañerismo entre la industria, las organizaciones educativas y el Gobierno". Este proyecto llamado "Software Skills

Upgrade Project" (SSkillsUP) identificará casos específicos en los cuales una compañía individual puede participar con una o más escuelas para beneficio mutuo.

Conclusiones

El Proyecto del Perfil demuestra el valor de los proyectos de colaboración de la industria, de la academia y del Gobierno para aumentar la educación en la ingeniería. Elaboró la primera herramienta que se puede utilizar para evaluar el conocimiento y los requisitos de las habilidades para los creadores del software. Proporciona senderos de entendimiento para los participantes del proyecto que han liderado los nuevos proyectos de colaboración. Aunque la colaboración requiere paciencia y perseverancia, el saldo puede producir resultados dramáticos y de larga duración.

ENSEÑANZA ADMINISTRATIVA EN INGENIERIA CIVIL ANTES DE NUEVAS PERSPECTIVAS

Francisco Tavera Escobar
Instituto Politécnico Nacional
México, Zacatenco Campus

Resumen

La tarea básica del ingeniero civil y la importancia de la administración para lograr el uso óptimo de los recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros en los proyectos y en el desarrollo de trabajos se describe en este artículo. No existe ingeniería civil sin la administración. La ingeniería civil está relacionada con las nuevas condiciones de la globalización de la economía, a través del Acuerdo de Libre Comercio Norteamericano, circunstancia que originará una competencia creciente, lo que implica que el ingeniero civil tenga conocimientos de administración, contabilidad, finanzas, ingeniería financiera, calidad y productividad, manejo de proyectos y comercio internacional, para participar con éxito en la esfera profesional, conocimientos que deben ser enseñados en los centros de enseñanza de ingeniería civil. Por otra parte, 13 habilidades administrativas que un ingeniero civil debe tener cuando desarrolle sus habilidades y deberes administrativos o cuando mantiene una posición directiva, concluyendo que la ingeniería tiene el binomio administrativo como de vital importancia.

Introducción

El proyecto, construcción y mantenimiento y modernización de las obras de ingeniería civil, tales como obras de infraestructura subterránea, ferrocarriles, transporte aéreo y marítimo, obras de ingeniería hidráulica, obras de agua potable y alcantarillado, etc., que requiere el desarrollo del país exigen un adecuado uso de recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros, esto únicamente se logra por medio de la aplicación de técnicas administrativas modernas. Lo mismo puede decirse de todos los proyectos y realizaciones donde el concurso de diversas especialidades o campos de ingeniería es fundamental.

La ingeniería civil no está plenamente ejercida, si no tiene una eficacia práctica, si no modifica una realidad existente. La ingeniería es investigación de tecnología y desarrollo, esto es poner la técnica al servicio del mejoramiento del hombre y su calidad de vida, pero la ingeniería civil no existe sin la administración.

La dinámica del mundo, patrocinada por lo que se llama modernidad, entendida como la aplicación de la sistema económico de mercado libre ha logrado que los países modifiquen sus sistemas económico, político y de sociedad al igual que está ejerciendo una mayor presión sobre el mejor uso de los recursos en la

búsqueda de la competitividad deseada para la cual no hay escape, ni para México ni para la ingeniería civil ni los ingenieros civiles.

Los grupos de desarrollo económico polarizados han obligado a nuestro país a unirse con los Estados Unidos de América por medio del NAFTA, al igual que por centros de prioridad que tienen objetivos en reducir las barreras de aranceles de aduana y los obstáculos para permitir libremente aceptar dentro de los términos del acuerdo los bienes y servicios que pueden comercializarse entre México, Estados Unidos y Canadá. Al reducir dichas barreras, la venta y adquisición de productos y la concesión de servicios va a depender de su propia competitividad, en aspectos de precios, calidad y atractivos para el consumidor.

Dentro de este contexto, la administración, concebida como un medio de lograr tal calidad colocando a nuestro país adecuadamente de manera que pueda competir con éxito en la esfera internacional.

Si nosotros queremos tomar el paso decisivo de lograr el éxito en un mercado competitivo, nosotros, ingenieros civiles, debemos adecuar nuestras actitudes a la nueva visión del mundo que nos permite promover dentro de nuestras acciones tendiendo a formar una mentalidad exitosa e innovadora con creatividad y talento y que esté apoyada en las técnicas de ingeniería civil y en los principios modernos de administración, somos un gran número de agentes en el cambio en el cual estamos participando.

Para poder entrar con éxito a las economías globalizadas nosotros los ingenieros requerimos una "cultura de calidad", permitiéndonos competir ampliamente en una esfera competitiva, hecho que es un gran compromiso para todos nosotros, en la cual la ingeniería y la administración como binomio juega una función muy importante. La modernización de México, tomada por el actual gobierno exige acciones de los ingenieros civiles. Este es nuestro reto para contribuir con la modernización del país.

Ingeniería civil y administración

Es esencial tener capacidad técnica y administrativa para enfrentar un mercado competitivo en todas las áreas. El caso de la ingeniería civil no es una excepción. En este momento nosotros los ingenieros debemos tratar de demostrar capacidad, unida a una habilidad en materias administrativas. La función de la administración en ingeniería civil es básica ante estas nuevas demandas de las economías globalizadas. Tenemos que entender con toda claridad que el ingeniero debe concebir la administración como una de sus principales herramientas. Una mayor y mejor administración es necesaria para ser más productivo. La ecuación "ingeniería más administración" resulta en algo indispensable en la era actual.

La ingeniería civil está ante grandes retos en la década futura y tiene una enorme responsabilidad. El futuro de nuestro país implica solucionar problemas esenciales, muchos de ellos íntimamente relacionados con la labor de ingeniería civil pero su solución no implica solamente la parte técnica sino que además requiere el ingrediente administrativo. Por lo tanto el binomio ingeniería-administración es fundamental.

La ingeniería civil está estrechamente relacionada con las técnicas administrativas más modernas y debe brindar un gran logro. Debemos estar en capacidad de suministrar un aporte básico a la agricultura y sistemas de ganadería, mejores y más vías, sistemas de acueducto y hogares para el beneficio de nuestra población, contribuyendo al desarrollo sostenible.

Cuando nos damos cuenta de todos estos proyectos, los ingenieros civiles debidamente entrenados en administración, deben lograr mejores rendimientos y costos, al igual que una creciente calidad y competitividad, en nuestro país al igual que al cruzar nuestras fronteras. Así es como los mercados internacionales se pueden conquistar.

Conocimientos del ingeniero-gerente

Para el desempeño en los tiempos actuales y futuros, el ingeniero debe aplicar nuevos conocimientos e incorporar abordajes novedosos con una plena calidad que le permita enfrentar más eficientemente el desarrollo de sus actividades.

Por este motivo los ingenieros deben permanentemente actualizarse en materia administrativa; además, en las instituciones y en los altos centros educativos para ingeniería civil no puede evitarse la enseñanza de adecuados antecedentes académicos en la disciplina administrativa. Esto cuando los ingenieros están desempeñando labores administrativas o aceptan nombramientos directivos, generalmente carecen de algunas herramientas, y si las tuviesen su trabajo sería más productivo.

Los temas o materias de administración y finanzas que se consideran de vital importancia para actualizar a los ingenieros que ejercen sus profesiones, al igual que para los futuros ingenieros en proceso de educación en las facultades son:

- a. **Administración**
Comportamiento humano en la organización. Liderazgo. Manejo de recursos humanos, materiales y financieros. Sistemas administrativos modernos. Toma de decisiones.
- b. **Contabilidad**
Naturaleza, campos y especializaciones. Estados financieros. Análisis de transacciones, clasificación y puestos. Impuestos de renta, gastos y utilidades netas. Control de caja y cuentas por cobrar. Inventario. Activos. Depreciación. Cuentas por Pagar. Estados de Pérdidas y Ganancias. Procesamiento electrónico de datos.
- c. **Contabilidad Financiera**
Naturaleza y uso de los estados financieros. Operaciones e instrucciones básicas. Contabilidad. Cuentas, inventarios, activos y pasivos. Aspectos legales. Interpretación de estados financieros. Impuestos.
- d. **Contabilidad Gubernamental**
Propósitos. Operaciones, activos y entidades de servicios. Presupuesto gubernamental. Fondos: teoría general de cobros, de deuda pública, de inversiones, de activos fijos, de depósito y de servicio. Empresas y organismos descentralizados.
- e. **Finanzas**
Análisis financiero. Liquidez, rentabilidad, origen de recursos y apropiación. Planeación financiera. Análisis de sensibilidad. Apalancamiento financiero. Cálculo de interés. Rendimiento y tasas de valuación. Evaluación de proyectos de inversión. Costos de capital. Pasivos y netos. Créditos. Pasivos. Costos de arrendamiento. Participaciones corporativas. Valuación de negocios.
- f. **Ingeniería Financiera**
Conceptos fundamentales. Análisis proyectos de inversión. Proyectos bajo licencia. Financiación de esquemas estructurales. Fuentes de financiación. Garantías: aspectos legales y fiscales.
- g. **Calidad y Productividad**
Origen de cultura de calidad total. Demanda social. Nueva competencia. Motivación y desarrollo para obtención de calidad. Motivación y preparación para calidad. Concepto total de calidad y objetivos. Calidad de diseño, manufactura y servicio. Administración de calidad. Calidad en ingeniería: certificación y normalización. Calidad en manufactura. Compromiso de la alta gerencia. Entrenamiento. Implementación de un sistema de calidad total en servicios de ingeniería. Filosofía de "más con menos". Análisis de variación de producción. Calidad y productividad. Estímulo para la productividad.
- h. **Manejo de Proyectos**
En el proceso administrativo de administración por proyectos. La evaluación de proyectos estratégicos y financieros. Gerencia de proyecto. Comportamiento humano. Diseño de sistema de administración. Estrategias de implementación.

i. Comercio Internacional

Historia. Apertura comercial. Acuerdos de libre comercio. Asociaciones de empresas de ingeniería.

En el evento de que el programa B.S. de ingeniería civil del estudio, tenga estos tipos de materias incluidas como parte integrante de la segunda mitad de la carrera, como éstas tratan con temas que cambian con el tiempo, es más conveniente estudiarlos al final de la carrera, de manera que el futuro ingeniero civil se gradúe con conocimientos actualizados en estos temas facilitando su entrada al mercado laboral.

Es apropiado destacar la importancia de la "ingeniería financiera". Una disciplina cuyo objetivo es optimizar la obtención y el uso de los recursos financieros que se han originado y aplicado al dinero de los mercados de capitales; este tema contempla dentro de sus principales "productos": reestructuración, expedición de deuda, nuevos negocios, etc. Es importante destacar que actualmente existen múltiples tipos de proyectos de inversión y para entender el proceso que enmarca y constituye las funciones es necesario estudiar los tipos de financiación, sus fuentes y análisis de casos de eventos específicos ocurridos en México; también es importante conocer los mecanismos de los proyectos de infraestructura bajo licencia. Para ello, la ingeniería financiera se ha convertido en un elemento vital para la ingeniería de proyectos y es la plataforma para generar nuevos esquemas para obtención de financiación.

Igualmente, un número uno en importancia debe ser adjudicado a "calidad total", ya que debido a las características del trabajo profesional de los ingenieros civiles es indispensable entender y conocer cómo implementar un sistema de Calidad Total en una corporación de ingeniería. La calidad total está orientada a la plena satisfacción de los clientes; es un proceso de mejoramiento continuo, que trae mayor productividad y éxito económico.

Todos estos conceptos que nosotros debemos implementar en esta nueva filosofía de trabajo de la

década actual son simples de visualizar, pero requieren un cambio de actitud, en la medida que los ingenieros civiles llevan logros de productividad y calidad en todo lo que nosotros hacemos o administramos.

Debemos adicionar conceptos administrativos y financieros al perfil del ingeniero civil para brindarle herramientas modernas para superar los retos de un nuevo entorno económico que le permitirán lograr mejores oportunidades que fortificarán la nueva cultura de trabajo que nuestro país requiere ahora y en los años por venir.

Perfil de un Gerente-Ingeniero

Consideramos que el perfil básico de un gerente ingeniero está integrado con trece habilidades administrativas que son las siguientes:

- Planeación y programación
- Trabajo en equipo
- Análisis de problemas y toma de decisiones
- Ingeniería financiera
- Manejo de costos y presupuesto
- Productividad y calidad
- Manejo de conflictos
- Comunicación
- Elaboración de informes
- Administración de tiempo
- Conducción de reuniones
- Liderazgo
- Desarrollo personal

Conclusiones y Recomendaciones

- Los proyectos de ingeniería civil y los trabajos demandan un adecuado uso de recursos humanos naturales, tecnológicos y financieros que son logrados a través de la administración. La ingeniería civil no existe sin la administración.
- Nosotros, ingenieros civiles tenemos que adecuar nuestras actitudes a la nueva visión del mundo. Por lo tanto, con ingeniería moderna y

administración seremos los agentes del cambio, a través de una cultura de calidad y propiciando la productividad y la competitividad.

- La administración es una de las principales herramientas del ingeniero civil. Demos solucionar la ecuación ingeniería más administración, como la solución indispensable en el tiempo actual para competir en las economías globalizadas.
- Los ingenieros civiles deben actualizarse permanentemente en las técnicas modernas de

administración tales como: contabilidad y finanzas, ingeniería financiera, calidad y productividad, manejo de proyectos, liderazgo, etc.

- Los planes y los programas de estudio del B.S. en ingeniería civil deben contemplar mayor énfasis en la enseñanza de administración y temas financieros, específicamente en calidad total e ingeniería financiera.
- Demos hacer un esfuerzo para definir y actualizar el perfil del gerente-ingeniero de manera que su trabajo sea tan productivo como sea posible.

PROGRAMAS DE PREGRADO EN INGENIERIA ELECTRICA EN EGIPTO: UN ESTUDIO COMPARATIVO

Dr. Mohamed El - Faham

Dr. Mahmoud Abouzied

Escuela de Ingeniería & Tecnología

Academia Arabe para la Ciencia & Tecnología

Resumen

Este artículo presenta un estudio comparativo entre los programas de pregrado en Ingeniería Eléctrica disponibles en nueve universidades e instituciones de nivel universitario en Egipto. Cada programa está agrupado en, y referido a, las cuatro categorías básicas de acreditación establecidas por la Internacional "Accreditation Board for Engineering and Technology" (ABET) y adoptado hoy en día por el Consejo Supremo de Universidades de Egipto. El artículo muestra las similitudes y diferencias entre los programas examinados. Además, se muestra la necesidad de modificar la mayoría de estos programas para ayudar a preparar ingenieros eléctricos : técnica y socialmente.

Introducción

El desarrollo tecnológico siempre ha sido considerado como un prerrequisito y el resultado del desarrollo económico de todos los países. La importancia primaria de la educación en ingeniería eléctrica en el desarrollo es hoy ampliamente reconocida en muchos países desarrollados.

La primera facultad de ingeniería en Egipto (Mohandeskhana) se estableció en El Cairo en 1816 durante la era de Mohamed Ali. La educación en ingeniería eléctrica se inició por primera vez en el año académico 1908/1909 en forma de tres cursos dictados en el segundo, tercero y cuarto años en la Facultad de Ingeniería. En 1919, la Facultad tenía cinco departamentos, uno de los cuales era el primer departamento de ingeniería eléctrica en Egipto. Desde entonces, los programas educativos en ingeniería eléctrica se han desarrollado, prosperado y avanzado. El número de facultades de ingeniería que ofrecen programas de pregrado en ingeniería eléctrica hoy en día en Egipto es de más de 20 y continua creciendo.

Este artículo trata de dar claridad sobre los programas disponibles ofrecidos por un número importante de universidades e instituciones en Egipto. La comparación ofrece una visión amplia de las similitudes y diferencias entre los diferentes programas. Los programas están agrupados en las categorías básicas de acreditación establecidas por la Internacional " Accreditation Board for Engineering and Technology" (ABET) y desarrolladas por el Consejo Supremo de Universidades de Egipto. Cada uno de los programas tiene como referencia los porcentajes dados para los cuatro grupos ABET. [I]

Grupo I:

Humanidades y Ciencias Sociales

(10% -15%)

Grupo II:

Ciencias Básicas y Matemáticas

(20% - 30%)

Grupo III:

Ciencias de Ingeniería/Básicas de Ingeniería

(25% - 35%)

Grupo IV:

Diseño en Ingeniería/Ing. Especializada y Aplicada

(30% - 40%)

El estudio comparativo seleccionado incluye un número de facultades de ingeniería en diferentes universidades. Los programas estudiados son ofrecidos por : [2 - 9]

Universidad del Cairo

Universidad de Ain-Shams

Universidad de Alexandria

Universidad de Assiut - Universidad de Mansoura

Universidad de Menoufia

El Instituto de Alta Tecnología de Banha

La Academia Arabe para la Ciencia y la Tecnología

Las bases del estudio son las Especificaciones Estandarizadas de ABET para los grupos mencionados antes. El estudio da el porcentaje de cada uno de los cuatro grupos categorizados en la facultad o instituto seleccionado para mostrar la

divergencia del, o la convergencia con, los requerimientos ABET.

Consideraciones del estudio

Los programas de Ingeniería Eléctrica de pregrado en estudio se comparan con los grupos ABET teniendo en cuenta las siguientes consideraciones :

- Una hora de clase equivale a una hora-crédito, mientras que una hora de tutorial, o de laboratorio, equivale a media hora-crédito.
- En caso de opciones, la suma de las horas-crédito de todo el programa equivale a aquellas que han sido tomadas por los estudiantes, excluyendo los cursos no escogidos, así como los que se siguen en otros estudios similares. [10]
- El porcentaje de cada grupo ABET es la relación resultante de dividir las horas-crédito de la categoría por el número total de horas-crédito que requiere el programa.
- Todos los programas se comparan de acuerdo a los límites ABET (mínimo y máximo).

Descripción de los programas de las instituciones

La Fig. (1) es el estudio comparativo para la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Cairo que incluye tres programas en ingeniería eléctrica : Potencia y Máquinas (PAM), Electrónica y Comunicaciones (COM), y Computadores y Control (CMP). La Fig. (2) ilustra la comparación para los mismos programas de ingeniería eléctrica en la Universidad de Ains-Shams.

La Fig. (3) muestra la comparación para la Universidad de Alexandria. En realidad, hay dos programas en el departamento de ingeniería eléctrica (PAM y CAM), mientras que las ciencias de la computación tienen su propio departamento. La Fig. (4) muestra el estudio comparativo de la Universidad de Assiut en sus tres programas (PAM, COM y COM) dentro del departamento de ingeniería eléctrica.

La Fig. (5) es el estudio comparativo para la Universidad de Mansoura que posee tres programas

(PAM, COM y CMP). Las Figs. (6) y (7) muestran el estudio de la Universidad de Menoufia. La Fig. (6) muestra los diferentes programas de la Facultad de Ingeniería Electrónica en Menouf, a saber : Controles y Medidas (CAM), Comunicaciones Eléctricas (COM) y Ciencia de los Computadores (CMP), mientras que la Fig. (7) efectúa la comparación del programa de Potencia y Máquinas (PAM) de la Facultad de Ingeniería de Shibeen El-Koum.

La Fig. (8) hace la comparación de resultados de los dos programas de ingeniería eléctrica del Instituto de Alta Tecnología de Banha : Electrónica Industrial (WE) y Control Automático (AC). La Fig. (9) muestra el estudio comparativo para los tres programas de eléctrica de la Academia Arabe para la Ciencia y la Tecnología, que son : Potencia Eléctrica y Control (EPC), Electrónica y Comunicaciones (COM) e Ingeniería de la Computación (CME).

Resultados y Observaciones

De acuerdo al estudio comparativo realizado, considerables observaciones se presentan :

- Resulta obvio que el alto porcentaje del grupo II de ABET debe tenerse en cuenta en relación con el porcentaje del grupo I de ABET. Es bueno tener ingenieros eléctricos con un conocimiento amplio en ciencias básicas y matemáticas ; pero es mucho mejor tenerlos con un amplio conocimiento en ciencias básicas y matemáticas y un conocimiento adecuado en humanidades y ciencias sociales que les permitan tener una relación con la sociedad.
- El primer grupo de ABET (Humanidades y Ciencias Sociales) no satisface el porcentaje mínimo recomendado por ABET (10%) en todos los programas institucionales, excepto en la Academia Arabe para la Ciencia y la Tecnología. El porcentaje para la Facultad de Ingeniería Electrónica de Menouf es el 9%, mientras que para el Instituto de Alta Tecnología de Banha es del 6%. La mayoría de instituciones dependen de las actividades "fuera de clase" tales como los "viajes de familia y de campo" para llenar este vacío.

- El segundo grupo ABET (Ciencias Básicas y Matemáticas) se cumple en todos los programas. En la mayoría de programas excede el valor máximo recomendado (30%). En el programa de la Universidad de Assiut, el porcentaje es exactamente el 30%, mientras que la Academia Arabe para la Ciencia y la Tecnología tiene valores entre el mínimo y el máximo (20% 30%). El énfasis de cumplir este grupo se basa en la falta del "Estudio del Inglés Unificado" para las Ciencias Básicas y Matemáticas en escuelas secundarias que anteceden la entrada a instituciones de ingeniería.
- En la mayoría de programas, el tercer grupo ABET (Ciencias de Ingeniería/Básicas de Ingeniería), están dentro de los valores mínimo y máximo o sobrepasan el valor máximo (35%). Solamente, para el Instituto de Alta Tecnología de Banha el valor del 24% para el programa de Electrónica Industrial está por debajo del valor límite mínimo (25%).
- El cuarto grupo ABET, Diseño en Ingeniería/Especialidad e Ingeniería Aplicada, lo cumplen únicamente :
La Academia Arabe para la Ciencia y la Tecnología, Universidad de Assiut (programas PAM y CMP) y Universidad de Mansoura (Programas COM y CMP).

Por lo general, ninguno de los programas excede el máximo porcentaje de ABET. La actualización del curriculum es llevada a cabo hoy en día en la mayoría de las instituciones para adicionar nuevos cursos de especialización al nivel profesional con amplias opciones para el estudiante.

Conclusión

La comparación de un número de programas de pregrado en ingeniería eléctrica en Egipto nos muestra que la mayoría de ellos son tradicionales, tales como "Potencia y Máquinas", "Electrónica y Comunicaciones" y "Ciencia de la Computación". Muy pocos programas son de carácter único ; tales como "Control y Medidas", "Electrónica Industrial" y "Potencia y Control".

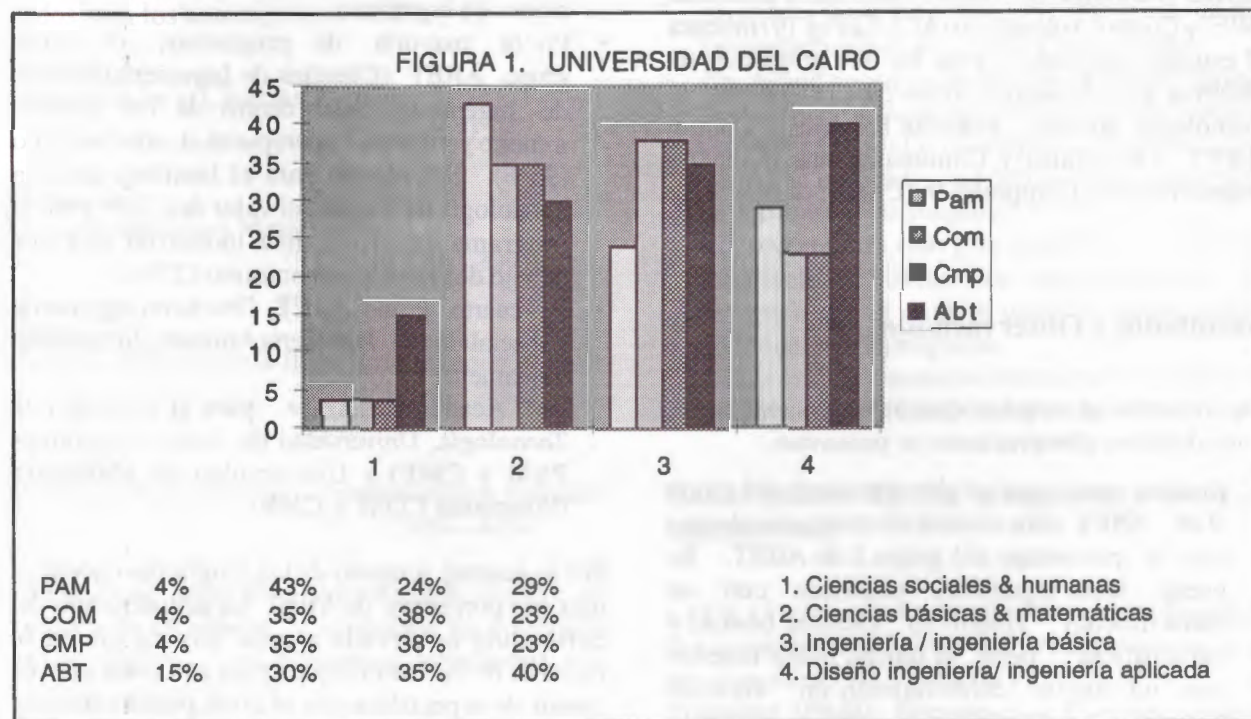
Las Humanidades y las Ciencias Sociales son escasas en la mayoría de los programas. La

importancia de tales cursos no requiere ser destacada. Los programas a los que les faltan tales cursos necesitan modificaciones para cumplir con los delineamientos de ABET, que es seleccionado como una referencia internacional. Esto ayudará a preparar un ingeniero eléctrico capacitado ; técnica y socialmente.

Las bases de este estudio comparativo se pueden aplicar a otros programas de ingeniería eléctrica en el área del Medio Este. Esto puede facilitar futuras comparaciones con otros programas internacionales.

Agradecimientos

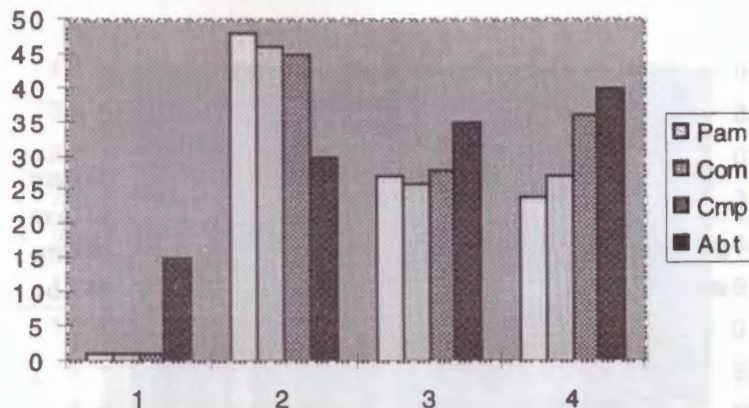
Los autores desean agradecer al ingeniero Alaa El-deen Khalil por su colaboración en la preparación de la información para este estudio.



Referencias

- [1] A.A. El-Erian, et al., "Evaluation of Engineering Education Programs (Egypt Case Study)". Proceeding of the 3rd World Congress on Engineering Education and Training. Cairo. Egypt. November 14-18. 1994. Pp 227-239.
- [2] Cairo University Undergraduate Catalog. 1993/1994.
- [3] Ain-Shams University Undergraduate Catalog. 1993/1994.
- [4] Alexandria University Undergraduate Catalog. 1990/1991.
- [5] Assiut University Undergraduate Catalog. 1993/1994.
- [6] Mansoura University Undergraduate Catalog. 1990/1991
- [7] Menoufia University Undergraduate Catalog. 1993/1994
- [8] High Technology Institute of Bahna Undergraduate Catalog. 1990/1991
- [9] Arab Academy for Science & Technology Undergraduate Catalog. 1994/1995
- [10] N.D. Hatzigargyriou, et al., "Electric Power Engineering Education in Greece - A Brief Description and a Comparative Study". Intl. J. Elect. Engineering Education. Vol. 29, pp 4760, Manchester, U.P., 1992. Great Britain.

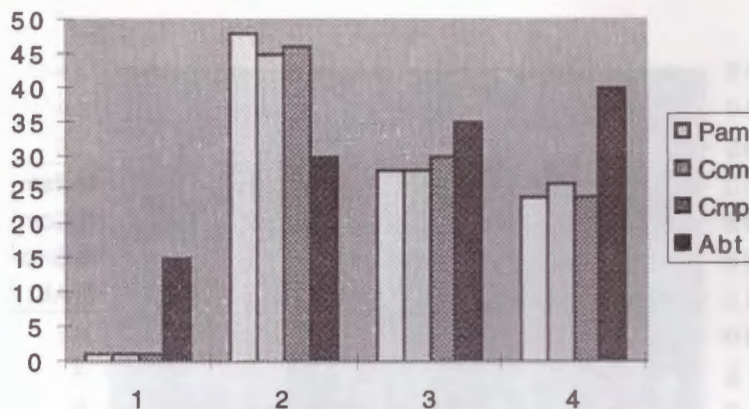
FIGURA 2. UNIVERSIDAD DE AIN-SHAMS



PAM	1%	48%	27%	24%
COM	1%	46%	26%	27%
CMP	1%	45%	28%	36%
ABT	15%	30%	35%	40%

1. Ciencias sociales & humanas
2. Ciencias básicas & matemáticas
3. Ingeniería / ingeniería básica
4. Diseño ingeniería/ ingeniería aplicada

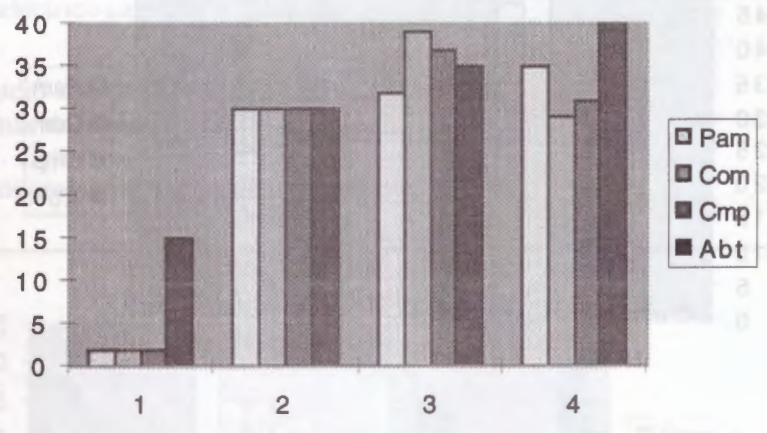
FIGURA 3. UNIVERSIDAD DE ALEXANDRIA



PAM	1%	48%	28%	24%
COM	1%	45%	28%	26%
CMP	1%	46%	30%	24%
ABT	15%	30%	35%	40%

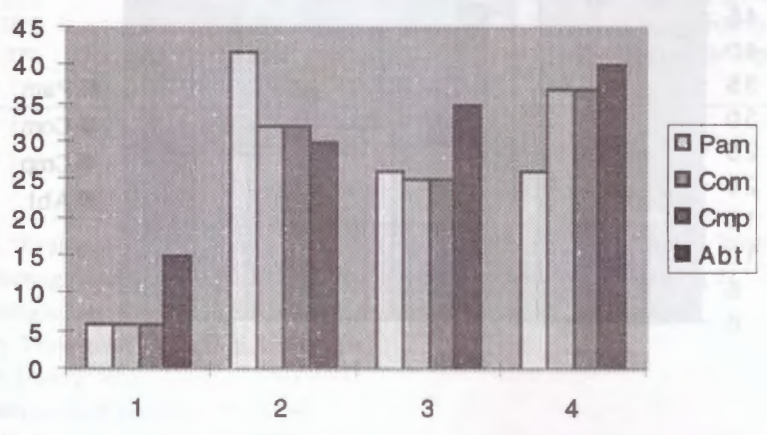
1. Ciencias sociales & humanas
2. Ciencias básicas & matemáticas
3. Ingeniería / ingeniería básica
4. Diseño ingeniería/ ingeniería aplicada

FIGURA 4. UNIVERSIDAD DE ASSIUT



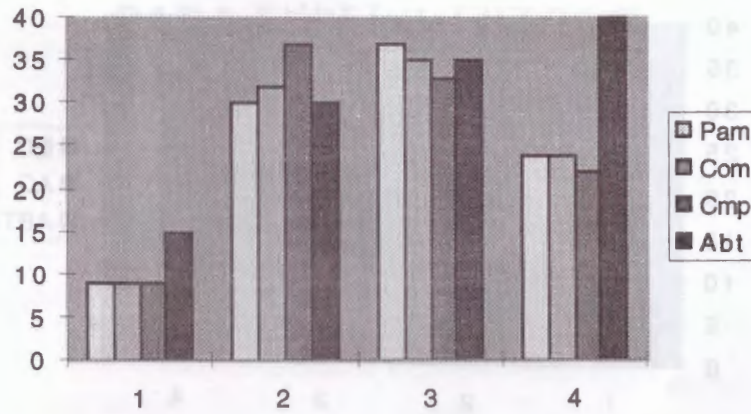
PAM	2%	30%	32%	35%	1. Ciencias sociales & humanas
COM	2%	30%	39%	29%	2. Ciencias básicas & matemáticas
CMP	2%	30%	37%	31%	3. Ingeniería / ingeniería básica
ABT	15%	30%	35%	40%	4. Diseño ingeniería/ ingeniería aplicada

FIGURA 5. UNIVERSIDAD DE MANSOURA



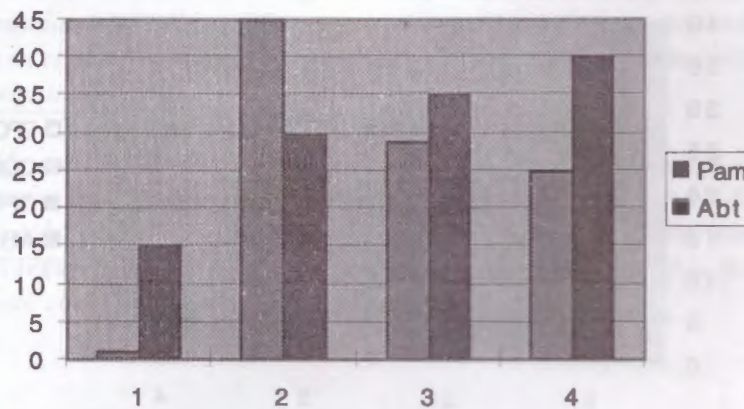
PAM	6%	42%	26%	26%	1. Ciencias sociales & humanas
COM	6%	32%	25%	37%	2. Ciencias básicas & matemáticas
CMP	6%	32%	25%	37%	3. Ingeniería / ingeniería básica
ABT	15%	30%	35%	40%	4. Diseño ingeniería/ ingeniería aplicada

FIGURA 6. UNIVERSIDAD DE MENOUF (FACULTAD MENOUF)



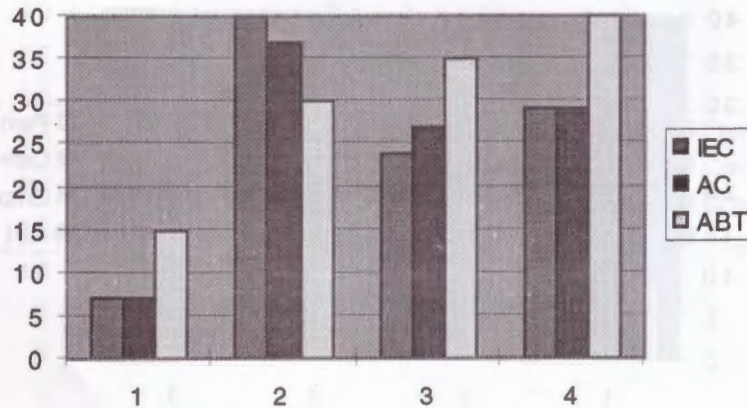
PAM	9%	30%	37%	24%	1. Ciencias sociales & humanas
COM	9%	32%	35%	24%	2. Ciencias básicas & matemáticas
CMP	9%	37%	33%	22%	3. Ingeniería / ingeniería básica
ABT	15%	30%	35%	40%	4. Diseño ingeniería/ ingeniería aplicada

FIGURA 7. UNIVERSIDAD DE MENOUF (FACULTAD SHEBEEN EL-KOUM)



PAM	1%	45%	29%	25%	1. Ciencias sociales & humanas
ABT	15%	30%	35%	40%	2. Ciencias básicas & matemáticas
					3. Ingeniería / ingeniería básica
					4. Diseño ingeniería/ ingeniería aplicada

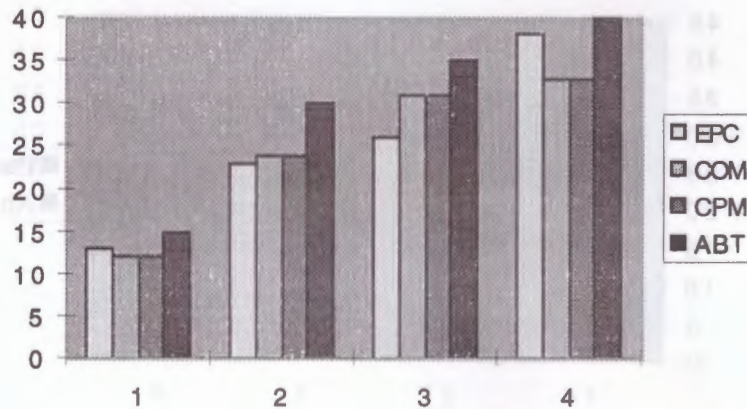
FIGURA 8. INSTITUTO DE ALTA TECNOLOGIA EN BANHA



IE	7%	40%	24%	29%
AC	7%	37%	27%	29%
ABT	15%	30%	35%	40%

1. Ciencias sociales & humanas
2. Ciencias básicas & matemáticas
3. Ingeniería / ingeniería básica
4. Diseño ingeniería/ ingeniería aplicada

FIGURA 9. ACADEMIA ARABE PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA



EPC	13%	23%	26%	38%
COM	12%	24%	31%	33%
CPM	12%	24%	31%	33%
ABT	15%	30%	35%	40%

1. Ciencias sociales & humanas
2. Ciencias básicas & matemáticas
3. Ingeniería / ingeniería básica
4. Diseño ingeniería/ ingeniería aplicada

¿ES ÉTICO UTILIZAR ESTUDIANTES PARA EXPERIMENTOS? EL MODELO AUSTRALIANO

R. B. Ward

Conferencista, Escuela de Ingeniería Mecánica
Universidad de Tecnología, Sydney

Resumen

El autor quiso investigar el tópico "error humano" en el contexto administrativo, teniendo como hipótesis que los principales factores causantes de errores de administración son ignorancia de la situación, incertidumbre de las metas, definición precisa de las tareas a ser cumplidas, inmediatez de aquellas tareas, y presión del plazo para realizar la decisión. Las hipótesis fueron basadas en las observaciones del autor de gerentes industriales y sobre un ejercicio piloto involucrando estudiantes de pregrado de 1988-89 y 1991.

Obviamente, la hipótesis podría ser examinada para tener un grupo de administradores que toman decisiones bajo las condiciones establecidas. Hacer eso 'afuera en la industria' sería difícil, así que fue realizado un experimento usando estudiantes de último año que tenían una adecuada experiencia de trabajo, y ponerlos a tomar de decisiones en el manejo de problemas conteniendo las anteriores características, como parte de la carga académica semestral, con sus reacciones registradas y analizadas.

Sin embargo, eso condujo a la necesidad de satisfacer modelos éticos, que insisten en que el experimento debe reunir ciertas pautas establecidas por el Consejo de Investigación Médica y de Salud Nacional. La conclusión de llevar a cabo el experimento bajo las pautas es que los estudiantes pueden ser usados para experimentos con toda seguridad y que ellos forman una muestra conveniente de la población que deberían ser usados tan a menudo como las circunstancias lo permitan.

¿Qué es ética?

La definición del diccionario es inadecuada, y rebuscando encontramos en Higgins (1):

La ética es la ciencia filosófica que establece el derecho u orden moral de los actos humanos, ésto es, a la luz de los primeros principios la ética establece las normas absolutamente necesarias de actos libres cuya realización en la práctica nos hace verdaderamente hombres.

Hay suficiente en el mismo trabajo, y en el de otros (ej. 2, 3, 4, 5), para mostrar esa ética, particularmente para administradores, en relación con la toma de decisiones racionales.

Discusión: Observaciones que conducen al experimento

Las observaciones de varios administradores, que el autor incluyó, han llegado a la conclusión de que los problemas día a día gozados o sufridos por la mayoría de administradores les impiden mirar un panorama mayor, particularmente si aquellos problemas diarios están relacionados con la especialidad original del administrador.

Para tomar un grupo de administradores lo más cercano al autor en particular, administradores de ingeniería debemos admitir que gozamos trabajando en problemas técnicos a tal punto que por lo menos descuidamos, y en el peor de los casos ignoramos y a las directrices administrativas.

Parece curioso, sin embargo, que uno pueda observar comportamiento similar en no ingenieros que son promovidos a niveles más altos en una jerarquía; su atención puede también llegar a estar fija en 'lo que importa' para la organización, si es la cantidad de producción, los beneficios, o reducción de costos. Aun cuando estos motivos son necesarios y loables para un administrador algunas veces se olvidan otros factores. Uno generalmente puede racionalizar que esos administradores tienden a enfocarse en problemas inmediatos y tienden a preferir trabajar sobre lo que originalmente fueron entrenados, causando así un tipo de error que podría ser llamado "negligencia" u "omisión".

El autor llegó a estos planteamientos tentativos, los cuales se convirtieron en los rasgos de la hipótesis final: errores en la administración son causados por situaciones de desconocimiento (tales como cuando una persona se mueve dentro de una firma, o peor, a una industria diferente), incertidumbre de propósito (tal como una persona moviéndose a un nuevo empleo, por promoción, y teniendo que aprender

nuevos procedimientos), precisamente tareas establecidas para ser completadas (tales como las cosas obvias que hay que hacer, en la posición del rol de gerente), inmediatez de aquellas tareas (que son aquellas que siempre reclaman atención), y presión del plazo para tomar la decisión (tales como la experiencia común de plazos que cumplir, reportes regulares a ser escritos).

Cada uno de estos planteamientos reflejaron la posición de los estudiantes: la nueva asignatura, sin previo conocimiento de su contenido, las tareas regulares, la secuencia semanal, y otras asignaturas compitiendo por el tiempo de los estudiantes.

¿Por qué los administradores cometen errores?

La respuesta más simple a esta pregunta es que ser un administrador implica ser una persona con las complejidades de tomar decisiones. Complejidad, y la dificultad que las personas tienen cuando están confrontadas con ello, fue discutido por Dörner (6) quien utilizó un ejercicio de simulación para probar las reacciones de un rango de personas a situaciones complejas. Él encontró que hay una serie de errores hechos por cerca de casi todos los sujetos ensayados. Ellas fueron insuficiente consideración del tiempo (en la 'dimensión tiempo'), dificultades con desarrollo exponencial, y pensar en 'causas en serie' (ésto es, linealmente), en lugar de en 'redes causales' (eso es, globalmente). Un rango de errores fue hecho también por empleados mediocres, dos de cuyos errores fueron una tendencia a delegar y a encontrar razones externas para el fracaso (la 'tendencia de exculpación'). Lo mismo fue notado por Ouchi y Wilkins (7), quienes destacaron personas que atribuyen el 'fracaso a fuerzas externas fuera de su control' (ellos también notaron lo opuesto, que las personas atribuyen 'éxitos a sus propios esfuerzos').

Sin embargo Lorenzo (8) parece concentrarse en lo que los administradores deben hacer para prevenir y superar errores hechos por aquellos que trabajan para el administrador, él destacó que el estilo de manejo y las políticas hacen un mayor impacto sobre

el desempeño del trabajador. También identificó errores en los factores de promoción que son ciertamente aplicables a los administradores. Por ejemplo, enfocarse en las señales mayores o más destacables e ignorando completamente alguna información; conocimiento insuficiente, prioridades en conflicto, y varios 'factores internos y externos que configuran el desempeño'.

Es decir, los administradores cometen errores, como aquellos que han 'estado allí' lo admiten, y algunos de aquellos errores en administración de ingeniería son debidos a negligencia de los factores encontrados en organizaciones exitosas por el grupo de Berkeley (9).

Es extremadamente interesante notar que Townsend (10) admitió: 'Mi récord promedio sobre decisiones en Avis no fue mejor que .333. De cada tres decisiones que hice dos fueron erradas'. Esta confesión abierta sugiere que los escritores de administración de más alto nivel debieran incluir algo sobre los errores de administración en sus informes.

El experimento

La oportunidad, y el instrumento, para investigar al menos algunas de las razones por las cuales los administradores cometen errores bajo algunas circunstancias vino vía una serie de tareas escritas para las clases de estudiantes de pregrado de ingeniería (11, 12). Los factores particulares que podrían ser investigados fueron los efectos de la toma compleja de decisiones, enfoque excesivo, prioridades en conflicto, y algunos de los 'factores de forma de ejecución'.

Básicamente, las series de asignaciones de casos de estudio, en funcionamiento por diez semanas, fueron diseñadas para demostrar las funciones y recursos de una administración convencional, y (por supuesto) someter a prueba la comprensión de los estudiantes a éstos. Las características inusuales de estos casos de estudio, y las reacciones de los estudiantes a ellas, han sido detallados en otra parte;

solamente los principales factores en los errores observados serán detallados aquí:

- Hacer decisiones complejas: los problemas de administración fueron todos diseñados para ser enteramente marginales, ninguna manipulación de números en exceso va a producir una respuesta cuantitativamente convincente.
- Excesivo enfoque: a los estudiantes se les lavó ligeramente el cerebro haciéndoles creer que el manejo de los problemas de administración eran la clave del resultado, principalmente porque ese fue el título de la materia que estaban estudiando.
- Prioridades encontradas: la mayoría de los estudiantes otros cursos para los cuales ellos tenían que hacer tareas durante las mismas semanas,
- Factores de formas de ejecución internos y externos: práctica/experiencia, tensión, influencias de la familia, etc. estructura de grupo, comunicación, carga de memoria a largo y corto plazo.

Lo anterior puede ser enmarcado en la taxonomía de errores Reason-Rasmussen: fracaso bajo la toma de decisiones complejas es una equivocación (un error resultado de alguna falla en la ejecución del estado de acción), excesivo enfoque es una mezcla de un lapso (un error en el almacenaje o recuperación de datos a ser usados en una secuencia de acción) y un error basado en la norma (fracaso en recordar el método, la 'norma' para resolver el problema general), prioridades en conflicto probablemente causan ambos lapsos y equivocaciones (en recuperación de información desde un gran banco y la ejecución de intenciones (ideas originales), y fracaso para cumplir los factores de formas de ejecución están relacionados con errores basados en el conocimiento (deficiencias o fallas en seleccionar un objetivo o en escoger los medios para ejecutarlo) (13, 14).

Así la propuesta fue registrar las reacciones de los estudiantes a características específicas de las asignaciones semanales, uso del examen Reddin como una indicación de sus estilos de manejo, obtener alguna información individual, y obtener algunas conclusiones de los datos obtenidos.

Un factor esencial

Debería ser obvio que a los estudiantes no se les podrá decir cuáles aspectos de sus reacciones a la serie de accidentes estuvieron siendo registradas. Ellos tuvieron que ser dejados, tal como en todas las ocasiones previas cuando estas series han sido usadas, desinformados, así que se obtuvieran sus reacciones francas. Sin esa condición el proceso de enseñanza normal y el experimento habrían fallado.

Una cuestión de ética: usar estudiantes para un experimento

La idea de usar estudiantes como una población experimental es tentadora e intrigante. Ellos son una audiencia cautiva, no tienen que ser abordados en el supermercado local, llegan (mas o menos) según el horario semana a semana, y forman una muestra razonablemente uniforme. El último tiene, por supuesto, una inclinación si una muestra más amplia fuera requerida, pero si "ingeniería tipo personas" está específicamente para ser investigadas, entonces un grupo de estudiantes de ingeniería es ideal.

Sin embargo, eso nos lleva al problema de satisfacer consideraciones éticas, las cuales insisten en que el experimento debe reunir ciertas pautas. Estas pautas son reglamentadas, a lo ancho de Australia, por la Salud Nacional, Médica y Consejo de Investigaciones (15) y son supervisadas, en la posición del trabajo del autor, por el UTS Comité Ético de Investigaciones Humanas (16). Las estipulaciones principales son que aquellos que están para ser sujetos humanos de un experimento deben consentir por escrito en ser un sujeto e, idealmente, debería ser informado de los objetivos de la investigación antes de convertirse en sujetos experimentales: si ésto no es posible (como en este caso) ellos deberían tener acceso a los resultados después del experimento. La forma en la cual la aplicación para aprobación es hecha requiere detalles del propósito del estudio, el procedimiento propuesto, cuáles datos serán reunidos y almacenados, y cómo la privacidad de los participantes será protegida. La forma de proposición también

demanda una declaración de una hipótesis sobre la cual es basada la investigación, y el término debe incluir referencias respaldando la hipótesis.

La reacción inicial del autor, cuando fue confrontado por todo lo anterior y conociendo que el propósito no hacía mas que registrar resultados desde las series de asignaciones semanales y en paralelo "justo desarrollar un cuestionario a través de la clase", era que los requerimientos parecían ser extremos. Esa reacción fue realizada por el conocimiento de que uno de sus asociados tiene que atravesar un procedimiento similar de aprobación cuando al tomar muestras de sangre y registros de actividad cerebral los cuales son obviamente más invasivos que lo que fue propuesto en esta investigación. Pero la discusión reveló que la gente puede sufrir una forma de trauma a partir de descubrirse a ellos mismos como el resultado de una investigación tal como un cuestionario, y por lo tanto se requiere protección.

Los documentos apropiados fueron completados y la aprobación fue obtenida. El beneficio agregado de ir a través del proceso de aprobación estuvo en que el autor fue obligado a elaborar más la hipótesis detrás de la investigación y a examinar más de cerca el cómo medir los resultados.

El uso del "experimento" como un componente de enseñanza

Cuando los resultados fueron mostrados a la clase al final de cada primer semestre la mayoría de los estudiantes reaccionaron con sorpresa. Su respuesta sugirió que ellos habían aprendido algo partiendo desde la experiencia, y parecía que ellos probablemente estarían actuando menos en la misma forma cuando se convirtieran en gerentes (en el mundo real), habiendo visto el resultado de ignorar lo que tenían a su alrededor (en la situación gerencial ficcional). Ciertamente, la esperanza y la intención del autor en diseñar este estudio es que es más seguro y suave para el estudiante sufrir esta experiencia en el salón de clase que en la vida real.

Los resultados y reacciones anteriores fueron observadas cuando la serie de accidentes fue usada primero, como las series no estaban transcurriendo bajo las condiciones apropiadas para un experimento controlado la colección de datos fue inadecuada. El uso más reciente de la serie de accidentes fue puesto literalmente como un experimento controlado así que el dato exacto podía ser recogido y analizado, lo cual permitió escribir el informe 'error humano entre gerentes' (17).

Privacidad en la recolección y utilización en la información

A cada estudiante se le dió una identificación por un número de tres dígitos al azar, no conectado con el nombre del estudiante o número de identificación UTS. Con el fin de obtener una relación entre los resultados y la experiencia del estudiante también fue necesario obtener alguna información de cada uno, como su edad, experiencia laboral, nacionalidad, y género. Adicionalmente, obtuvimos el resultado del 'Test de Diagnóstico de Estilo Gerencial' para cada estudiante.

Cada semana un registro fue grabado indicando si el accidente fue notado, las variaciones más fuertes, opiniones expresadas, insignificantes, o no del todo.

Al final del semestre el número de cada categoría fue totalizado como un resultado inicial. También buscamos la consistencia, semana a semana, y por un cambio de atención hacia los accidentes si ocurrieron. Buscamos las reacciones de los estudiantes con gran experiencia laboral versus reacciones de aquellos con poca experiencia laboral. Esperábamos encontrar alguna correlación entre las reacciones a las tareas y los estilos individuales de gerencia partiendo del test Reddin. Finalmente, se examinó la correlación entre nacionalidad del estudiante y los resultados.

Dificultades

Admitiéndolo, la validez del experimento es cuestionable, ya que la muestra no fue estrictamente

con 'ingenieros practicantes' y sí con estudiantes de ingeniería con dos tercios de sus programas terminados. Sin embargo, gracias a que los cursos eran de tiempo parcial y que todos habían tenido experiencia y muchos de ellos estaban actualmente en posiciones de supervisión, podemos decir que sus reacciones son probablemente típicas de aquellos ingenieros que están en posiciones medias de administración.

El segundo problema relacionado con la validez, y confianza, es que una escala más bien burda (de cuatro puntos) se utilizó.

La primera fue verificada comparando más tarde los resultados de los estudiantes de dos semestres de ingeniería (más jóvenes, con menos experiencia en gerencia) con estudiantes de dos semestres de tecnología (mayores, con considerable experiencia gerencial), y los resultados fueron esencialmente los mismos.

El segundo es uno de los problemas comunes de tratar con un factor de calidad más bien intangible, y el único comentario que puede hacerse es que la escala fue aplicada consistentemente y produjo esencialmente los mismos resultados a través de las cuatro clases.

Resultados

Como se anotó antes, los estudiantes pudieron no estar informados de los objetivos del experimento, solamente se les solicitó su consentimiento para ser sometidos a investigación. El resultado sin embargo fue dado al final del semestre, cada vez la serie fue usada en los primeros años.

La misma acción tuvo lugar después de la investigación controlada, pero más enteramente: una tabla mostrando la variación semanal de los resultados fue exhibida, en relación a las series de accidentes.

Juzgando por las reacciones a través de varios semestres previos y en la conclusión de

investigación controlada, durante la cual ningún estudiante ha expresado ninguna reacción negativa al ser expuesto a su propia cortedad en una situación gerencial, el autor no se sintió preocupado con la decepción moderada que debe ser impuesta en las clases con el fin de realizar una investigación efectiva.

Similarmente, en varios de los semestres previos cuando las clases han trabajado a través del test Reddin a los estudiantes se les dio completa información a través de sus propios test elaborados; solamente la última calificación ha sido registrada. La reacción a los resultados del test Reddin siempre ha sido muy favorable, con mayoría de estudiantes mostrando considerable complacencia cuando ellos

se dan cuenta de en qué categoría quedan. Ningún estudiante objetó o se quejó.

Conclusión

Mirando hacia atrás, el autor puede ver que las normas NHMRC y la lista UTS agregan, más bien que restar, del valor que puede ser obtenido en una investigación que requiere el uso de 'ratones humanos de laboratorio', requiriendo un mejor trabajo preliminar antes de arrancar el experimento.

La conclusión alcanzada del uso de estudiantes para experimentos es que es bastante legítimo y ético, siempre y cuando se sigan las listas NHMRC.

Referencias

1. Higgins, T. 1968. *Basic Ethics*. Benzinger, Bruce and Glencoe, Inc. New York.
2. Garrett, T. 1966. *Business Ethics*. Merideth Publishing Company, New York.
3. Garrett, T., Baumhart, R.C., Purcell, T.V. and Roets, P. 1968. *Cases in Business Ethics*. Merideth Corporation, New York.
4. Harrison, E.F. 1987. *The Managerial Decision-Making Process*. Houghton Mifflin Company, Boston.
5. Baird, B.F. 1989. *Managerial Decisions under Uncertainty*. John Wiley and Sons, Inc., New York.
6. Dorner, D. 1987. On the Difficulties People have in Dealing with Complexity, in *New Technology and Human Error* Rassmussen, J., Duncan, K. and Leplat, J., eds. John Wiley and Sons, Chichester.
7. Ouchi, W.G. and Wilkins, A.L. 1985. *Organizational Culture*, in *Annual Review of Sociology*, Vol. 11, pp 457-483.
8. Lorenzo, D.K. 1990. *A Manager's Guide to Reducing Human Error*. Chemical Manufacturers Association, Washington.
9. Roberts, K. 1989. *New Challenges in Organizational Research: High Reliability Organizations*, in *Industrial Crisis Quarterly* 3 (1989).
10. Townsend, R. 1970. *Up the Organization*. Micheal Joseph Ltd. London.
11. Ward, R. 1988, 1991a, 1994a. *A Hazard in Ammonia*. University of Technology, Sydney.
12. Ward, R. 1989, 1991b, 1994b. *A Murder in Ammonia*. University of Technology, Sydney.
13. Rassmussen J. 1987. *Cognitive Control and Human Error Mechanisms in New Technology and Human Error*. John Wiley and Sons, Chichester.
14. Reason, J. 1990. *Human Error*. Cambridge University Press. Cambridge.
15. National Health and Medical Research Council. (Undated) *NHMRC Statement on Human Experimentation*.
16. UTS Human Research Ethics Committe. 1994. *Application for Approval and Checklist*. UTS.
17. Ward, R. and Hitchcock, D. 1995. *Human Error Among Managers: Results of an Experiment into 'Error of Omission'*. Conference on Integrated Risk Management. Newcastle, N.S.W.

Este libro se terminó de imprimir en los
talleres de Opciones Gráficas Editores Ltda.
el 24 de agosto de 1996
Santafé de Bogotá, D.C.



ACOFI

ASOCIACION COLOMBIANA
DE FACULTADES DE INGENIERIA



ICFES
LA EDUCACION SUPERIOR