



# CONFERENCIA MUNDIAL SOBRE EDUCACION EN INGENIERIA Y LIDERES DE LA INDUSTRIA



**ACOFI**

ASOCIACION COLOMBIANA  
DE FACULTADES DE INGENIERIA

ACOFI

# CONFERENCIA MUNDIAL SOBRE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA Y LÍDERES DE LA INDUSTRIA

El presente documento es el resultado de un proceso de consulta y participación que se desarrolló en el marco de la Conferencia Mundial sobre Educación en Ingeniería y Líderes de la Industria, organizada por la UNESCO y el United Nations World Institute for Engineering Education (UNWIEE) en colaboración con la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) y el Centro de Documentación de la ACOFI.

PACOF48 - 1997 / Junio



**ACOFI**

ASOCIACIÓN COLOMBIANA  
DE FACULTADES DE INGENIERÍA

**M F N** № - 0617  
**PACOF 48**  
**ACOFI 24 JUN. 1997**  
Centro de Documentación



**ACOFI**

ASOCIACIÓN COLOMBIANA  
DE FACULTADES DE INGENIERÍA

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: 104721.213@compuserve.com  
Santafé de Bogotá D.C.

Presidente de ACOFI

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

Vicepresidente

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

Consejeros

Ing. PEDRO GUTIERREZ VISBAL  
Universidad del Norte  
Ing. ARNOLD ARAÚJO ALTAMIRA  
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  
Profesor Titular Universidad Nacional

ISBN: 958- 680-016-4  
Mayo 1.997

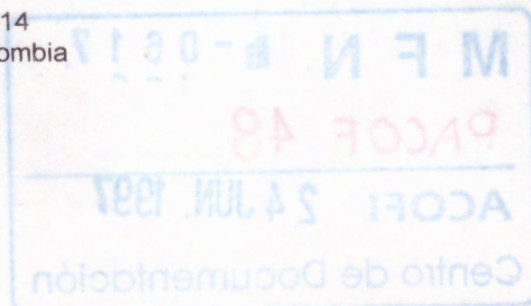
Portada: Mauricio González

Diseño, armada electrónica e impresión:

ALMUDENA EDITORES

Calle 63B No. 30-54 Tel. 4316536 Celular 93 2372414

Apartado Aéreo 86939 Santafé de Bogotá, D.C. Colombia



## TABLA DE CONTENIDO

### PRESENTACIÓN

RESPONSABILIDAD PROFESIONAL, ÉTICA, SEGURIDAD Y SALUD  
EN LA EDUCACIÓN DE INGENIERÍA EN LOS ESTADOS

UNDO  
T.R. I  
Colo  
Como parte de su misión institucional, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI, ha querido divulgar los últimos desarrollos que a nivel mundial se han dado sobre la Educación en Ingeniería y con esto, mantener actualizados a nuestros asociados.

ORIENTAC  
Taha  
M.V.  
Bueh  
Para lograr este propósito se tradujeron las principales ponencias presentadas en el Congreso Mundial sobre Educación en Ingeniería y Lideres de la industria, realizado en París del 2 al 5 de julio de 1996, dentro de la celebración de los 50 años de la UNESCO y organizado por las siguientes instituciones: United Nations Industrial

CRITERIOS  
INGE  
I D J  
Day  
LA EDUCAC  
LOS  
Hum  
Depe  
Development Organization UNIDO, International Union of technical Associations and Organizations UATI, World Federation of Engineering Organizations WFEO y en cooperación con The Conference of European Schools for Advanced Engineering Education and Research CESAER y la United Nations Educational Scientific and Cultural Organization UNESCO.

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

ENFRENTA  
INGENIERÍA

Fz Zhengta

## TABLA DE CONTENIDO

### RESPONSABILIDAD PROFESIONAL: ÉTICA, SEGURIDAD Y SALUD EN LA EDUCACIÓN DE INGENIERÍA EN LOS ESTADOS UNIDOS

- T.R. Phillips, Asesor y Director del Proyecto ABET  
Collegeways Associates (Estados Unidos) .....3

### ORIENTACIÓN AMBIENTAL EN INGENIERÍA

- Taha Q. Hakimuddin  
M.V. Venkata Rao  
Burhani Foundation (India), Visakhapatnam Chapter..... 13

### CRITERIOS 2000 UN NUEVO ENFOQUE A LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

- I.D. Jacobson, Embry-Riddle Aeronautical University,  
Daytona Beach, Florida ..... 17

### LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA EN EL EXTERIOR SIN PROLONGAR LOS ESTUDIOS - ¿QUÉ TAN EFICIENTE ES ?

- Humily G., Executive Director for International Education DGA  
Department of Defense.....27

### ENFRENTANDO EL SIGLO XXI. REFORMA A LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

- Fz Zhengtzi.....37

**OTRO SECRETO DEL ÉXITO JAPONÉS: PAPEL DE JUSE COMO UN  
VEHÍCULO DE COOPERACIÓN UNIVERSIDAD-INDUSTRIA  
PARA PROMOVER EL TQM EN JAPÓN**

K. Ayano, Ph.D. Tokai University, Japan.....45

**INNOVACIONES EN ADIESTRAMIENTO USANDO MULTIMEDIA**

John Waddick, Otago Polytechnic Private bag 1910,  
Dunedin, New Zealand.....57

**AMBIENTE DE LA REALIDAD VIRTUAL Y LA TELEVIRTUALIDAD EN  
LA EDUCACIÓN Y EL ADIESTRAMIENTO**

Luigi Taruffi, President of Italian Virtual Reality Society,  
Director of UATI's Virtual Reality Working-Group-Unesco.....69

**CALIDAD EN LA EDUCACIÓN CONTINUADA EN INGENIERÍA**

W.J. Bartz, H. J. Mesenholl, R. Keuper,  
Technische Akademie Esslingen .....79

**RETOS EN PARADIGMAS CAMBIANTES PARA LA EDUCACIÓN EN  
INGENIERÍA.**

Mervyn E. Jones, Imperial College of Science, Tecnología y  
Medicina,.....89

**RETOS QUE ENFRENTAN LAS MUJERES PROFESIONALES  
INGENIERAS**

A.M. Elleboudy, Profesora, Jefe del Departamento de Ingeniería  
Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Banha, Cairo,  
Egipto.....101

**APLICACIÓN INTERNACIONAL DE ÉTICA PARA INGENIEROS**

Dr. John McKenzie, Secretario General, Federación Mundial de las  
Organizaciones de Ingeniería.....109

**REFORMA EDUCATIVA DE LA INGENIERÍA EN EL PERÍODO DE TRANSICIÓN: El Caso de Mongolia**

Ph.D, Profesor Dendeiin Badarch, Presidente de la Universidad Técnica de Mongolia..... 125

**UN ACERCAMIENTO ALTERNATIVO PARA UN PROGRAMA DE FORMACIÓN DE FUTUROS INGENIEROS, PROFESORES E INVESTIGADORES, COMO ESTRATEGIA EN LA FORMACIÓN DE NUEVOS RECURSOS PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO.**

Dina E. Crozza y Ana M. Pagano. Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires..... 131

**COOPERACIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO ENTRE LAS UNIVERSIDADES Y LA INDUSTRIA EN ÁFRICA.**

J.G.M. Massaquoi, Programa especializado en ciencias y tecnología, Oficina de la UNESCO en Nairobi..... 139

**ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN CURRICULAR EN LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA EN COLOMBIA**

Jaime Salazar Contreras, Director Ejecutivo - ACOFI - Profesor Titular, Universidad Nacional de Colombia, Eduardo Silva Sánchez, Presidente - ACOFI, Rector Escuela Colombiana de Ingeniería..... 153

**LA CALIDAD COMO FACTOR DE COMPETITIVIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR, (La Universidad, desde la perspectiva de Ingeniería Industrial)**

Luis Ernesto Blanco Rivero, Profesor, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Colombiana de Ingeniería..... 163

**LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA PARA LA COMPETENCIA EN EL SIGLO XXI**

Clifford V. Smith, Jr., Presidente Fundación General Electric..... 175

## **RESPONSABILIDAD PROFESIONAL: ÉTICA, SEGURIDAD Y SALUD EN LA EDUCACIÓN DE INGENIERÍA EN LOS ESTADOS UNIDOS**

*T.R. Phillips, Asesor y Director del Proyecto ABET  
Collegeways Associates (Estados Unidos)*

### **Resumen**

Los esfuerzos para ajustar los temas de "responsabilidad profesional" en los programas de grado en ingeniería enfrentan obstáculos similares - programas de mucha carga, falta de materiales de enseñanza adecuados, e insuficiente preparación del profesorado. Los materiales de lectura sobre seguridad y salud varían de acuerdo a la disciplina, e inclusive cuando existen, frecuentemente no son adecuados para los estudiantes de pregrado. La investigación demuestra que los recientes progresos se han dado principalmente debido a esfuerzos individuales por parte del profesorado - no de los Decanos, directores de departamento, comités o las organizaciones externas. Los criterios de acreditación incluyen la responsabilidad profesional, pero existen límites en cuanto a lo que pueda hacer la acreditación. La solución preferida es integrar los temas de responsabilidad profesional en los laboratorios existentes, proyectos y cursos de diseño. Sin embargo, la investigación demuestra que los profesores de ingeniería buscan la comunidad profesional - la industria y sus sociedades técnicas - buscando el liderazgo para determinar qué deben enseñar, y qué apoyo material se requiere para desarrollar lecciones modulares, estudios de casos, problemas y ayudas de enseñanza que estén listas para utilizar.



Los programas de grado de ingeniería de pregrado cubren los principios matemáticos y científicos de la tecnología en cursos específicos. Sin embargo, no es tan fácil acoplar la responsabilidad profesional a estos cursos discretos. El concepto abarca la ética, seguridad y salud, la protección ambiental, y temas que tratan con el impacto social de la tecnología. Existe un permanente debate sobre la parte del conocimiento esencial para nuevos graduados en cada disciplina, y si éstos se acoplan con los programas existentes y cómo se deben enseñar.

#### **Resistencia:**

Los esfuerzos para desarrollar ética y seguridad al igual que salud en los programas de ingeniería han encontrado una resistencia similar generalmente explicada en términos de una falta de espacio y materiales de enseñanza adaptados. Además, los miembros del profesorado frecuentemente carecen del tiempo, incentivos o conocimientos requeridos para desarrollar lecciones que reflejen el pensamiento actual en la industria y la profesión de ingeniería. Aunque existe un considerable acuerdo en cuanto a los principios básicos éticos para ingenieros, el trabajo se requiere en su aplicación a los problemas en cada disciplina. Considere los códigos profesionales de conducta en las diferentes disciplinas de ingeniería - aunque son útiles como principios generales, los estudiantes necesitan practicar su aplicación en situaciones prácticas. Varias de las disciplinas han hecho esfuerzos para definir lo que una persona que entra a la profesión debe saber sobre seguridad y salud - pero que la mayoría no sabe.

#### **Necesidad de una educación práctica integrada:**

Los estudiantes no desarrollan una concepción efectiva de ética o seguridad y salud sentándose en una conferencia en clase ni haciendo lectura de tareas (sí sirve tener materiales de lectura, si éstos se encuentran disponibles). En general, éstos pueden crear una situación estática, de conciencia básica, cuando los estudiantes necesitan experiencia para solucionar los problemas que les enfrentan estos temas. Según Catherine Whitbeck de M.I.T., los problemas son una cuestión de responsabilidad profesional (notablemente ética) como lo son los problemas de diseño: "nada tiene una respuesta correcta, pero existen varias respuestas que son mejores que las otras". Por lo tanto en cuestiones de seguridad y salud, donde los ingenieros deben aprender a trabajar con restricciones económicas, sociales y técnicas, el elegir entre alternativas que son más o menos "seguras" es muy importante. Un creciente número de departamentos ven los cursos de diseño y la educación en base a proyectos como los lugares más adecuados para integrar la responsabilidad profesional.

Recientes artículos sobre ética indican que el profesorado prefiere el abordaje integrado. Como se anotó en la publicación de octubre de 1995 en ASEE Prisma, "la desventaja de cursos de ética libres en los cuales los varones se ven como una parte opcional más bien integral de la ingeniería... (y) muchos profesores de ingeniería no pueden concebir el cómo se puede tratar de ense-

ñar la parte de ética". Los problemas con la preparación del profesorado es similar a aquéllos que se encuentran en la educación en seguridad y salud, y frecuentemente se relacionan con la cantidad de experiencia del profesorado en la consultoría y la industria.

A medida que la presión sobre el diseño y el proyecto de currículo crece, nosotros debemos mantener dos cosas en mente: primero, que existe un límite a lo que se puede hacer en un programa de cuatro o cinco años, y segundo, que la meta principal de brindar graduados de ingeniería que sean competentes en diseño y que estén listos a producir es muy importante. Aún más, la mayoría de los programas de pregrado pueden mejorar su tratamiento de responsabilidad profesional, pero en cierto punto, los estudiantes se vuelven profesionales que trabajan y que necesitan continuar su educación profesional a través de la industria y de las sociedades técnicas. Sería ideal si nosotros pudiéramos definir lo que necesitan saber los estudiantes de pregrado de manera que la educación profesional pudiera empezar a partir de ese punto.

#### **Acreditación:**

La acreditación de ingeniería en los Estados Unidos son criterios que incluyen responsabilidad profesional, expresada como objetivos amplios del currículo. No especifican los cursos, su contenido o cómo debe enseñarse la materia (ver tabla anexa). Las más específicas referencias a ética, seguridad y salud se relacionan con educación en diseño, específicamente la principal experiencia de diseño de los programas de los Estados Unidos debe suministrarse en el último año. Las facultades de ingeniería en los Estados Unidos y el profesorado han considerado que se tiene autonomía, pero todavía se buscan las sociedades técnicas y la industria para recibir su guía como ocurriría en el caso de la educación profesional.

#### **El estado de las cosas:**

Aproximadamente la mitad de los departamentos de los Estados Unidos reportan cambios positivos en los últimos 7 años en la seguridad *Ocupacional* y el contenido de salud de sus clases de *diseño* de ingeniería. Nótese que esto no se refiere al producto o a los temas de seguridad pública y salud, nuevos cursos, o cambios en los cursos fundamentales de ingeniería. La mayoría de los cambios reportados ocurren en cuatro disciplinas, no necesariamente aquéllas que tienen gran participación por parte de los estudiantes.

Un estudio sobre educación en seguridad y salud en programas de ingeniería en Estados Unidos (Phillips, ABET/NIOSH, publicado en NTIS, 1994) muestra que el cubrimiento actual de estos temas es relativamente débil y no es parejo en las diferentes disciplinas. La concientización por parte del profesorado es un problema: muchos miembros del profesorado no distinguen entre seguridad *Ocupacional* y la salud y muchos no reconocen un producto o la seguridad pública y la dimensión de la salud en su disciplina. Un importante número del

profesorado en importantes disciplinas no reconocen la dimensión de un producto en el diseño de estructuras, procesos y sistemas. Esto puede ser menos común entre el profesorado que está profesionalmente registrado, o aquéllos que tienen una importante experiencia industrial.

Muchos miembros del profesorado toman la posición de que la 'seguridad Ocupacional' cubre todo, pero esto refleja una visión estrecha de los temas de seguridad y salud, y un limitado sentido de responsabilidad para toma de decisiones en relación a implicaciones de seguridad y salud. El profesorado que niega tener un producto parece enfocarse en los componentes, o en ciertas etapas en la realización de los productos y los procesos. Dicen que el final del producto no es su preocupación, y sin embargo, los mismos ingenieros dicen que pueden reconocer un producto no saludable o no seguro, cuando su propia existencia indica que las decisiones cuestionables están en el proceso de realización del producto.

### **Intersección de seguridad, salud y ética:**

Este es un sistema similar a algo ético en el cual las acciones se juzgan en forma individual y no aislada, para determinar si son "correctas o equivocadas". En la práctica, estas actitudes le permiten a los ingenieros cambiar su responsabilidad por decisiones éticas o de seguridad y salud para la gerencia corporativa o manufactura, construcción y personal operativo. Sin embargo, el trabajo de fabricar y procesar la parte de los ingenieros o técnicos frecuentemente se basa en modelos cuantitativos.

Estas actitudes reflejan una cultura de ingeniería clásica - parcialmente utilitaria, en la cual el resultado importa más que las acciones que llevaron a él - y parcialmente una visión positivista, que dice que la ciencia tiene un "valor neutro" y que todas las decisiones deben ser puramente objetivas. Esto apoya la visión de que la seguridad y la salud son problemas sociales, y preocupaciones éticas basadas en la emoción, y que ninguna de ellas es deseable en un proceso de toma de decisiones. Sin embargo, las preguntas sobre ética y seguridad pueden intersectar con los procesos de toma de decisión humanos, como lo hicieron en la pérdida del transbordador espacial Challenger.

Los Decanos de Ingeniería consideran los temas de instrucción en seguridad y salud como un asunto "disciplinario" o del departamento. Es suficientemente sensible, pero más o menos la mitad de los departamentos de los Estados Unidos han adoptado políticas formales, requisitos curriculares o metas para seguridad y salud. La mayoría de los jefes de departamentos dicen que ellos quieren una guía de parte de la comunidad profesional sobre qué enseñar y ayudar a desarrollar las lecciones. Con excepción de varias disciplinas, una gran mayoría de las personas que trabajan en la enseñanza reportan que no están conscientes sobre recomendaciones educativas y mucho menos sobre materiales de enseñanza de seguridad y salud que puedan venir de sus sociedades profesionales.

**Apoyo industrial:** Muchos profesores buscan en la industria las recomendaciones, los materiales escritos y visuales que traten con los problemas prácticos y las soluciones, invitados conferencistas y asesores. Sin embargo, un número de miembros del profesorado informan que los materiales obtenidos de la industria eran difíciles de utilizar en los programas de pregrado o los cursos. Algunos miembros del profesorado también logran ayuda a través de los comités asesores industriales, pero este recurso puede variar de acuerdo a la base industrial regional. Muchos departamentos de ingeniería de los Estados Unidos quieren brindar a sus estudiantes una experiencia más práctica, pero no todos tienen acceso a los empleadores con instalaciones apropiadas o los recursos para manejar a los estudiantes.

Las relaciones industriales pueden diferir en otros países, donde existen internados o entrenamiento práctico que se requieren para todos los estudiantes. Inclusive en esos casos, los internados deben ser cuidadosamente planeados para garantizar una experiencia de aprendizaje válida en ética o seguridad y salud. En los Estados Unidos y la mayoría de los países, existe la necesidad de una participación industrial activa en entrenamiento de estudiantes para satisfacer los requisitos de los trabajos.

#### Expectativas industriales:

Un reciente estudio hecho por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) identificó 56 "mejores prácticas" en la realización de procesos de productos (PRP). Casi el 90% de quienes respondieron a nivel industrial califican el conocimiento de la Ética Profesional como importante o muy importante para los ingenieros recientemente contratados y experimentados, haciendo que éste sea el quinto punto más importante. El conocimiento del Diseño para la Seguridad clasifica de noveno general, con un 80% de calificación para ingenieros recientemente contratados y 90% para ingenieros experimentados. Cuando las 56 mejores prácticas se califican por parte del profesorado de la universidad, la Ética y Diseño para Seguridad Profesional se cita como importante en aproximadamente el 80% de quienes respondieron, clasificando de ocho y de nueve respectivamente.

¿La industria está satisfecha con los nuevos graduados? Aunque este estudio trata con temas de manufactura, puede tener paralelos en otras industrias. Aproximadamente el 80% de la preparación en Ética Profesional estaba bien entendida como marginal. El empleador tiene comentarios que indican que los nuevos contratados frecuentemente son ingenuos, que muchos de ellos no han recibido una instrucción formal en ética y que han aprendido frecuentemente en base a un profesor individualmente. También algunos empleadores consideran la "ética" más como una característica de la personalidad y no tanto como una falta de habilidad.

Aproximadamente el 85% de estas industrias califican a sus nuevos ingenieros como "O.K." (marginal) en conocimiento de Diseño para Seguridad y 15% le dan una pobre calificación. Los empleadores mencionan una falta de expe-

riencia del mundo real, y un bajo nivel de conciencia. Interesante es anotar que los grandes bloques de "pobres" calificaciones en las mejores prácticas son en Diseño de Confiabilidad (clasifica de octavo) y la Ingeniería Concurrente (clasifica de décimo). Varias interpretaciones se pueden asignar a estos hallazgos pero uno que sería claro es que la Ética Profesional y el Diseño para la Seguridad están entre las diez primeras prácticas o tipos de conocimientos más importantes que los empleadores esperan en los nuevos graduados. Sin embargo, el progreso en estas áreas ha sido y continuará siendo lento, debido a las restricciones citadas en mis comentarios iniciales.

El Consejo Nacional de Seguridad (NSC) recientemente estableció el Instituto de Seguridad a través del Diseño. El proyecto tiene un concepto basado en un entendimiento de la educación de diseño donde los estudiantes pueden aprender a aplicar mejor principios de seguridad y salud. El Instituto además planea desarrollar materiales y programas de entrenamiento, por disciplina, para uso de las sociedades de ingeniería en sus programas de educación de miembros. Este esfuerzo cuenta con un apoyo fuerte en la industria y ofrece una forma de hacer un grupo con experiencia industrial y desarrollar éste en una forma útil para los departamentos de ingeniería.

#### **Actividad en educación en ética:**

El principal centro de recursos con fondos especiales para ética se encuentra en los campos de la universidad. En la comunidad profesional, la Sociedad Nacional de Ingenieros Profesionales (NSPE) ha establecido un código de conducta y una recopilación de estudios de casos que están disponibles en sitios en el Web en NSPE y además M.I.T. El sitio en el Web ha sido establecido en Texas A&M University. La mayoría de estos casos parecen haber sido tomados de la práctica de ingeniería mecánica, de construcción y civil, disciplinas que son responsables de una gran variedad de ingenieros profesionales registrados. Se puede discutir que con ligeros cambios en los contenidos de hechos, los estudios de caso pueden ser aplicados a todas las disciplinas muy fácilmente.

Los códigos de ética o conducta profesional establecidos por un número de las disciplinas son similares en términos de principios básicos. Podríamos decir que un solo curso para todos los estudiantes sería suficiente. Sin embargo la ética se ha convertido en un tema de diferentes departamentos, al igual que la seguridad y la salud debido a la presión curricular y a la distancia de los requisitos para cursos nuevos generales.

La ética puede aparecer en discretas clases de "Introducción a Ingeniería" o también en seminarios de mayor nivel. En algunas facultades de ingeniería, la ética es el enfoque principal de los cursos de Humanidades, Escritura o Comunicaciones que se utilizan para satisfacer los requisitos de acreditación para los estudios no técnicos. Está bien mientras que el abordaje de la enseñanza no sea totalmente didáctico. En contraste, los principios de seguridad y salud se enseñan en un contexto técnico, apropiado para el diseño del currículo de cien-

cia e ingeniería. Los puntos pertinentes a seguridad y salud poco se cubren en el marco del programa general con excepción de las instrucciones de laboratorio y de cualquier investigación que demuestre ser hecha por algunas personas con niveles de seminarios muy altos que traten con estos temas.

La mitad de los créditos en un programa típico de los Estados Unidos podrían ser definidos como "temas de ingeniería", una combinación de fundamentos y diseño de ingeniería. Usted puede encontrar de 35 a 40 créditos de matemática y ciencias básicas, 35 a 40 créditos de ingeniería de ciencias y aproximadamente 20 créditos de diseño. Muchos departamentos no cuentan los créditos de diseño separadamente, porque ABET alienta fuertemente a una integración vertical de la ciencia de ingeniería y diseño. Los hallazgos de la investigación muestran muy pocos datos reales de seguridad y contenido de salud en la ciencia de ingeniería y sus cursos o textos. La respuesta de los departamentos de Ingeniería Mecánica podría aplicarse a un número de disciplinas: contenido de seguridad y salud, si cuando se enseña se concentra en varios cursos de diseño de alto nivel y un proyecto de diseño final - donde algunos educadores también quieren incorporar problemas de ética.

Los departamentos brindan referencias de lecturas para cursos que se alegaba tenían que ver con contenido de seguridad y salud. Estas citas revelan una amplia variación en los materiales de lectura de seguridad y salud disponibles para los estudiantes. La mayoría de las citas caen bajo los temas de "salud y seguridad Ocupacional" y vienen de los campos de agricultura, química, minería/metalurgia, industriales y departamentos de ingeniería nuclear. Los de ingeniería química se destacan debido a sus publicaciones hechas en laboratorio, procesos, y seguridad de diseño, y las actividades del Centro para la Seguridad en Procesos Químicos.

En dos de las más grandes disciplinas la mayoría de las citas y lecturas sobre seguridad y salud son simples capítulos de la ciencia de ingeniería o los libros de texto de diseño. En general, existen pocas citas de Productos y materiales de lectura sobre Seguridad Pública y Salud, los cuales sugieren que el profesorado no está consciente sobre estos materiales o no ve la necesidad de incluir estos temas en sus cursos. El curso correspondiente cuenta con descripciones que revelan poco o ningún tipo de lectura o práctica que involucre problemas de seguridad y salud.

#### **Direcciones posibles:**

Como se mencionó en el resumen, el profesorado de ingeniería necesita lecciones modulares, estudios de casos, diseño de problemas, proyección de ideas y ayudas visuales que encajen en las conferencias existentes, diseños o cursos de proyectos. Quizás los materiales podrían ser diseñados para uso en computador, o como ejercicios para utilizar un software que puedan ser utilizados fuera de la clase. Todo esto requiere dinero, pero tenemos los componentes de una buena propuesta de fondos, la necesidad o el problema, las soluciones

del trabajo que puedan ser identificadas por los miembros del profesorado, organizaciones calificadas, un potencial para rápida diseminación, y las formas para evaluar los resultados. Con una estrategia adecuada, inclusive una organización puede tener un importante impacto. El esfuerzo del Consejo de Seguridad Nacional está en sus primeras etapas, pero el principio es interesante. Enfocándose en la seguridad a través del diseño en vez de hacerlo tratando de tener miles de cursos de ciencia en ingeniería, ha colocado como su objetivo y parte central de instrucción los puntos de factibilidad de desarrollar materiales de acuerdo a cada una de las disciplinas. Para tener éxito, en ésta y en otras iniciativas va a necesitar el apoyo de la industria y las sociedades técnicas.

### **Conclusión:**

Los miembros del profesorado son los responsables de la mayoría de los progresos realizados en los últimos años, pero el resultado tiene una amplia variación entre los graduados a diferentes niveles, departamentales, escolares y nacionales. Con la excepción de varias disciplinas, la mayoría de los miembros del profesorado no ven sus sociedades técnicas como una fuerte influencia para el cambio en la responsabilidad de la enseñanza profesional. Aquí radica la contradicción. Cada profesión, trabajando a través de sus sociedades profesionales y técnicas, es responsable de definir la educación profesional de ese campo. A su vez, los cuerpos de acreditación solamente pueden actuar en lo que la profesión ha definido. Debemos también considerar los requisitos de miles de empleadores. Cientos de facultades autónomas de ingeniería no pueden esperar enfocar la opinión de los empleadores y lograr llegar a normas consistentes para enseñanza de la responsabilidad profesional. Esta función es adecuada para nuestras sociedades técnicas y profesionales, dada la experiencia en educación de sus miembros y el acceso a los miles de educadores y practicantes. Para muchas de las sociedades, esto requerirá una evaluación completa inicial de las necesidades educativas en ética, seguridad y salud, al igual que las opciones para la respuesta.

### **Información bibliográfica: Thomas R. Phillips**

Desde 1987, el Sr. Phillips estaba asociado con la Junta de Acreditación para Ingeniería y Tecnología (ABET) en varios cargos: Consultor, Director de Proyecto, Director de la Oficina Internacional. Actualmente el Sr. Phillips es el principal investigador en un importante proyecto de investigación y publicaciones que es la "Guía de Intercambio de Estudiantes de Ingeniería de Norteamérica". La Guía suministrará material de referencia útil sobre educación en ingeniería en los países del NAFTA. Ha trabajado como revisor de USDE/FIPSE y como evaluador de un proyecto para el Instituto de Educación Internacional (IIE). El Sr. Phillips es el Director Administrativo de Collegeways Associates, una firma consultora educativa y administradora de proyectos con oficinas en Nueva York y en Champaign, Illinois.

En 1994, el Sr. Phillips publicó un estudio realizado en el país entero sobre el estado de la educación en seguridad y salud en los programas de ingeniería de los Estados Unidos. Importantes fondos para el proyecto fueron suministrados por el Instituto Nacional para Seguridad Ocupacional y Salud (NIOSH/USDHHS). En 1992-1993, el Sr. Phillips trabajó como Gerente del Proyecto ABET y coautor de los "Programas de Ingeniería Holandeses en un Contexto Europeo", una revisión comparativa pagada por el gobierno de 21 países europeos con programas de ingeniería a nivel universitario. En 1991, el Sr. Phillips fue el principal investigador y autor del "Perfil de Logros de Estudiantes de Ingeniería ABET/Exxon". Este estudio analiza el desempeño de 2.100 estudiantes en una amplia gama de materias, desde la secundaria hasta el más alto nivel obtenido en estudios de ingeniería a nivel universitario.

Antes de trabajar con ABET, el Sr. Phillips fue Decano de Admisiones en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Columbia. En total, el Sr. Phillips tiene 17 años de experiencia en reclutamiento de estudiantes en las universidades, selección y servicios de estudiantes, incluyendo un gran trabajo realizado como evaluador y asesor de estudiantes internacionales.





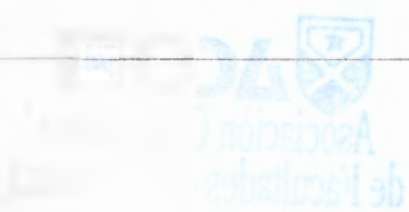
**Criterios de Acreditación Revisados y Actuales ABET**

<b>Criterios Actuales:</b>	<b>Revisado: Básico en Procesos CQI y Componentes - Implementación 1998</b>
----------------------------	---

**Ética, Seguridad y Salud**

<p><b>Objetivos curriculares:</b> desarrollar en los estudiantes una comprensión de la responsabilidad del ingeniero para proteger la salud y seguridad ocupacional pública..." La seguridad del producto no se menciona.</p> <p>se entienden las características de la ética de la profesión de la ingeniería y su práctica.</p>	<p><b>Competencia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que satisfaga las necesidades deseadas</li> <li>... Habilidad de identificar, formular y solucionar problemas de ingeniería</li> <li>... Entendimiento <b>de la responsabilidad profesional y ética</b></li> <li>... Habilidad para entender el impacto en la sociedad de las decisiones de ingeniería</li> <li>... Conocimiento de los <b>temas contemporáneos</b></li> </ul>
---	---

<p><b>Contenido Curricular:</b> La ética no se menciona en relación con las Humanidades y con los requisitos de ciencia social. La ética, la seguridad y la salud principalmente están bajo la responsabilidad del Diseño de la Ingeniería.</p> <p>En el proceso de enseñanza de diseño: Es esencial incluir restricciones realistas, ejemplo, factores económicos, seguridad, confiabilidad, estética, ética e impacto social</p>	<p><b>Componente Profesional:</b> "El currículo debe preparar estudiantes para práctica de ingeniería.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>... culminar en una importante experiencia de diseño..</li> <li>... incorporar las normas de ingeniería y las restricciones realistas</li> <li>... incluir la mayoría de estas consideraciones: económicas, ambientales, de sostenibilidad, éticas, de fabricación, salud y seguridad sociales y políticas</li> </ul>
--	---



<p><b>Seguridad y Salud:</b> No enumerada como consideraciones en la "principal experiencia de diseño" o proyecto de diseño final.</p>	<p>Seguridad y Salud son ahora las consideraciones más importantes de la "experiencia de diseño"</p>
--	--

<p><b>Experiencia en Laboratorio:</b> Instrucción en procedimientos de seguridad debe ser un componente integral de las experiencias de laboratorio para los estudiantes. Únicamente <u>debe</u> ser una influencia sobre la definición de la seguridad en los criterios actuales.</p>	<p>Seguridad en laboratorio: no específicamente citada pero las condiciones no seguras pueden ser un punto muy grave para hacer los juicios sobre la administración de proyectos, las instalaciones, el soporte y la estabilidad.</p>
--	---

<p><b>Otros cursos/temas:</b> "Una comprensión de los temas éticos, sociales, económicos y de seguridad en la práctica de la ingeniería es esencial para un éxito en la carrera de ingeniería... los profesores de ingeniería deben infundir conceptos profesionales en todos los trabajos de los cursos de ingeniería".</p>	<p><b>Resultado del Programa:</b> entendimiento de la responsabilidad ética y profesional.  <b>Responsabilidad del profesorado:</b> Evaluación de los procesos para demostrar el logro de las metas.</p>
--	--

## **ORIENTACIÓN AMBIENTAL EN INGENIERÍA**

*Taha Q. Hakimuddin*

*M.V. Venkata Rao*

*Burhani Foundation*

*(India)*

*Visakhapatnam Chapter*

### **1. Impactos Ambientales de la Tecnología**

Mientras que el papel de la tecnología en la civilización humana sostenible se acepta universalmente, una preocupación global seria ha aparecido sobre los impactos ambientales del crecimiento tecnológico de hoy en día. La explotación no sostenible de los recursos naturales, particularmente los convertibles fósiles, los minerales y la riqueza forestal, ha precipitado una amenaza de colapso ecológico global. La contaminación del ambiente con su serio impacto potencial sobre la salud del hombre y otras formas de vida ha sido el segundo daño producido por la tecnología. Entre los problemas sociológicos creados por la tecnología están: el delirio y el encanto por los mismos mecanismos tecnológicos, las urbanizaciones con todos sus esfuerzos y el desgaste de los sistemas de los valores tradicionales y las brechas ampliadas entre los ricos y los pobres, las necesidades inmediatas que requieren atención en vista de la falta consecuente de descanso social y la rotura de la ley y del orden que prevalecen hoy en día.

### **2. El Componente Ambiental en la Educación en Ingeniería**

La educación en ingeniería, en el momento le pone muy poca atención a los resultados ambientales. Los cursos de Ingeniería Civil, Química, Farmacéutica y Metalúrgica se han concentrado en el análisis de la relación costo/beneficio, *sin incluir los costos ambientales de los proyectos de ingeniería*. Por lo mismo, los procesos vigentes de diseño y las prácticas de mantenimiento en ingeniería involucran una considerable generación de contaminación y despilfarro evitable de recursos.

Con la voz creciente de las cruzadas ambientales durante los tiempos recientes, se han hecho intentos para incorporar la educación ambiental dentro

del currículo académico. Los tradicionalistas, entre los cuales se encuentran los profesores experimentados en educación en ingeniería, consideran que los reclamos de los ambientalistas son exageraciones que se deben tomar a la ligera. Mientras que los institutos académicos que tienen una visión amplia han lanzado con entusiasmo cursos conducentes a un grado en Ingeniería Ambiental, generalmente como un componente o una extensión de la Ingeniería Civil, la falta de personas con conocimiento de los recursos constituye un obstáculo grande en el entrenamiento de los estudiantes cuyo requisito de principios multidisciplinarios, necesitan abordar los resultados ambientales. Por otra parte, la necesidad real es adicionar la dimensión ambiental a cada especialización en ingeniería en lugar de organizar un curso separado en Ingeniería Ambiental. Con la explosión de conocimientos de hoy en día, los programas académicos son incapaces de encontrar espacios de tiempo para acomodar cualquier contenido académico, que se considera periférico a la especialización. Teniendo en cuenta estos obstáculos los ingenieros están egresando de nuestras facultades, sin perspectivas ambientales.

En cuanto que el currículo educacional conservativo falla en la incorporación del conocimiento ambiental requerido, debido a las restricciones varias, existe una necesidad de incluir los extraños principios del conocimiento ambiental dentro de las prácticas de ingeniería. Es aquí donde las Organizaciones Voluntarias No Gubernamentales con preocupación ambiental tienen un importante papel por jugar.

### **3. Papel de las Organizaciones No Gubernamentales**

La inteligencia nos muestra que existe una necesidad de conservación del medio ambiente y que hay fallas de las agencias educacionales y gubernamentales para dar cumplimiento a estas necesidades. En consecuencia, numerosas Organizaciones Voluntarias No Gubernamentales han estado lanzando campañas de conocimiento ambiental. En la India, los esfuerzos de varias agencias voluntarias han alcanzado credibilidad suficiente y están invitadas a colaborar con las agencias gubernamentales en la implementación de desarrollos ambientales. Además de la promoción del conocimiento ambiental generalizado, las organizaciones no gubernamentales pueden también crear o suplementar el conocimiento requerido sobre aspectos ambientales entre los ingenieros y otros profesionales. Buscando este fin, Burhani Foundation (I), una organización no gubernamental registrada, dedicada a la conservación ecológica y al mejoramiento ambiental, está lanzando programas apropiados con resultados promisorios.

#### 4. Experimentos de Burhani Foundation (I)

Como un resultado de la serie de interacciones con expertos de diferentes áreas, se han formulado algunos cursos cortos sobre ambiente, los cuales se ajustan a las necesidades de diferentes grupos. El recurso de personas se está identificando para los diferentes tópicos y los entrenamientos se están acomodando a las últimas ideas y técnicas en relación con las actividades de cada grupo y buscando la promoción de una actividad profesional más amistosa dentro de la ecología. La respuesta de los participantes ha sido entusiasta. Un mayor número de agencias industriales está colaborando, buscando la organización de un mayor número de programas similares en cuanto se relacionen con su industria.

Como resultado de las interacciones entre las personas expertas en recursos y los participantes de la industria, la brecha de la comunicación se está reduciendo. En esta forma Burhani Foundation (I), con su propio laboratorio de ensayos puede realizar trabajos de consultoría con el fin de resolver los problemas ambientales de las industrias mediando entre los expertos y éstas.

#### Conclusiones

- El currículo educativo en ingeniería no ha sido capaz de incorporar las dimensiones ambientales en la magnitud requerida.
- Los cursos cortos organizados por las organizaciones no gubernamentales pueden jugar un importante papel en la promoción del conocimiento ambiental entre los ingenieros.
- Tales cursos cortos, incidentalmente, estrechan la brecha entre los expertos académicos y los profesionales industriales.
- Las exitosas experiencias de Burhani Foundation (I) en esta dirección señalan la viabilidad de las organizaciones no gubernamentales en la promoción de la interacción industria-academia.

# **CRITERIOS 2000**

## **UN NUEVO ENFOQUE A LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA**

*I.D. Jacobson,  
Embry-Riddle Aeronautical University,  
Daytona Beach, Florida*

### **Resumen**

*Existe una considerable presión en los programas de ingeniería para que sean responsables con sus "clientes". Estos incluyen a los estudiantes, la industria y el público. Los criterios de acreditación de la EAC (Engineering Accreditation Commission) del ABET (Accreditation Board of Engineering and Technology) juegan un papel significativo en la determinación de la forma como las universidades pueden manejar la educación en ingeniería dentro de los Estados Unidos. El mensaje de la industria ha sido claro. La EAC del ABET ha respondido a este llamado de innovación en la educación en ingeniería mediante un nuevo conjunto de criterios para la acreditación de los programas de ingeniería en los Estados Unidos. Estos nuevos criterios, denominados Criterios 2000, ofrecen un marco de trabajo en los resultados esperados de todos aquellos estudiantes que se gradúan en los programas de ingeniería. Estos resultados son consistentes con las necesidades de la industria y la propia preparación de los graduados en ingeniería.*

### **1. HISTORIA**

El Consejo de Ingenieros para Desarrollo Profesional se formó en Estados Unidos en 1932 para ofrecer "los criterios para las facultades de ingeniería que permitan asegurar a sus graduados una base firme y educativa en la parte de la ingeniería". La recién formada organización que posteriormente llegó a ser el Consejo de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología, identificó a los consejos públicos y estatales cuyos programas cumplieran los requisitos mínimos. ABET es reconocido por el Departamento de Educación de los Estados Unidos como la única oficina responsable de la acreditación de programas educativos conducentes a títulos en ingeniería. Los criterios se establecieron buscando fo-

mentar y estimular programas creadores e imaginativos. El principio guía que se incorporó en la declaración fue "ellos tienen que considerar esto como una declaración de principios que se aplican con fundamento en cada caso en lugar de unas normas rígidas y arbitrarias".

A través de los años, los cambios en la solidez del conocimiento, el deseo de cambiar la conducta y las nuevas y cambiantes directrices en las diferentes áreas de la ingeniería han conducido a una especificidad creciente y a un enfoque de acuerdo con las medidas cuantitativas más que la calidad, el alcance y el rigor de los programas. Se ha dejado poco espacio a la innovación y a la creatividad en nuestros currículos de ingeniería. Esto hace que la tarea de mantenerlos como una disciplina cambiante se dificulte al máximo.

## 2. REFORMULACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA

La industria es uno de los principales animadores de la educación en ingeniería. Ellos emplean a los graduados de los programas de ingeniería y confían en ellos para resolver las necesidades actuales y conseguir el liderazgo futuro de sus compañías.

El mensaje que ellos envían en forma consistente es que los programas de ingeniería están haciendo un buen trabajo de enseñanza con los estudiantes en cuanto a los aspectos analíticos de sus disciplinas. Las áreas en que ellos hacen énfasis de sus necesidades, pero que no se reflejan en los criterios vigentes ni en la mayoría de los programas de ingeniería, se han identificado como<sup>2</sup>:

- a) habilidades del equipo, incluyendo colaboración y aprendizaje activo
- b) habilidades de comunicación
- c) liderazgo
- d) una perspectiva de los sistemas
- e) una comprensión y apreciación de la diversidad de estudiantes, profesores y directivos
- f) una apreciación de las diferentes culturas y prácticas comerciales y la comprensión de que la práctica en ingeniería ahora es global; es la integración del conocimiento a través del currículo
- g) una perspectiva multidisciplinaria
- h) un compromiso con la calidad, la oportunidad y el mejoramiento continuo
- i) investigación en pregrado y experiencia en el trabajo en ingeniería

- j) comprensión del impacto social, económico y ambiental de las decisiones en ingeniería y
- k) ética

Como se puede ver, estos ítems reflejan la parte no analítica de la educación en ingeniería. Son elementos críticos para el éxito de los profesionales de la ingeniería durante toda su carrera. Otra área en la que la industria hace énfasis es la habilidad para comunicarse. Los ingenieros deben ser capaces de comunicarse con sus compañeros, los administradores, la fuerza de trabajo y el público. Deben ser capaces de entender a los directivos de su compañía, sus preocupaciones, sus valores y sus necesidades de información. Se requiere más que habilidad para analizar o hacer un diseño que tenga éxito. El ingeniero debe ser capaz de convencer, vender y hacer que los problemas y las soluciones técnicas difíciles sean entendibles tanto para el ingeniero como para el hombre de la calle.

### **3. ELEMENTOS DE UN NUEVO ENFOQUE**

#### **3.1 Enfoque de los resultados**

Un enfoque de los resultados a los criterios es menos restrictivo, mejora la calidad, está más en armonía con las directrices regionales de acreditación, se acomoda mejor con la tecnología cambiante, es un anti -"contador de factores", está más cercano al enfoque que la industria está utilizando hoy en día para examinar sus prácticas, invita a la innovación y conlleva a la evaluación y modificación de los procesos que usa la gente que tiene un conocimiento actualizado. Un enfoque de resultados implica que debe haber un proceso en el lugar que verificará que el programa está logrando los objetivos establecidos (a través de, por ejemplo, el trabajo del estudiante y otros indicadores cuando sea necesario), y es probable apoyar los logros continuados de estos objetivos y tener un plan funcional para las evaluaciones internas y el mejoramiento continuo de los procesos educacionales. Este enfoque conducirá a una expectativa de los programas de ingeniería que : serán menos restrictivos, mejorarán su calidad, estarán más alineados con las directrices regionales de acreditación, se acomodarán mejor a la tecnología cambiante, estarán más cerca de los enfoques de la industria, invitarán a la innovación y conducirán la evaluación y modificación de los procesos junto con las personas que tienen el máximo conocimiento.



### **3.2 Contenido Mínimo de Conocimiento**

Creemos que un consenso del trabajo anterior sobre las deficiencias de los criterios corrientes y que las recomendaciones hechas por muchos grupos que han estudiado este aspecto son correctos. Hemos adoptado el concepto recomendado de un conjunto limitado de objetivos y de un "piso" de un contenido curricular requerido no superior a los tres años especificados por nuestros criterios. Permitimos que cada disciplina tenga la libertad de escoger e interpretar sus necesidades en cuanto a cursos de matemáticas, ciencias e ingeniería. Esto permitirá a las diferentes disciplinas recomendar a ABET los cursos específicos o los tópicos que se necesitan para esa disciplina.

### **3.3 Productos de los Profesores**

El enfoque utilizado por los profesores está concentrado en las capacitaciones y necesidades que requiere el programa, no en números específicos.

### **3.4 Recursos de Información**

La terminología de las bibliotecas y las facilidades de computación se evitan expresamente a favor de una terminología cercada y moderna de la estructura de información. Esto se conserva con las formas rápidamente cambiantes en las cuales nuestros profesores y estudiantes tienen acceso a la información, a los cálculos y al trabajo escolar.

### **3.5 Procesos de Resultados**

El proceso de resultados representa una desviación grande de los criterios previos. Es el concepto de núcleo dentro de los nuevos criterios. Gran parte de la educación y del apoyo que se necesita para ayudar a los programas tiene que ver con la forma como se debe cumplir este enfoque. Sin embargo, estratégicamente representa una visión en la cual los profesores deben estar más involucrados en el proceso de mejoramiento de los programas y en la fijación de la efectividad de los cambios.

## **4. CRITERIOS 2000**

Los nuevos criterios se diseñan para retener los propósitos históricos, las políticas y los objetivos de la acreditación en ingeniería. Ellos identifican los procesos educativos que deben ser cumplidos en la acreditación (es decir, las habilidades intelectuales o las competencias). Hacen énfasis en la responsabilidad de las instituciones individuales para desarrollar y dar publicidad a las metas del programa y para realizar el corte del currículo conservando, en consecuencia,

los objetivos generales especificados por ABET. Aun más importante, ellos están diseñados para fomentar y medir los resultados del programa.

Los criterios se hacen sobre ocho elementos que se describen a continuación. Ellos rodean todos los elementos del programa, sus estudiantes, los profesores y la administración. A continuación se enumeran los nuevos Criterios 2000.

#### **4.1 Estudiantes**

Una consideración importante en la evaluación de un programa de ingeniería es la calidad y desempeño de sus estudiantes y egresados. La institución debe evaluar, aconsejar y seguir el rastro de sus estudiantes para determinar su éxito en el cumplimiento de los objetivos del programa.

#### **4.2 Objetivos del Programa Educativo**

Cada programa de ingeniería para el cual una institución busca acreditación o reacreditación debe tener :

- a) Objetivos educativos detallados que incluyen los resultados especificados mediante esos criterios
- b) un currículo y un proceso que asegure el logro de estos objetivos y
- c) un sistema continuo de evaluación que demuestre el logro de estos objetivos y los usos de los resultados para mejorar la efectividad del programa.

#### **4.3 Resultado del Programa**

Los programas de ingeniería deben demostrar que sus egresados tienen :

- a) habilidad para aplicar los conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería apropiados a su disciplina
- b) habilidad para diseñar y conducir experimentos, y analizar e interpretar la información
- c) habilidad para diseñar un sistema , componente o proceso que cumpla unas necesidades deseadas
- d) habilidades interpersonales y sociales necesarias para funcionar dentro de un equipo multi-disciplinario
- e) habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería
- f) comprensión de una responsabilidad profesional y ética
- g) habilidad para comunicarse con eficiencia
- h) una educación diversificada para poder comprender el impacto de las soluciones de ingeniería dentro del contexto social
- i) un reconocimiento de la necesidad de tener la habilidad de comprometerse en un aprendizaje de por vida y,

- j) un conocimiento de los estudios contemporáneos, y de las técnicas y habilidades necesarias para la práctica de la ingeniería.

#### **4.4 Componente Profesional**

Los requerimientos del Componente Profesional no prescriben mediante cursos específicos. Las Facultades de Ingeniería deben asegurar que el currículo dedica atención y tiempos adecuados a cada uno de los componentes, los cuales son consistentes con los objetivos del programa y de la institución. El componente profesional debe incluir :

- a) Un año de matemáticas y ciencias básicas (además de algún trabajo experimental) de acuerdo con la disciplina.
- b) Año y medio de tópicos de ingeniería, que deben incluir tanto las ciencias de la ingeniería como el diseño apropiado de la ingeniería de acuerdo al campo de estudio. Las experiencias de diseño en ingeniería deben comenzar desde muy pronto en el currículo y estar integradas totalmente, culminando con la experiencia de un gran diseño que tenga como base los conocimientos y las habilidades adquiridas en el trabajo de los cursos e incorporando las normas de la ingeniería y las restricciones económicas, ambientales, de sostenibilidad, éticas, de salud y seguridad, sociales y las consideraciones políticas que se presentan en la vida real.
- c) un componente de educación general que complementa el contenido técnico del currículo y que sea consistente con los objetivos del programa y de la institución.

#### **4.5 El profesorado**

El corazón de cualquier programa educacional es el profesorado. El número de profesores debe ser suficientemente grande y tener la competencia de cubrir todas las áreas curriculares del programa. Debe haber un profesorado suficiente que se acomode a los diferentes niveles de la interacción estudiante-profesor, que asesore y aconseje a los estudiantes en las actividades de servicio de la universidad, la interacción con la industria y su desarrollo profesional.

El profesorado debe tener la preparación suficiente para actuar como un guía adecuado del programa, su desarrollo y evaluación. La competencia del conjunto debe ser juzgada mediante factores tales como : educación, diversidad de antecedentes, experiencia en ingeniería, experiencia en la enseñanza, habilidad de comunicación, interés y entusiasmo en el desarrollo de programas más efectivos, nivel de escolaridad, participación en las sociedades profesionales y matrícula como Ingenieros Profesionales.

#### **4.6 Facilidades**

Las aulas, los laboratorios y los equipos requeridos deben ser adecuados para lograr los objetivos del programa y ofrecer una atmósfera que conlleve al aprendizaje. Debe haber disponibilidad de facilidades apropiadas para fomentar

la interacción profesor-estudiante y crear un clima que promueva el desarrollo y las actividades profesionales. Una infraestructura de información debe apoyar las actividades de los estudiantes y de los profesores y los objetivos educacionales de la institución.

#### **4.7 Apoyo Institucional y Recursos Financieros**

Se debe ofrecer un apoyo institucional, recursos financieros y un liderazgo constructivo para asegurar la calidad y la continuidad del programa. Los recursos deben ser suficientes para atraer, retener y permitir un desarrollo profesional continuado de los profesores bien calificados. Los recursos deben ser suficientes para adquirir, mantener y operar las facilidades y los equipos apropiados para el programa de ingeniería. Además, los servicios técnicos y administrativos deben ser adecuados para cumplir con las necesidades del programa.

#### **4.8 Proceso de Evaluación de los Resultados**

Cada programa debe tener un proceso de evaluación de los resultados con los documentos respectivos y la evidencia de que esos resultados están siendo usados para un desarrollo posterior y el mejoramiento del programa. El proceso de evaluación debe demostrar que los resultados es lo más importante para lograr las metas de la institución y del programa que se está evaluando. La evidencia que se puede usar incluye, pero no se limita a, lo siguiente: las carpetas de los estudiantes, incluyendo los proyectos de diseño; los exámenes de los contenidos de los cursos de acuerdo a normas nacionales; valoraciones de los alumnos que documentan los logros profesionales y las actividades desarrolladas en su carrera; las valoraciones de los empleadores; y, fecha de enganche de los egresados.

#### **4.9 Políticas de Transferencia**

La institución debe tener establecidas y reforzar las políticas de aceptación de estudiantes transferidos y la validación de créditos de cursos tomados en otras universidades. La institución debe tener procedimientos establecidos para asegurar que todos los programas de todos los estudiantes transferidos satisfacen los criterios aplicables de ABET.

#### **4.10 Criterios del Programa**

Cada programa debe satisfacer los criterios aplicables del programa. Si un programa, debido a la situación del diploma que expide, llega a estar sometido a dos o más Criterios del Programa, ese programa debe satisfacer cada de esos Criterios de Programa, entendiendo que los requerimientos de traslape necesitan ser satisfechos solo una vez. Los Criterios del Programa ofrecen la especificidad requerida para la interpretación de los criterios del nivel básico cuando se aplican a una disciplina dada y están limitados a las áreas de los tópicos curriculares y a las disposiciones de los profesores. No todos los programas están

cubiertos por Criterios del Programa específicos que deben cumplir con los Criterios del Programa para Programas No Tradicionales.

## **5. EFECTOS SOBRE LOS PROGRAMAS FUTUROS**

Hay varias maneras en que estos criterios afectan los programas de ingeniería de todo el país. Una de las que produce efectos ligeramente alcanzables es el enfoque y el debate deliberado que se debe dar como una consecuencia natural de un nuevo proceso que está siendo establecido. Los resultados se basan en la naturaleza de los nuevos criterios y hace que los profesores tengan que reevaluar y repensar cada elemento del programa. Ellos deben hacerse las preguntas probatorias de qué, por qué y cómo los elementos de sus programas le añaden valor a la preparación de los egresados en ingeniería.

### **5.1 Ventajas Anticipadas**

Además del compromiso creciente de los profesores en el proceso de fomento y la orientación de los resultados de Criterios 2000, se presentarán otras ventajas con este nuevo enfoque. Se fomentará el compromiso de los usuarios del producto - especialmente la industria. Se permitirá una diferenciación entre currículo y el programa cuyos resultados llegan a ser el tema dominante y no el proceso que se realiza para alcanzar estos resultados. Se fomentará la diferenciación entre los programas. Ya no más todos los programas tendrán que enfocarse esencialmente hacia lo mismo. Los programas de ingeniería podrán construirse sobre características únicas. Quizás la más grande ventaja que nosotros anticipamos es la habilidad para encontrar nuevos paradigmas para la educación de los ingenieros del futuro. Anticipamos que estos nuevos criterios ofrecerán lo mejor de nuestros profesores y nuestros estudiantes. Habrá esquemas nuevos y más productivos para lograr un egresado en ingeniería bien preparado.

### **5.2 Dificultades Anticipadas**

La creación de un conjunto nuevo de normas y criterios será siempre una oportunidad para sacar a flote nuevos problemas. Los principales problemas que se anticipan con la introducción de Criterios 2000 están asociados con el periodo de transición. Estos deberán ser enfocados en dos áreas. La primera es la incertidumbre de la comunidad educacional acerca de la forma como ellos serán evaluados. No hay modelos existentes que se puedan tomar como pautas. Este problema está siendo orientado por ABET a través de talleres, visitas pilotos y la introducción de nuevos criterios para crear una historia que oriente. La segunda área de preocupación es la consistencia de los evaluadores al examinar los programas con los nuevos criterios. Esto está siendo orientado

mediante talleres especiales de entrenamiento, una cuidadosa selección de los evaluadores y el hecho de mantener abiertas las líneas de comunicación entre los mismos, las facultades y los programas que se están evaluando y la Comisión de Acreditación en Ingeniería. Este proceso está diseñado para hacer revisiones y balances con el fin de darle consistencia e imparcialidad mientras que se conservan la calidad y las normas.

## 6. CONCLUSIÓN

La educación en ingeniería en los Estados Unidos está experimentando un periodo de intenso examen. Existe una necesidad de hacer cuentas, tener flexibilidad para cumplir con las nuevas necesidades educacionales y las expectativas de productividad y ofrecer un estándar que permitirá la creatividad y la innovación. Criterios 2000, con base en un enfoque de resultados ofrecerá el estándar que creará el ambiente para fomentar el mejoramiento continuo mientras que se mantiene la calidad de los egresados en ingeniería. El enfoque de resultados ofrecerá medidas de valor agregado y una fuerte influencia de los usuarios del producto sobre el proceso educacional. El fuerte vínculo entre los objetivos, los procesos y la medición de resultados permitirá crear las cuentas y la evaluación continua de cada uno de los elementos de los programas en ingeniería. Los nuevos criterios tendrán que ver con nuevos paradigmas innovadores que permitan producir los ingenieros para el siglo 21.

## REFERENCIAS

1. Engineering Accreditation Commission, "Criteria for Accrediting Programs in Engineering in the United States", Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc., 1995.
2. Baum, E. et. al., "Engineering Education for a Changing World," Engineering Deans Council and Corporate Roundtable of the American Society of Engineering Education, October 1994.

## **LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA EN EL EXTERIOR SIN PROLONGAR LOS ESTUDIOS - ¿QUÉ TAN EFICIENTE ES ?**

*Humily G.,*

*Executive Director for International Education DGA  
Department of Defense*

### **1. LA SITUACIÓN ACTUAL**

El gobierno, la academia y la industria en Europa han estado preocupados durante años por la educación internacional de ingenieros y economistas. Algunos programas de intercambio que involucran, por ejemplo internados industriales y semestres de estudio en la universidad, ya han sido acreditados en universidades locales y aún más han conducido a dobles diplomas, llevando así el reconocimiento de los estudios dentro de las fronteras nacionales. Como los internados pagados por la industria son ya parte de los requerimientos de estudio en países europeos tales como Francia y Alemania, y más y más de estos están apareciendo en los países vecinos, la inmersión cultural en el extranjero se combina con la experiencia industrial y representa una ventaja que elimina un trabajo susceptible de error para los empleadores futuros.

Sin embargo, para los estudiantes que planean internados adecuados y cursos el trabajo es largo y arduo y a veces no exitoso. Rara vez se puede asegurar la calidad de los internados ; por falta de tiempo y dinero, los profesores de las universidades regionales nunca están virtualmente disponibles para estar en contacto con los internos o monitorear el entrenamiento de los estudiantes. Siempre es difícil aceptar los proyectos y programas de cooperación, los cuales están apoyados y validados por los servicios gubernamentales de cada país. Los acuerdos firmados entre instituciones no son implementados con frecuencia por falta de una logística apropiada de aquellas instituciones.

Casi todas las compañías grandes son conscientes de estas desventajas y han desarrollado su propio programa de entrenamiento para ingenieros jóvenes con orientación internacional. Desafortunadamente, muy pocos estudiantes se benefician de este entrenamiento antes de la finalización de sus estudios. Sin embargo, la mayor parte del entrenamiento tiene lugar en las subsidiarias extranjeras de las grandes compañías. Las compañías pequeñas y medias no están en la posibilidad de ofrecer un entrenamiento similar.

Los diplomas en ingeniería en Europa generalmente se otorgan a estudiantes que han llevado a cabo por lo menos un currículo de dos años en un país, mientras que la mayoría de los intercambios duran solo un año. Por lo tanto, se han presentado varias negociaciones en el Certificado Euronacional, las cuales han tenido éxito al unir las diferencias culturales de los países miembros y al vencer el principio de que la calidad de los estudios es directamente proporcional a su longitud. Obviamente que hubo la necesidad de hacer un reconocimiento oficial de los estudios en el exterior. Se lanzó un programa por parte del presidente Enrique Barón en el Parlamento Europeo en Estrasburgo en 1991 que está conformado ahora por una red de 23 instituciones pertenecientes en nueve países. El Certificado, que ofrece la ventaja de ser claro y fácil de interpretar, produce los beneficios de apoyo del programa ERASMUS/SOCRATES de la Comisión Europea y de cierto número de firmas industriales.

## 2. UN ROTULO PARA LOS INGENIEROS Y TECNÓLOGOS EUROPEOS

### 2.1 EL ENC (EURONATIONAL CERTIFICATE)

El propósito del Certificado Euronacional no es acreditar el nivel de estudios aun cuando se otorga a estudiantes que hayan completado dos años de estudios en los campos tecnológicos, lo que constituye un reconocimiento formal del hecho de que una parte del currículo de los estudiantes ha sido llevado a cabo en el exterior. El tiempo total de la estadía debe ser de **nueve meses, de los cuales un mínimo de 3 meses debe trabajar como interno en la industria.** El Certificado sirve como una prueba de que su titular ha aprendido a vivir, estudiar y trabajar en el extranjero. Se incluye con el diploma nacional de ingeniería y con el reconocimiento adicional de que el ha aprobado el examen sobre las características administrativas, sociales y económicas de la Unión Europea. Los candidatos al ENC deben también demostrar que tienen conocimientos y habilidades en lenguas extranjeras y deben aprobar los exámenes de las materias técnicas.

Una vez que han satisfecho estos requerimientos, ellos son elegibles para el NEC el cual será otorgado junto con el diploma en ingeniería. Casi que estos estudios son considerados por las instituciones regionales como parte integral de los estudios que permiten otorgar el diploma nacional en ingeniería, o grado.

El estudiante NEC recibe un **Folleto de Crédito** que contiene un récord del registro. Los resultados de los diferentes exámenes del aplicante son registrados en este folleto durante el entrenamiento. Una vez que las dos instituciones académicas han acordado enviar y hospedar al aplicante, ellas son respon-



sables de la supervisión de sus estudios y del entrenamiento industrial y se espera facilitar su alojamiento.

Una vez que se ha completado el folleto y de fotocopiarlo, éste se puede conservar como una prueba que el estudiante envía a las oficinas del ENC, la cual revisa el Folleto ENC para ver si se cumplieron todos los requerimientos y así colocar el nombre en la lista ENC de candidatos elegibles. Esta lista será presentada a la **International Requirement Examining Board (IREB)**. La IREB toma la decisión final para otorgar el Certificado. Después de una decisión positiva, el Certificado será firmado por el presidente del comité NEC y enviado a la institución de origen del candidato, la cual lo presenta al mismo tiempo (no antes) cuando él reciba su diploma nacional o grado.

Hasta ahora, se han autorizado alrededor de **100 certificados**.

#### **Instituciones Europeas Participantes :**

##### **Alemania :**

Fiedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Technische Universität Erlangen-Nürnberg

Technische Universität Dresden

Bergakademie Freiberg

Fachhochschule Wilhellmshaven

Fachhochschule München

Fachhochschule Darmstadt

Hochschule für Technik und Wirtschaft Mittweida

##### **Francia :**

Fondation EPF, Paris

Université de Poitiers

INSA Lyon

##### **Grecia :**

TEI Thessaloniki

##### **Irlanda :**

Trinity College

##### **Italia :**

Università di Bologna

**España :**

Universidad Pontificia de Comillas -ICAI

Universidad Politécnica de Cataluña

Universidad de Sevilla

**Suecia :**

KTH - The Royal Institute of Technology

**Países bajos :**

TU Eindhoven

Hogeschool Eindhoven

**Reino Unido :**

University of Sunderland

King's College London

University of Southampton

### **3. UN PROGRAMA EUROPEO CON LOS ESTADOS UNIDOS**

#### **3.1 EL PROGRAMA AMERICANO EUROPEO DE INTERCAMBIO EN INGENIERÍA (AE3)**

Los Estados Unidos y Canadá siempre han sido atractivos para la mayoría de los estudiantes, pero también han presentado las mayores dificultades para la validación debido al aislamiento administrativo de las universidades Americanas, la ignorancia de los sistemas educativos europeos y la falta de estructuras comunes. Hasta hace poco hubo solo una demanda pequeña para validar la permanencia en las universidades Europeas y en la industria por parte de los estudiantes Americanos. En principio, ellos prefieren tener un conocimiento superficial de la cultura Europea estudiando más o menos el continente en lugar de pasar un año en el exterior después de su primer año de estudios. Además, los estudiante de ingeniería que tienen una ignorancia de la cultura europea, muestran resistencia a vencerla para cumplir esta parte de su entrenamiento.

Sin embargo, debido a la serie recesión económica de los Estados unidos, los estudiantes Americanos y los profesores se han mostrado recientemente interesados en la acreditación de experiencias educativas de Europa. Nuestros estudiantes europeos, quienes han pasado parte de su tiempo en universidades americanas han convencido a los profesores del valor de nuestra educación.

Así es como ahora hay una curiosidad creciente por conocer más nuestros programas comunes y un claro deseo de crearlos. En algunas universidades Americanas, la acreditación de los estudios Europeos está siendo considerada ahora, se está aplicando y hay una conciencia creciente de la necesidad que tiene la industria de ofrecer internados que estén integrados con el currículo, como ocurre en el modelo Europeo.

En noviembre de 1993, un grupo de facultades de ingeniería de los Estados Unidos se reunió en Cincinnati para formar el Consorcio AE3 por parte de Estados Unidos. Se seleccionó el Instituto de Educación Internacional para administrar el consorcio de los Estados Unidos, considerando su larga experiencia en la administración alrededor del mundo de las Fulbright Student Fellowships y un programa similar de intercambio en ingeniería para Norte América.

Se eligió un Comité Ejecutivo, presidido por el profesor Lester Gerhardt de RPI y se iniciaron los esfuerzos para conseguir fondos a comienzos de 1994. Para esta fecha unas 20 universidades de los Estados Unidos se habían asociado al consorcio. El consorcio AE3 de los Estados Unidos interactúa con un grupo similar de instituciones Europeas de educación superior que es coordinado por Gertrud Humily del DGA en París.

El programa AE3 amplía los beneficios del programa cooperativo de intercambio de la comunidad Europea a los Estados Unidos. Mientras que se conformaba un número de programas bilaterales y otros acuerdos individuales de universidades de los Estados Unidos y de Europa, hubo un programa nacional previo a través del cual las universidades de los Estados Unidos pudieron enviar sus estudiantes de ingeniería a instituciones europeas durante un semestre o un año de estudios académicos y el entrenamiento práctico era supervisado, estructurado, evaluado y validado para los créditos académicos de los Americanos, y no hubo una red de universidades europeas para satisfacer la demanda de estudiantes europeos que quisieran realizar un semestre de estudios o un internado bajo la participación de una institución Americana.

Adicional a los cursos técnicos y al internado, el programa incluye un periodo de preparación en el idioma para tener la seguridad que los estudiantes de Estados Unidos tienen las habilidades lingüísticas que les permita trabajar efectivamente en el país que los hospeda. Un periodo intensivo de orientación en el país anfitrión, que toma de 4 a 6 semanas, mejora el nivel idiomático de los estudiantes y los introduce en la cultura, el medio académico y el contexto industrial del país donde ellos van a permanecer.

**La selección** de los estudiantes se hace por medio de las Facultades de origen, típicamente al finalizar el segundo año de estudios. Cada Facultad participante está de acuerdo en aceptar (sin un gasto adicional de sostenimiento) aproximadamente un número igual de estudiantes para equilibrar, después de un periodo de tres a cinco años, el número de estudiantes que ellos envían al otro país. Los estudiantes señalan el país anfitrión preferido, y las agencias administrativas y las instituciones anfitrionas hacen la selección final de los es-

tudiantes entre las documentaciones recibidas y ubican a los finalistas en las instituciones apropiadas.

**Aspectos financieros :** Los estudiantes participantes pagan sus derechos en el campus local, no en la universidad anfitriona. Se espera que los estudiantes cubran los gastos de desplazamiento y alojamiento mientras que ellos permanecen en el exterior, con los costos compensados mediante estipendios entregados por las corporaciones en las cuales ellos trabajarán como internos durante su periodo de estudio en el exterior. Puesto que muchos estudiantes de pregrado de los Estados Unidos están apoyados financieramente por sus padres o mediante becas, se anticipa que tal apoyo debe mantenerse disponible durante el tiempo en el exterior. El programa no incluye un conjunto limitado de becas para estudiantes que tienen necesidades financieras y se requieren provisiones especiales para estimular y apoyar la participación de las minorías y de las mujeres. Los costos administrativos del programa se cubren mediante una combinación de derechos universitarios del consorcio, del gobierno y de las fundaciones y/o de las contribuciones de la industria.

En Europa, ninguno de los miembros paga los derechos por el momento ; el programa está en su fase de lanzamiento y los estudiantes se pagan los viajes y los costos de salida en los Estados Unidos.

**Requisitos académicos :** Los decanos Americanos de ingeniería, con la ayuda de ABET han desarrollado mecanismos en colaboración con las universidades europeas para validar el trabajo académico de los estudiantes de Estados Unidos en Europa. Estos mecanismos serán a la vez extendidos a otras regiones del mundo. En Europa, el Sistema Europeo de Transferencia de Créditos se ha ampliado para incluir estudiantes de los Estados Unidos.

#### **Instituciones participantes de los Estados Unidos**

Clemson University

Embry-Riddle Aeronautical University

Georgia Institute of Technology

GMI Engineering and Management Institute

Milwaukee School of Engineering

New Jersey Institute of Technology

Rensselaer Polytechnic Institute

Rose-Hulman Institute

San José State University

State University of New York/Buffalo

Syracuse University

Texas A&M University

University of Cincinnati  
University of Illinois/Urbana-Champaign  
University of Maryland/College Park  
University of Notre Dame  
University of Texas/Austin  
University of Washington  
University of Wisconsin/Madison  
Virginia Polytechnic Institute

### **Instituciones participantes de Europa**

#### **Alemania**

FR.-Alex.-Universität Erlangen-Nürnberg  
Technische Universität München  
Technische Universität Dresden  
RWTH Aachen  
TU - Bergakademie Freiberg  
Fachhochschule München  
Hochschule Bremen  
Hochschule Mittweida  
Techn. Fachhochschule Berlin  
Universität Stuttgart

#### **Austria**

Technische Universität Wien

#### **Francia**

ENSTA, París  
ENST, París  
ENEST de Bretagne, Brest  
INT, Evry  
ENS des Mines, París  
ENPC, París  
ENS des Mines, Nantes

ENSAE, Toulouse

ENSICA, Toulouse

Fondation EPF, París

INSA, Lyon

INPL, Nancy

UTC, Compiègne

UTT, Troyes

INPG, Grenoble

#### **Dinamarca**

Denmark Technical University, Lyngby

## **4. VENTAJAS Y PERSPECTIVAS DE ESTOS PROGRAMAS**

### **4.1 Para la academia de los dos países en intercambio :**

- Las instituciones de educación superior se han unido en un proyecto común, lo cual permitirá a una de ellas conocer otra mejor y desarrollar sus asociaciones bilaterales.

- La educación en los dos países deberá llegar a ser, en su totalidad, permeable y adaptable.

- La fusión de recursos y una estructura central para explorar y supervisar responsablemente los internados permitirá que los estudiantes tengan una mayor movilidad, monitoreada por las instituciones regionales.

- El contacto con la industria en ambos países fomentará el desarrollo de la educación, la cual estará cercanamente adaptada a las necesidades de la industria.

### **4.2 Para la industria :**

- La industria tendrá acceso a estudiantes sobresalientes entrenados en carreras internacionales con internados y estudios de alta calidad en el exterior, los cuales son validados por las instituciones regionales.

- La información sobre el flujo de estudiantes sobresalientes en entrenamiento se ofrece mediante un catálogo regularmente actualizado con indicaciones del nivel, los campos de estudio y las fechas anticipadas de estudio, así

como una lista de compañeros académicos e industriales que constituirán una reserva para que las compañías participantes puedan seleccionar.

- Una reducción en el trabajo y en la incertidumbre para las compañías, gracias al doble filtrado de los estudiantes propuestos para los internados, lo cual seguramente se traduce en presupuestos reducidos de entrenamiento.

- Los contactos directos con compañías y universidades, lo cual permitirá a la industria tener una influencia directa en la educación internacional.

- Las compañías tendrán rápidamente a su disposición una generación de ingenieros y gerentes entrenados internacionalmente.

- La educación bi-cultural continuada entre compañías se puede establecer fácilmente gracias a la experiencia adquirida por los socios académicos del grupo.

... financiera. Algunos grandes proyectos de ingeniería necesitan el apoyo de mucha gente para su construcción y a menudo después de finalizada tienen una significativo y casi inalcanzable influencia sobre las políticas sociales, la economía y la cultura.

Un proyecto de ingeniería es una actividad creativa con una fuerte contribución social. Sin embargo, en el pasado, la educación en ingeniería estuvo confinada a una amplia tecnología, particularmente en lo que corresponde a las técnicas profesionales. Por lo general, cuando los estudiantes obtenían su grado académico, ellos habían adquirido un amplio conocimiento profesional. Pero como en realidad tomaban parte en construcciones de ingeniería, a ellos les faltaba los siguientes conocimientos:

## 1. Habilidades y Actitud Social

Un proyecto de ingeniería tiene que ser realizado por mucha gente, con mucha plata y con un gran número de equipos y materiales. Para realizar exitosamente un proyecto de ingeniería, se necesita contar con gente que tenga la habilidad de comprometerse con las actividades sociales. En primer lugar, el entendimiento y el apoyo de los líderes y del gran número de trabajadores que se consiguen para la construcción. Además, la cooperación y apoyo dados por los diferentes sectores sociales son importantes. Nada se puede hacer bien si no se cuenta con la cooperación y apoyo de todos los miembros de la sociedad. Para un proyecto de arquitectura o de ingeniería, es absolutamente necesario tener la habilidad para comprometerse con las actividades sociales. Este aspecto a veces es ignorado por la educación tradicional en ingeniería. La gente obtiene usualmente la experiencia mediante la práctica de proyectos de que participan en el trabajo.

# **ENFRENTANDO EL SIGLO XXI REFORMA A LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA**

*Fz Zhengtzi*

La ingeniería es una clase de actividad social creativa con participación de gente que reordena la naturaleza y transforma la sociedad. Con frecuencia tiene que ver con una gran cantidad de mano de obra, recursos materiales y capacidad financiera. Algunos grandes proyectos de ingeniería necesitan el apoyo de mucha gente para su construcción y a menudo después de finalizados tienen una significativa y casi inalcanzable influencia sobre las políticas sociales, la economía y la cultura.

Un proyecto de ingeniería es una actividad creativa con una fuerte contribución social. Sin embargo, en el pasado, la educación en ingeniería estuvo confinada a una amplia tecnología, particularmente en lo que corresponde a las técnicas profesionales. Por lo general, cuando los estudiantes obtenían su grado académico, ellos habían adquirido un amplio conocimiento profesional. Pero como en realidad tomaban parte en construcciones de ingeniería, a ellos les faltaba los siguientes conocimientos :

## **1. Habilidad y Actividad Social**

Un proyecto de ingeniería tiene que ser realizado por mucha gente, con mucha plata y con un gran número de equipos y materiales. Para realizar exitosamente un proyecto de ingeniería, es necesario contar con gente que tenga la habilidad de comprometerse con las actividades sociales. En primer lugar, el entendimiento y el apoyo de los líderes y del gran número de trabajadores que se consiguen para la construcción. Además, la cooperación y apoyo dados por los diferentes sectores sociales son importantes. Nada se puede hacer bien si no se cuenta con la cooperación y apoyo de todos los estamentos de la sociedad. Para un proyecto de arquitectura o de ingeniería, es absolutamente necesario tener la habilidad para comprometerse con las actividades sociales. Este aspecto solía ser ignorado por la educación tradicional en ingeniería. La gente obtenía usualmente la experiencia mediante la práctica después de que participaba en el trabajo.



Las Facultades favorecen a menudo a aquellos estudiantes que tienen notas altas. El hecho de ser un buen estudiante no significa tener grandes habilidades para realizar actividades sociales. Algunos estudiantes inteligentes no son lo suficientemente buenos para acomodarse en la sociedad, lo que se convierte en un obstáculo para su trabajo futuro, y estos obstáculos deberían haber sido evitados en otra forma. La protección de las Facultades anima a los favoritos y les proporciona auto-admiración. La Facultad debe tener presente este problema, darle importancia al ejercicio de las actividades sociales como parte de las habilidades en la educación en ingeniería, darle a los estudiantes pautas apropiadas y establecer los requisitos que los conduzcan a la realización correcta de su trabajo dentro de la sociedad y a la vez, mejorar la habilidad de su trabajo consciente. No es una forma correcta permitir que las cosas se impulsen por si mismas.

## 2. Habilidad hacia la Disposición Estratégica

Al acercarnos al siglo 21, con ciencia y rápido desarrollo tecnológico mediante un intercambio mundial creciente, los proyectos en ingeniería se desarrollan a gran escala y con una alta eficiencia por el apoyo de las técnicas avanzadas. La gente comprometida en un proyecto en ingeniería tienen que enfrentar diferentes opciones técnicas y un mercado amplio, para asegurar el desarrollo continuo mientras que se protege el ambiente de la contaminación. Para lograr beneficios buenos y duraderos, los profesionales de la ingeniería deberán tener una disposición estratégica, ser capaces de sintetizar todos los tipos de elementos (que incluyen las técnicas, la economía, la sociedad, etc.) y tomar una opción correcta.

Los profesionales de la ingeniería deben realizar correctamente su trabajo junto a la gran masa de gente que les colabora y, al mismo tiempo, estar sobre el proyecto, considerando las preguntas relevantes. Además de las preguntas técnicas específicas, se deben considerar aquellas preguntas que relacionan la ciencia y la técnica, la economía, la sociedad, la cultura, etc. Como formas contradictorias, tendrán que diferenciar lo que es primario y lo que es secundario en el sentido de propiedad, encontrar oportunidades y proponer soluciones. Solo haciéndolo, podemos diseñar un plan mejor y trabajable, y grandes beneficios a largo tiempo se lograrán.

El pensamiento "estratégico" que considera toda la situación y los planes concordantes, tiende a ser muy importante debido a que "la más ligera desviación lo saca a uno del camino", y los éxitos o los fracasos de los esfuerzos dependen con frecuencia de "una reflexión sobre un estímulo que se da en el momento" al comienzo. No es correcto sobreponer la técnica a todo lo demás. En su lugar, la habilidad de un pensamiento "estratégico" puede juntar todos los

elementos para que estos sean cultivados cuidadosamente. Esto es justamente lo que le faltaba a la educación en ingeniería en el pasado y lo que necesita reforzarse en el futuro.

### 3. Espíritu de Dedicación

Muchos proyectos en ingeniería presentan dificultades y muchos ingenieros logran poseer una firme y fuerte voluntad, así como un espíritu de dedicación a la sociedad. Hay muchos héroes que realizan hazañas en este aspecto. Podemos decir que los profesionales relevantes de la ingeniería tienen que pagar un alto precio por cualquier proyecto significativo y creativo (incluyendo todas las áreas y profesiones).

Por otra parte, puesto que los proyectos en ingeniería se desarrollan con una alta eficiencia y a gran escala, los errores hechos por las personas producen grandes pérdidas. Por esta razón, hay muchas normas y regulaciones para cualquier tipo de problema. Además, la calidad de la persona, particularmente la calidad de manejo de personas y técnicos de alto rango, nunca se puede sustituir.

Mientras más altos sean los estándares de socialización de los proyectos en ingeniería, mayores serán los requerimientos de las personas comprometidas en estos proyectos. Los profesionales de la ingeniería deben tener espíritu de dedicación, ser realmente responsables ante la sociedad y la gente. Sin este espíritu, las cosas buenas se pueden convertir en cosas malas. Un egresado puede llegar a tener una posición muy importante varios años después de graduado en la Facultad. Su calidad personal puede tener una gran influencia en el trabajo. Sin embargo, ¿desde dónde debemos cultivar el espíritu de dedicación? no podemos encontrarlo en los programas existentes de educación en ingeniería. Por lo tanto, reformarlos es una obligación.

Además de los tres aspectos mencionados antes, debemos también darnos cuenta de que la idea del proyecto en ingeniería, como una actividad creativa que cambia la naturaleza y transforma la sociedad, ha profundizado en todas partes (por lo menos en China). En la China, hay varios proyectos. Por ejemplo, "El Proyecto de los Cuatro Primeros" impulsado por el Ministerio de Cultura para promover una literatura y un arte prósperos (producir 100 películas buenas, 100 series de TV de alta calidad, 100 novelas buenas.); "El Proyecto 211" un programa realizado por la Comisión de Educación Estatal para establecer escuelas de alta calidad en la educación; "El Proyecto Esperanza" orientado a ayudar a los niños que no pueden ir a la escuela debido a su pobreza; "El Proyecto XXXX" de la Comisión Científica Estatal que tiene la visión de cultivar a las personas de gran talento científico y técnico. Aun cuando el líder Chino, camarada

Dang Xizoping, ha sido llamado "un arquitecto general" por su reforma y su política de puertas abiertas, lo cual quiere decir la reforma y apertura de todo que ha hecho que China sea vista como un gran proyecto de desarrollo económico. En general, este pensamiento se ha introducido en el corazón de la gente. Lo que debería ser una pauta definida y un blanco - considerando el plan a través de la investigación y el estudio, sería la movilización de la gente, materializando sistemáticamente el blanco esperado. El método de trabajo del proyecto se ha introducido en los diferentes sectores de la sociedad. La gente inconscientemente llama proyectos a los diferentes aspectos, lo cual indica que la idea y el método del proyecto ha sido necesitados y aceptados por más y más gente. Por lo tanto, la reforma del proyecto de educación en ingeniería debería incluir lo siguiente : deberíamos romper no solo a través del marco de trabajo lo que aquellos que estudian ingeniería aceptan como proyecto de educación en ingeniería, sino también introducir lo esencial del proyecto de educación en ingeniería dentro de otros campos (política, economía, cultura, literatura, artes, etc.) con el fin de impulsar a la sociedad hacia adelante.

Resumiendo lo anterior, la reforma de la educación en ingeniería debería incluir dos aspectos : por una parte, aquellos que estudian ingeniería deberían reforzar su sentido social y la habilidad hacia la disposición estratégica. Por otra parte, aquellos que se comprometen con otros trabajos deberían tener algún conocimiento en ingeniería para mejorar su habilidad de transformar el mundo.

De acuerdo a lo anterior, suponemos que la educación en la ingeniería del siglo 21 debería llevar a cabo las siguientes reformas :

### **Ideología de la Educación**

Las características específicas de la educación en ingeniería deben ser tenidas en cuenta : teniendo en mente el plan orientado hacia el siglo 21, deberíamos romper los puntos de vista puramente técnicos, organizar la enseñanza de acuerdo con los requerimientos prácticos de los proyectos en ingeniería y adiestrar más personas para que adquieran habilidades con los mejores programas. En concordancia, deberíamos cambiar los programas de enseñanza, incrementar el rango del conocimiento, especialmente añadir un currículo de ciencias sociales para ampliar la visión de los estudiantes y cultivar conscientemente una estrategia. Deberíamos crear oportunidades para que los estudiantes participen en las prácticas y mejorar su habilidad de participación en las actividades sociales. También deberíamos poner atención al establecimiento de una buena moral y buenas costumbres, mejorando el nivel ideológico de los estudiantes y adoptando la idea de la responsabilidad de apoyar a la sociedad. Naturalmente, el nivel diferente de educación deberá tener un énfasis diferente. Sin duda, debemos ponerle atención.

## Sistemas de Educación

### 1) *Para Formar una Red de Educación Socializada*

La educación en ingeniería no debería depender únicamente de las universidades, toda la sociedad debería tomar parte. Las universidades, los institutos, las empresas y el gobierno deberían estar organizados para cumplir con esta tarea.

Aquí, la Facultad debe ser el centro. Las universidades deberían ser responsables de la organización de la educación puesto que ellas están comprometidas con la cultura de la gente. La dependencia pura de las universidades no permite cumplir todas las tareas mencionadas anteriormente, debido a las limitaciones de las Facultades y de sus profesores. La Facultad no puede tener relaciones con todos y la gente no puede aprender todo en ella. En esta forma, los institutos, las empresas y el mismo gobierno deberían unirse en proyectos de ingeniería para lograr que las cosas sean disponibles y factibles. Ideológicamente, el gobierno y las empresas no deberían considerar la cultura de la gente como una tarea única de las Facultades. Ellos deberían ver los límites de las Facultades y considerar que es toda la sociedad la que tiene la tarea de culturizar una nueva generación. Desde este punto de vista, deberíamos decir que toda la sociedad debería compartir la tarea de culturización de la próxima generación. La cooperación entre las universidades, institutos y empresas no sólo promueve el progreso técnico de las empresas, sino que también busca ayudar a la escuela en la cultura de los estudiante. Nos gustaría recomendar que la red socializada de educación tuviera la Facultad como su centro y se establecería con el apoyo del gobierno. En esta forma, todos los tipos de problemas de la educación en ingeniería podrían ser considerados y resueltos. Se pensaría entonces que esto no es solo una influencia favorable sobre la educación en ingeniería, sino que también jugaría un papel poderoso promoviendo la causa de la educación total. Esta forma de hacer las cosas puede causar con seguridad un impacto significativo en el siglo 21.

### 2) *Reforma del Antiguo Sistema de Educación para satisfacer los requerimientos y cultivar una persona de habilidades.*

No todas las cosas se pueden aprender bien en un momento. La gente tiene que acumular experiencia a través de la práctica. Además, con la modernización de la sociedad y el mejoramiento de las condiciones de vida, es fácil proporcionar las comodidades y los placeres que se buscan. Es necesario educar a la juventud para que ame el trabajo y genere una empresa con grandes esfuerzos y un trabajo pesado. Debe haber una historia de luchas detrás de cada éxito. Si no hay esfuerzo, no hay utilidades. Nosotros deberíamos ser responsables por la próxima generación. No podemos evitar esta pregunta y reducir los requisitos.

El sistema educativo debería ser reformado para aumentar las oportunidades de que los estudiantes se acomoden a la labor manual en la práctica, per-

mitiéndoles darse cuenta que los resultados del trabajo no se consiguen fácilmente y que hay un sentido de responsabilidad hacia la sociedad.

Deberíamos adoptar medidas para impulsar a nuestra juventud (egresados de la escuela media y las universidades) que tiene grandes aspiraciones para penetrar la sociedad y acomodarse en ella mediante la práctica. Después de que ellos han alcanzado algún proceso, la sociedad debería crear condiciones a manera de ensayo, evaluarlos y recomendar su admisión en escuelas de nivel superior en cursos avanzado de estudios. En esta forma, podríamos obtener una nueva generación de ingenieros excelentes, expertos y líderes. Al mismo tiempo, las tendencias vigentes en la sociedad se pueden cambiar. En este aspecto se deben evitar las dos desviaciones. Una es romper la idea de búsqueda de placer mostrado por parte de la juventud y perder el miedo de enviarlos a unidades donde vivan del pasto y las raíces para que se acomoden en ellas. La otra es no cuidar a la juventud que se encuentra en el nivel básico y permitirle que sigan solos. Muchas contradicciones se pueden generar acá. Finalmente, no debemos tener resultados. La reforma deberá ser vista como un proyecto inteligente y llevada a cabo con seriedad. La propiedad debe ser sentida en forma correcta y se le debe asegurar a las masas de jóvenes su aceptación en la educación presente siempre y cuando conserven el nivel de enseñanza básica teórica en las universidades. Esto debería ser la gran medida para promover el progreso de la sociedad y un importante paso en la reforma de la educación. Se cree que es seguro que la reforma tendrá éxito si hay esfuerzos serios de toda la sociedad.

### *3) Organizar la Recopilación de los nuevos Materiales de Enseñanza.*

Puesto que la enseñanza no se puede hacer sin materiales de enseñanza, la reforma de la educación deberá estar apoyada en estos materiales. Actualmente, tenemos una falta significativa de materiales de enseñanza que pueda darles pautas a los estudiantes de ingeniería. Por ejemplo, el libro texto debería establecer las diferentes relaciones sociales, la forma de pensar un proyecto estratégicamente, las heroicas hazañas de los excelentes ingenieros y técnicos del pasado, así como los casos típicos que causaron grandes pérdidas por un error del momento. Todo esto necesita ser recopilado.

Algunas áreas científicas son muy profundas para ser entendidas por la gente que no se ha especializado en ellas. ¿Cómo explicar las nuevas ideas de actualización y los importantes resultados científicos y técnicos en un lenguaje simple a las grandes masas de ingenieros y técnicos, permitiéndoles llevar estas ideas a la práctica?, es aún una pregunta y tenemos que esperar de los grandes científicos unos esfuerzos comunes. Los libros disponibles hoy en día, algunos de ellos muy profundos y otros muy simples (libros populares de ciencia). Los libros apropiados para las grandes masas de ingenieros y fáciles de leer y entender con referencias correctas son muy pocos. Para adiestrar una nueva generación de profesionales de la ingeniería y efectuar a fondo las reformas en la

educación en ingeniería es necesario recopilar una nueva edición de libros textos de alta calidad que expliquen las teorías profundas en un lenguaje simple.

Además, el conocimiento general en ingeniería (incluyendo la ideología, la investigación, el diseño, la operación y la administración) debería ser introducido a otros círculos de la sociedad. Puesto que la transformación de la sociedad y el reordenamiento de la naturaleza son considerados en un gran proyecto unificado, existen factores similares en muchos lugares. Es una gran ayuda la promoción del progreso social dispersando los conocimientos de ingeniería en otros sectores sociales. Para este propósito, los libros textos relevantes también se deben recopilar.

La reforma en la educación en ingeniería es un tema complicado. Este artículo solo discute una parte importante de ella. Si hay correcciones sobre los puntos débiles de este artículo, ellas son bienvenidas.

*Es bien sabido que la aplicación del TQC (Total Quality Control/TQM (Total Quality Management)) en la industria ha ayudado a la recuperación de la economía Japonesa después de Segunda Guerra Mundial, pero igualmente se sabe que la JUSE (Union of Japanese Scientists and Engineers) ha estado jugando el papel de vehículo de cooperación Universidad-Industria durante la promoción del TQC/TQM en la sociedad Japonesa. Aun cuando los niveles de admiración se han disminuido apreciablemente y se han ofrecido pocas oportunidades de sus escalones dentro de las compañías, en este artículo el caso de Central Electric de Calidad que se ofrece en JUSE se toma como un buen ejemplo de la cooperación Universidad-Industria y se presenta como una práctica eficaz para los países en desarrollo.*

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 Papel del TQC/TQM en el éxito de la economía japonesa

Puesto que la NBS de los Estados Unidos emitió en 1980 un informe especial sobre la QM (Quality Management) en el Japón, cuya actividad inició "¿Japón puede, por qué nosotros no podemos?" la QM en Japón ha llamado la atención de todos los países del mundo. La actividad del Círculo QC (Quality Circle), un pequeño grupo cuya primera línea trabaja con un mecanismo de manejo participativo, ha sido adoptado en muchos países del mundo como un movimiento nacional para promover el Manejo de la Calidad bajo los nombres de: Mesa de la Calidad y Distinción Nacional de la Calidad que se han instaurado en diferentes países incluyendo los Estados Unidos. Los métodos y principios adoptados en la serie de normas internacionales ISO 9000 sobre sistemas de

# **OTRO SECRETO DEL ÉXITO JAPONÉS: PAPEL DE JUSE COMO UN VEHÍCULO DE COOPERACIÓN UNIVERSIDAD-INDUSTRIA PARA PROMOVER EL TQM EN JAPÓN**

*K. Ayano, Ph.D.  
Tokai University, Japan*

## **Resumen**

*Es bien sabido que la aplicación del TQC (Total Quality Control)/TQM (Total Quality Management) en la industria ha ayudado a la recuperación de la economía Japonesa después de Segunda Guerra Mundial, pero escasamente se sabe que la JUSE (Union of Japanese Scientists and Engineers) ha estado jugando el papel de vehículo de cooperación Universidad-Industria durante la promoción del TQC/TQM en la sociedad Japonesa. Aun cuando los cursos de adiestramiento se han diseñado especialmente y se han ofrecido para cada uno de los escalones dentro de las compañías, en este artículo, el curso de Control Básico de Calidad que se ofrece en JUSE se toma como un buen ejemplo de la cooperación Universidad-Industria y se presenta como una práctica estándar para los países en desarrollo.*

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Papel del TQC/TQM en el éxito de la economía japonesa**

Puesto que la NBC de los Estados Unidos transmitió en 1980 un informe especial sobre la QM (Quality Management) en el Japón, cuya actividad tituló "Si Japón puede, por qué nosotros no podemos?", la QM en Japón ha llamado la atención de todos los países del mundo. La actividad del Círculo QC (Quality Circle), un pequeño grupo cuya primera línea trabaja como un mecanismo de manejo participativo, ha sido adoptado en muchos países del mundo como un movimiento nacional para promover el Manejo de la Calidad bajo los nombres de Mes de la Calidad y Distinción Nacional de la Calidad que se han instituido en diferentes países incluyendo los Estados Unidos. Las técnicas y principios adoptados en la serie de normas internacionales ISO 9000 sobre sistemas de

calidad reflejan muchas de las características de manejo de la calidad en la industria Japonesa.

Aun cuando la economía Japonesa actualmente se encuentra en recesión, debido al surgimiento de la llamada economía de burbuja en 1991, el crecimiento exitoso de la economía Japonesa a través de la aplicación del TQC/TQM después de la Segunda Guerra Mundial hasta 1980 puede muy bien ilustrar la historia de las industrias Japonesas y los conflictos comerciales resultantes entre el Japón y los países de Occidente y es aún un buen ejemplo del desarrollo nacional en los países en desarrollo.

Antes de la Segunda Guerra Mundial, las mercancías Japonesas se caracterizaban por ser "baratas, pero de pacotilla". Aun cuando se habían hecho algunas investigaciones en QC por parte de algunos estudiantes antes de la segunda guerra mundial, fue después de que el Grupo de Investigación QC se organizó en la JUSE (Union of Japanese Scientists Engineers), en 1949 que los estudios y seminarios en QC comenzaron prácticamente en Japón. La Asociación Japonesa de Normas inició también seminarios en QC en el mismo año. Los dos más prominentes investigadores de QC, W. Edward Deming en 1950 y J. M. Juran en 1954 vinieron a Japón mediante invitación de JUSE, dieron seminarios y estimularon a los administradores japoneses. En 1951, JUSE y la Conferencia Anual para el Control de la Calidad establecieron el Premio Deming que comenzó a ser entregado anualmente. Muchos cursos de diferentes niveles y para varios campos se han ofrecido desde entonces y el número de graduados de estos seminarios, considerando las dos organizaciones, alcanzó un total superior a las 400.000 personas en 1990.

En el caso del gobierno, se estableció la ley Japonesa para las normas industriales y JIS (Japan Industrial Standards) aparece como un sistema instituido en 1949. En 1953 se establecieron las JIS para QC y en 1960, se designó noviembre como el Mes de la Calidad y varios eventos iniciaron su realización a escala nacional.

Al iniciar el año de 1950, las industrias Japonesas empezaron a introducir las nuevas técnicas estadísticas que se aplican a QC, las cuales están centradas en una Carta de Control que se inventó W. A. Shewhart, para ser anexada con el Control de la Calidad de toda la Compañía y que se basa en el concepto de Control Total de Calidad propuesto por A. V. Fiegenbaum a fines de 1950. Sin embargo, en ese momento solo había unos pocos productos que eran apreciados ampliamente por su calidad.

Hacia mediados de 1956, se reconoció que QC era importante en el trabajo de piso de las plantas y la educación para los capataces y los supervisores de primera línea se inició; la Revista "*Plant Floor and QC (ahora "QC Circle")*" inició su publicación y el movimiento QC Circle se inició en 1962. El número de QC Circles y los miembros registrados en las Oficinas Centrales de QC Circle era a finales de 1995 de casi 400.000 y 3.000.000 respectivamente.



JUSE inició en 1965 los Simposios Semi-anales de Control de Calidad y el primer Congreso Nacional en Control de Calidad se realizó en Tokio en 1969, el cual es llevado a cabo cada tres años en Japón, Estados Unidos y Europa. Hacia fines de 1960, debido al rápido crecimiento Japonés, el número de productos que alcanzó alta reputación en el mercado mundial comenzó a incrementarse debido al mejoramiento de la calidad de los productos Japoneses. La nueva forma de administrar en función del control de la calidad Japonesa se había establecido en esa series de eventos.

Iniciando los 70's, el ambiente de la nación y de las compañías llegó a ser muy inestable y fluido. Se inició con los dos así denominados "sobresaltos del aceite", el ahorro de recursos, el ahorro de energía, la conservación ambiental, el cambio monetario extranjero inestable, los conflictos de política internacional y los conflictos comerciales llegaron a convertirse en obstáculos para la economía Japonesa. La rápida recuperación económica comparada con la de otras naciones venció aquellos obstáculos mediante la aplicación del TQC/TQM en la industria del Japón.

Hacia 1980, la NBC lanzó un programa especial, se inició internacionalmente una especie de auge del QC y la aplicación del QC se propagó a otros campos aplicados: se inició desde las funciones de las oficinas, las ventas y los servicios dentro de la industria fabricante hasta las industrias terciarias tales como bancos, hoteles, almacenes de venta al menudeo y posteriormente las organizaciones públicas.

El Japón está ahora comprometido con la cooperación internacional a través del QC, aceptando adiestramientos, enviando instructores y realizando seminarios en el exterior. Japón está participando también en las actividades de ISO y de otras organizaciones internacionales como promoción de la práctica del TQC/TQM a escala global.

## **1.2 ¿Qué es JUSE y cuál es su Papel en la Promoción de TQC/TQM en Japón ?**

JUSE es una fundación jurídica establecida en 1946 como una asociación afiliada a la Agencia de la Ciencia y Tecnología del Gobierno del Japón. En un comienzo, JUSE trabajó principalmente para el gobierno Japonés, pero a fines de la Segunda Guerra Mundial se había convertido en un grupo de Control Estadístico de la Calidad donde el Dr. Ishikawa fue uno de sus miembros. El primer seminario en control estadístico moderno de la calidad se realizó en 1949, el cual se denominó posteriormente QC Basic Course (QCBC) y que es el principal tema que se discute en detalle posteriormente en este artículo.

Comenzando con el QCBC, JUSE inició varios seminarios sobre materias administrativas relacionadas como Investigación de Operaciones, Ingeniería Industrial, Ingeniería de Confiabilidad e Investigación de Mercados de acuerdo a los organigramas de la compañía, incluyendo los mandos superiores. JUSE co-

ordina el envío de especialistas a aquellas compañías que requieren asesoría en la promoción de TQC/TQM.

JUSE ha sido co-patrocinador de varios eventos tales como las Conferencias de Calidad, seminarios regionales especiales durante el Mes de la Calidad, celebrado anualmente en noviembre, en cooperación con la Asociación Japonesa de Normas, mientras que ellos organizan el simposio anual QC. JUSE también es la organización conocida en donde opera el comité del Premio Deming que entrega las distinciones del mismo; las oficinas centrales de QC Circle, entidad que organiza las actividades del círculo QC en todo el Japón; y la Sociedad Japonesa para el Control de Calidad, que es una sociedad académica sobre Control de Calidad en Japón.

Aún cuando JUSE hace solo el papel de secretariado en cada una de estas actividades, realiza un importante trabajo como vehículo de la Cooperación Universidad-Industria para promover TQC/TQM en el Japón. Lo más típico es el curso de entrenamiento en Control Estadístico de la Calidad, denominado QCBC y que se discute en detalle acá.

## **2. QCBC PARA ENTRENAR INGENIEROS QC BAJO EL MODELO DE COOPERACIÓN UNIVERSIDAD - INDUSTRIA**

### **2.1 ¿Cómo se inició ?**

QCBC se inició originalmente a partir del Grupo de Investigación que se organizó en JUSE como un vehículo para investigar las tecnologías extranjeras en la mitad de la Segunda Guerra Mundial, y sus miembros eran principalmente investigadores académicos. El grupo investigador reconoció la importancia de aplicar métodos estadísticos a la industria, y el curso de adiestramiento fue organizado para invertir los fondos recibidos de las compañías patrocinadoras que eran miembros de JUSE, con el fin de continuar las investigaciones y entregar rápidamente los resultados de las mismas. Para entregar la investigación, el grupo investigador adoptó un estilo de seminario, organizando grupos de investigación QC con la participación como miembros principales de las compañías contribuyentes y el primer QCBC se realizó en 1949, cuando el seminario se convirtió en pequeños seminarios centrados en la introducción de la literatura extranjera en el QC.

A partir del segundo seminario realizado en 1950, donde se buscó en fomento de los ingenieros QC, se prepararon textos y el currículo ya incluía investigación de grupo, ejercicios y tareas, características de los seminarios actualmente ofrecidos, en su forma original.

Desde que ésto se inició, el número acumulado de estudiantes de seminario alcanzó casi 30.000 al finalizar el año fiscal (Fig. 1).

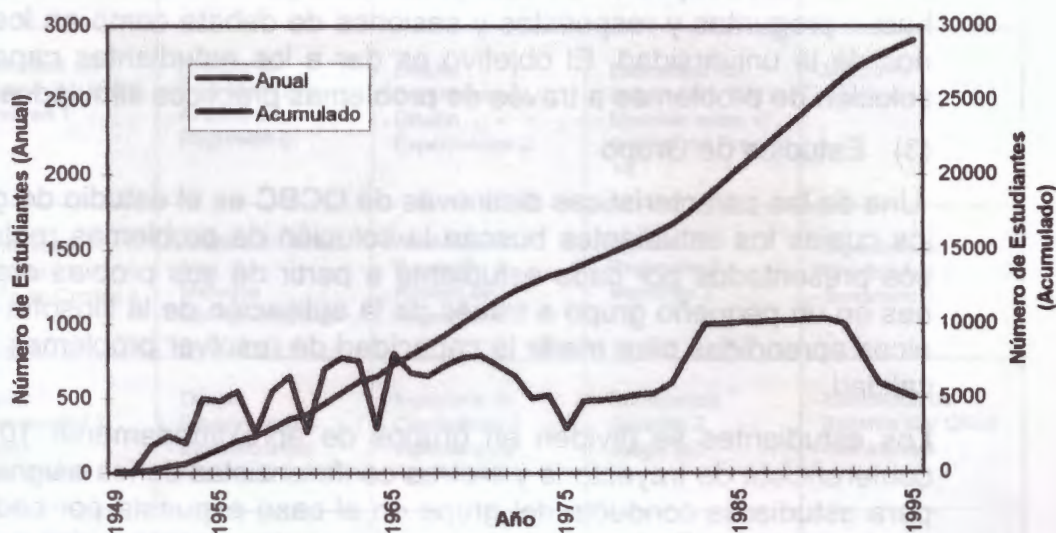
## 2.2 El perfil del QCBC

QCBC, tal como se ofrece hoy en día, es el producto de 45 años de experiencia y como no puede ser suficientemente explicado en un pequeño artículo, se ofrece a continuación un perfil del programa.

### 1) Objetivos del Curso

QCBC tiene como meta dar adiestramiento al personal que después de graduado llega a convertirse en el núcleo de la actividad TQM en una compañía a través del estudio de la filosofía del Control Estadístico de la Calidad y el conocimiento básico de las herramientas estadísticas y su aplicación y por otra parte, se busca fomentar la capacidad de resolver problemas prácticos como los indicados a continuación y promover la actividad de mejoramiento constitucional en una compañía.

Figura 1. Número de Estudiantes a JUSE - QCBC



(1) Cómo establecer racionalmente las normas de calidad y ejecutar la revisión, la acción y el mejoramiento de las normas de calidad.

(2) Investigación de los materiales y partes que llegan, racionalización del proceso de trabajo a través del análisis y prevención de defectos.

(3) Educación y entrenamiento apropiados a la primera línea del personal.

(4) Cómo aclarar la situación de calidad de los productos de la compañía y tomar acciones para responder las demandas del mercado.

## 2) Currículo del Curso

QCBC es el curso más largo y comprensivo dentro del grupo de seminarios similares dados a los estudiantes, adiestrados por la industria, el cual se estructura alrededor de los siguientes cuatro componentes:

### (1) Conferencias

En la Tabla 1 se dan los temas dictados durante el curso. La conferencia será dada por uno o dos conferencistas en cada unidad. Aun cuando se entregan algunos ejercicios durante la conferencia de una hora, el objetivo de la conferencia es dar la base de la filosofía y la teoría de las herramientas y técnicas QC.

### (2) Tareas y Seminarios

Cada mes se asigna un trabajo a los estudiantes consistente en la solución de un problema, donde se simula la situación de solución de un problema real que puede ser resuelto usando las técnicas aprendidas, y las soluciones son entregadas a los profesores para evaluación. Tomando como base el análisis del problema caso presentado por uno de los estudiantes, se hacen preguntas y respuestas y sesiones de debate como en los seminarios de la universidad. El objetivo es dar a los estudiantes capacidad de solución de problemas a través de problemas prácticos simulados.

### (3) Estudios de Grupo

Una de las características distintivas de QCBC es el estudio de grupos en los cuales los estudiantes buscan la solución de problemas reales de casos presentados por cada estudiante a partir de sus propias organizaciones en un pequeño grupo a través de la aplicación de la filosofía y las técnicas aprendidas para medir la capacidad de resolver problemas reales de calidad.

Los estudiantes se dividen en grupos de aproximadamente 10 y ha un conferencista de trayectoria y a otros conferencistas se les asigna el grupo para estudiar la conducta del grupo en el caso expuesto por cada uno de los estudiantes. Cada uno de los conferencistas orienta a dos estudiantes en la solución individual de su problema caso (Fig.2).

### (4) Ensayo con Estudiantes

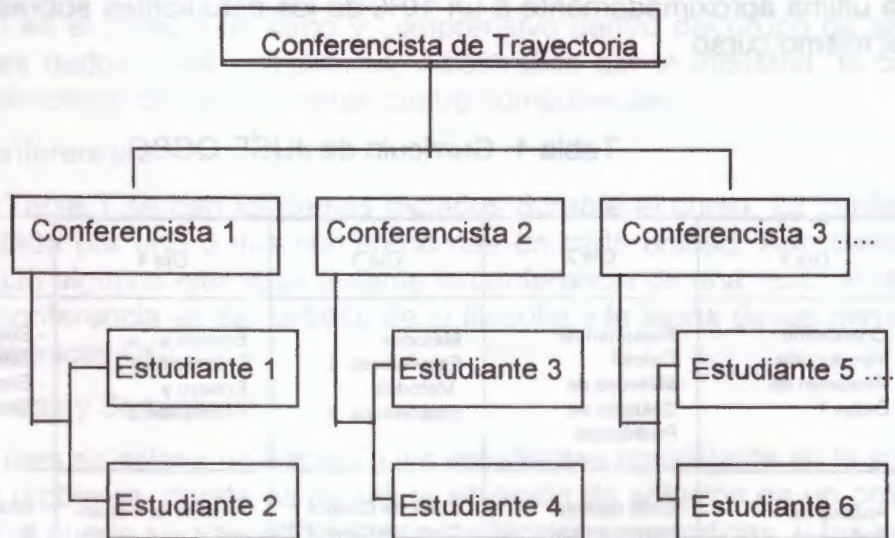
Al iniciar cada mes, a partir del segundo, a los estudiantes se les entrega los exámenes sobre el contenido de las conferencias que ellos han recibido en el mes anterior. El principal objetivo de los exámenes es darle a los estudiantes un incentivo para estudiar y evaluar su propia capacidad y prepararse para las sesiones siguientes, pero el resultado de los exáme-

nes también se analiza para evaluar los niveles de comprensión de los estudiantes. Para reconocer estos esfuerzos, a los estudiantes se les otorgan dos distinciones, "Basic Award" y "Excellence Award" de acuerdo a los resultados obtenidos por parte del estudio en grupo y la participación en los seminarios. La primera se entrega al estudiante de mejor desempeño y la última aproximadamente a un 10% de los estudiantes sobresalientes en el mismo curso.

Tabla 1. Currículo de JUSE QCBC

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
1er. mes	- Orientación - Introducción - Resumen de Datos 1	- Resumen de Datos 2 - Métodos de Solución de Problemas	- Métodos Estadísticos 1 - Métodos Estadísticos 2	- Ensayo y Estimación 1 - Ensayo y Estimación 2	- Ensayo y Estimación 3 - Ensayo y Estimación 4
2o. mes	- Análisis de Atributos 1 - Mejoramiento y Control de Calidad	- Siete nuevas Herramientas para QC - Inspección de Muestras	- Carta de Control 1 - Carta de Control 2	- Análisis de Varianza 1 - Análisis de Varianza 2	- Análisis de Varianza 3 - Seminario 1
3er. mes	- Elementos del Sistema Q y QM 1 - Muestreo 1	- Análisis de Regresión 1 - Análisis de Regresión 2	- Diseño Experimental 1 - Diseño Experimental 2	- Elementos del Sistema Q y QM 2 - Ejercicio sobre el Análisis del Proceso	- Muestreo 1 - Seminario 2
4o. mes	- Conferencia Especial 1 - Carta de Control 3	- Análisis de Atributos 2 - Métodos No-Paramétricos	- Análisis de Regresión 3 - Análisis de Regresión 4	- Análisis de Regresión 5 - Muestreo 2	- Ingeniería de Credibilidad 1 - Seminario 3
5o. mes	- Diseño Experimental 3 - Diseño Experimental 4	- Diseño Experimental 5 - Elementos del Sistema Q y QM 3	- Ingeniería de Credibilidad 2 - Ingeniería de Credibilidad 3	- Conferencia Especial 2 - Juego QC	- Elementos del Sistema Q y QM 4 - Seminario 4
6o. mes	- Elementos del Sistema Q y QM 5 - Conferencia Especial 3	- Elementos del Sistema Q y QM 6 - Manejo del CWQC	- Historia y Desarrollo de QM - Evaluación Sensorial y Calidad Sensorial	- Métodos de Optimización - Presentación de Estudios en Grupo 1	- Seminario 5 - Presentación de Estudios en Grupo 2

Fig. 2. Estructura del Estudio de Grupo en QCBC



### 3. EL PAPEL DE JUSE COMO UN VEHÍCULO PARA LA COOPERACIÓN UNIVERSIDAD-INDUSTRIA

La Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses, puesto que es una fundación jurídica establecida como una asociación afiliada a la Agencia de Ciencia y Tecnología del Gobierno Japonés, solo efectúa el secretariado en los seminarios y cursos que se ofrecen, pero ha estado jugando un importante papel como vehículo de la cooperación Universidad-Industria en la promoción de TQC y TQM dentro de la sociedad Japonesa. Los fondos para la operación de esta organización provienen principalmente de los derechos de asociación de las compañías patrocinadoras en la industria, las cuales reconocen el mérito del papel desempeñado por JUSE y los derechos para participar tanto en seminarios como en talleres.

En el caso del desarrollo y divulgación de nuevas técnicas y métodos, el trabajo se realiza como se indica a continuación.

JUSE usualmente coordina varios grupos de investigación en nuevas técnicas y métodos, con miembros que provienen de las universidades y profesionales de la industria. Los frutos de estos grupos de investigación usualmente producen nuevos cursos de entrenamiento sobre nuevos tópicos. Los grupos de investigación más conocidos son el "N7 (Siete Nuevas Herramientas de Admi-

nistración para el Control de Calidad) y el QFD (Despliegue de la Función de Calidad)". Un producto reciente de tal grupo de investigación es la recopilación de "Siete Herramientas para la Planeación (P7)" que se anunció en 1995.

Los conferencistas y los instructores son seleccionados entre los académicos y los profesionales de la industria que han mostrado avances excelentes en aquellos grupos de investigación, para así divulgar los frutos de tales investigaciones, como es la tradición de QCBC. Aun cuando el curso QCBC se ha ofrecido durante más de 45 años, el mecanismo para continuar el papel de vehículo para la cooperación Universidad-Industria se conserva y se discutirá en detalle posteriormente.

### 3.1 La Cooperación Universidad-Industria en QCB

QCB se ha organizado tradicionalmente por medio del esquema de cooperación Universidad-Industria desde sus inicios. Las siguientes son las características de QCBC a partir de la perspectiva de cooperación Universidad-Industria.

1) *Estudiantes avanzados de las universidades a quienes se les permite participar en el curso libre en funciones de secretariado.*

QCBC ha estado tradicionalmente ofreciendo oportunidades a los estudiantes de educación superior para estudiar QC gratis y en su lugar desempeñar funciones de secretariado en el seminario. La obligación de los estudiantes al participar en el curso es llevar el registro de las conferencias dadas por los conferencistas, resumiendo el contenido de las mismas y la evaluación de los exámenes. Los registros se han usado para ser impresos como material de conferencias mediante revisiones que hacen los estudiantes de la industria, pero actualmente solo se usan como referencia para aquellos estudiantes que no han podido asistir a las conferencias dado su trabajo inevitable en sus propias compañías. La nota de los exámenes se le da a aquellos estudiantes que tienen la oportunidad de revisar el contenido de las conferencias averiguando donde se presentaron las fallas existentes. Se espera que los estudiantes de educación superior continúen sus estudios académicos en QC y trabajen con el tiempo ayudando a los instructores y conferencistas del curso cuando el tiempo lo permite, aun cuando pueden ser empleados por parte de una industria privada. Puesto que el número de participantes en un curso está limitado a unos pocos, los conferencistas e instructores son reclutados del campo académico en esta forma.

2) *Profesionales de Calificaciones Excelentes son Reclutados como Instructores y Conferencistas.*

Con frecuencia, aquellos estudiantes de la industria que han recibido una "Basic Award" o una "Excellence Award", se contratan para que sean conferencistas o instructores cuando así se requiera. La disposición del estudio de grupo hace que dos estudiantes tengan un instructor, quien los aconseja en los pro-

yectos de solución de problema que JUSE requiere para preparar casi la mitad de los instructores del número de estudiantes que participan a la vez en QCBC. Lo anterior hace que JUSE tenga un inventario de instructores y conferencistas para continuar con esta disposición. El hecho de ser llamado como instructor y conferencista de JUSE le da a los estudiantes un prestigio de ser reconocidos como excelentes y el sentimiento que ellos esperan de llegar a ser los líderes en QM dentro de la sociedad Japonesa. Las compañías que envían estudiantes se sienten también honradas cuando tienen que enviar conferencistas e instructores al seminario.

3) *Se espera que los Alumnos desarrollen Materiales y Herramientas del Curso.*

Aún cuando usualmente solo hay cambios menores en el currículo de QCBC, cada vez que un curso se termina, éste es periódicamente revisado y aproximadamente cada diez años se revisan los textos. La preparación de los materiales y herramientas del curso se espera usualmente que sea un trabajo de los alumnos en la universidad, aun cuando hay excepciones. Recientemente, el material del curso se ha revisado casi que completamente para hacer notar las necesidades de entrar dentro de la educación de los cursos con ayuda del computador. El programa de computador para "juego QC" o el programa de simulación para el diseño industrial experimental y el QCAS (Quality Control Assisting System) para análisis estadístico de problemas de calidad que se usan en QCBC fueron originalmente desarrollados por los conferencistas e instructores de QCBC. Un programa de computador para mostrar resultados simulados de teorías estadísticas se desarrolló a través de un proyecto de grupo, el cual estaba compuesto tanto por instructores como conferencistas de la academia y de la industria.

4) *Alumnos a los que se les da la Oportunidad de Estudiar Problemas Prácticos que se presentan en la Industria*

Como lo sugiere la frase "torre de marfil", los académicos tienen la tendencia a encerrarse sin tener en cuenta la aplicación en problemas industriales reales. El estudio del control de la calidad y su manejo requiere con frecuencia estudiar problemas reales de la industria. Si alguien está trabajando en una universidad para realizar su propio trabajo, no tiene oportunidad de estudiar las aplicaciones reales de los resultados de su investigación, si no tiene ningún vínculo personal con la industria. La disposición del estudio de Grupo en la solución de casos de problemas reales planteados por los estudiantes de QCBC le da a los alumnos participantes en el curso, unas buenas oportunidades de conocer las necesidades reales de la industria dentro de nuestro propio campo de investigación y estudiarlas desde el punto de vista de su propia especialidad, desarrollando así nuevas técnicas y métodos que responden a las necesidades reales de la industria.



#### 5) *Beneficios de las Compañías que envían Estudiantes a QCBC*

Desde la perspectiva de las compañías que envían estudiantes a QCBC, aun cuando el propósito principal es el adiestramiento y la educación de su personal en QCBC, tienen otros beneficios para ellas dentro de la disposición del estudio de grupo. Cada grupo de estudio tiene aproximadamente cinco conferencistas e instructores con antecedentes variados y los estudiantes tienen la oportunidad de recibir asesoría multi-disciplinaria en la solución de sus propios problemas. La disposición de asignar dos estudiantes a un instructor, para que los asesore en sus proyectos de solución de problemas durante seis meses, con frecuencia ofrece a las compañías la oportunidad de recibir asesoría individual en la solución de problemas que ellos tendrían que pagar si lo hicieran individualmente. Con frecuencia se presentan casos donde un proyecto de solución de problemas a través de un estudio de grupo finaliza con efectos mejoradores que producen anualmente a las compañías un millón de yens.

#### 6) *Transferencia de Tecnología Inter-Industrial se presenta en los Estudios de Grupo*

QCBC no discrimina a las industrias y los estudiantes que pertenecen a un Estudio de Grupo con frecuencia son estudiantes de varias industrias, de alta tecnología, de duro a suave. Durante los estudios de solución de problemas de casos desde el punto de vista común de control de calidad/manejo, ocurre una transferencia de tecnología inter-industrial en la solución de problemas entre aquellos estudiantes, puesto que los estudiantes son mezclas de aquellas compañías a las que ya se les ha otorgado el Premio Deming y aquellos que solamente se inician dentro de la introducción al control de calidad. Aquellos participantes de compañías nuevas dentro de su campo pueden aprender una cantidad de experiencias de otras industrias a través de la interacción con estudiantes de otras áreas de su trabajo y las industrias contribuyen a una diseminación más rápida de TQC/TQM en comparación con otros países.

### 4. CONCLUSIÓN

Este artículo ha discutido el papel de JUSE como un vehículo para la cooperación Universidad-Industria con el fin de promover TQC/TQM dentro de la sociedad Japonesa. Se sabe que la práctica de TQC/TQM ha contribuido a la rápida recuperación de la economía Japonesa después de la Segunda Guerra Mundial, pero la aplicación individual de TQC/TQM a las compañías individuales no contribuye en sí mismo a la economía como un todo.

El papel desplegado por JUSE como un vehículo para la cooperación Universidad-Industria dentro de la promoción de TQM en la sociedad Japonesa,

seleccionando aquellas personas talentosas que se convierten posteriormente en líderes para promover las amplias actividades en su propia organización y trabajar como líderes de QM en la sociedad Japonesa, no puede ser sobrestimado.

El currículo del curso de QCBC ofrecido por JUSE tiene más de 45 años de experiencias fomentando el talento de las personas tanto de la academia como de la industria.

Espero que el tema presentado en este artículo contribuya por lo menos a la construcción de las economías nacionales de los países en desarrollo.

### **AGRADECIMIENTOS**

La mayoría de los datos tienen como base el conocimiento que he adquirido a través de mi propia experiencia como uno de los secretarios del QCBC y como consejero de las Oficinas Centrales del Círculo QC. Quiero dar especiales agradecimientos a Mr. Matoi de JUSE por recopilar para este artículo el número exacto de estudiantes que han participado en QCBC.

### **REFERENCIAS**

1. QC Diary, JUSE, 1996.
2. Kurogane, K: de., Hinshitsu Kanri Seminar Basic Course 40 Years Records, JUSE, 1989.

## **INNOVACIONES EN ADIESTRAMIENTO USANDO MULTIMEDIA**

*John Waddick*

*Otago Polytechnic Private bag 1910,  
Dunedin, New Zealand*

### **RESUMEN**

*Este artículo examina el estudio de un caso donde el uso de una aplicación de multimedia diseñada en Otago Polytechnic se ha aplicado para facilitar la enseñanza de la operación del equipo técnico. La operación de un espectrofotómetro uv/vis usado para analizar concentraciones de substancias trazas en metales y en una variedad de muestras acuosas constituye parte de un número de cursos. La instrucción del manejo de este equipo, al igual que en muchos otros casos similares, demanda una gran carga cognoscitiva por parte del estudiante. Se requieren habilidades de manipulación y conocimiento de los procesos interpretativos. Las aplicaciones bien diseñada de multimedia ofrecen un potencial en la reducción del tiempo que se requiere para la instrucción formal y un ahorro en el desmejoramiento del equipo actual. Los métodos de instrucción potencialmente exitosos ofrecen ahorros significativos en el entrenamiento de ingenieros y tecnólogos y a la vez, prometen una enorme economía a la industria, particularmente en cuanto a la habilidad de mejorar la precisión y las repeticiones de los análisis. Estos son importantes, a manera de ejemplo, en la producción de oro y otros metales costosos. En este estudio se usó la multimedia junto con la simulación interactiva para determinar si a través de este medio de instrucción era posible tener una educación exitosa. Este artículo discute los logros alcanzados en el estudio y presenta una demostración del software usado.*

### **1. INTRODUCCIÓN**

El uso de aparatos técnicos es una parte importante del primer año de escuela post-secundaria, dentro del curso de química NZCS (New Zealand Certificate of Sciences). Este curso es nacional y se dicta en los politécnicos a los centros superiores que existen alrededor del país, y los estudiantes que lo toman desean, por lo regular, trabajar como técnicos en los laboratorios. El curso

es de 170 horas y comprende una clase teórica de 2 horas por semana, 1 sesión práctica semanal de 2 horas y un tutorial de 1 hora por semana durante 34 semanas, de las cuales dos se dedican a espectrofotometría.

El espectrofotómetro es un instrumento ampliamente usado tanto en la industria, como en la investigación y la enseñanza, cuyo propósito es medir la resistencia de soluciones desconocidas. Esto se logra calibrando la máquina en cero e insertando luego un conjunto de soluciones de concentración conocida a las cuales se les domina estándares. La solución desconocida se coloca a continuación y un aparato de lectura da un valor que relaciona la concentración relativa con la concentración estándar.

El uso de un espectrofotómetro involucra un número de etapas y el uso de considerables habilidades de la química clásica húmeda. Además, se deben hacer algunos cálculos con los datos resultantes. En el pasado, los estudiantes han comentado que encuentran esta etapa como de difícil trabajo, ya que ellos no solamente necesitan ser capaces de lograr los requerimientos físicos y operar la máquina, sino que además necesitan efectuar operaciones matemáticas con los resultados.

La calibración inicial en cero de la máquina, de acuerdo a la experiencia del autor, es la parte más difícil. Actualmente existen pequeños grupos de instrucción, los cuales al repetirse a un número grande de grupos resultan muy costosos en cuanto a tiempo del conferencista. Si la cantidad de tiempo de demostración por parte del conferencista se puede reducir exitosamente, habrá más tiempo disponible para que el conferencista pueda ayudar a los estudiantes en sus bases individuales.

Es importante investigar si el uso de los computadores va a apoyar el aprendizaje en forma real. Los computadores tienen muchos atributos que benefician a los estudiantes y que estos incluyen como un paso individual del aprendizaje, un progreso en la retroalimentación inmediata y privada, así como las ventajas en cuanto al uso de la simulación (Hopper, 1988). Trentín (1992) considera que es importante que se reconozca al computador como una forma de ayudar a los estudiantes en la construcción del aprendizaje y también cree que es importante que ellos estén más activos que pasivos en este aprendizaje. Birk (1992) afirma que en la enseñanza de la química el computador se podría usar como una herramienta y que este ofrecería un ambiente de aprendizaje que tiene una estructura inferior a la de los ambientes tradicionales.

Sprague y Ridgway (1993) miraban el uso del computador en la química para simular los equipos y concluían que si el computador reemplaza las formas tradicionales de instrucción habría problemas con los estudiantes, a quienes les falta la comprensión de los conceptos básicos cuando el computador realiza toda la interpretación. Birk (1992) previene sobre el uso de los computadores, los cuales pueden ser problemáticos debido a la complejidad de preguntas que se pueden efectuar.

El uso de la simulación es de interés para los profesores y para los instructores en la industria, quienes están considerando al computador como una base de los métodos de educación y aprendizaje. El uso de la simulación es uno de los principales beneficios de los computadores en la enseñanza de las ciencias (Hodson, 1988). Aun cuando hay simulaciones en el computador disponibles en el campo de la enseñanza de la química, muchos estudios de investigación se enfocan en la capacidad de adquisición de información del computador tal como el uso de hojas electrónicas (como ejemplo ver Edwards et al. 1992), mientras que otros informes son únicamente descriptivos y le dan poca importancia a las formas en que el computador se utiliza y sus efectos sobre los estudiantes. Los efectos de multimedia y específicamente el uso del video digital, se consideran como una nueva área. En la educación generalmente ha habido críticas sobre la apropiación de muchos de los programas existentes (Wright, 1990) así como los muchos intentos para usar el computador no han tenido realmente ventajas en cuanto a las características benéficas del mismo.

Las simulaciones en química ofrecen beneficios de seguridad y velocidad, así como resultados predecibles, los cuales permiten que una retroalimentación inmediata tenga lugar y puedan hacer las correcciones, si esto ocurre en una forma no amenazante, Hopper, 1988). Van dam (1984) refuerza la importancia de asegurar que la simulación es una representación confiable del proceso real y señala que es importante que las personas que la realizan tengan en cuenta el tamaño pequeño de la pantalla del computador lo cual no hace posible que se legre la información con facilidad. Matta y Kern (1989) han establecido un marco de trabajo para la investigación en el computador hacia el aprendizaje y este estudio se basa en una metodología de comparación de diferentes sistemas de entrega de enseñanza.

## 2. METODOLOGÍA

Se probaron cuatro subhipótesis para confirmar la hipótesis principal ( $H_s$ ), que ésta simulación en el computador es efectiva como una herramienta de enseñanza.

Esto es : el uso de esta simulación en el computador en espectrofotometría cuando se le compara con un conferencista que hace un enfoque centrado en la demostración y la explicación, producirá una diferencia no significativa de acuerdo a lo siguiente :

- La habilidad para colocar la máquina exactamente en cero ( $H_1$ )
- El tiempo tomado a partir del cero de la máquina ( $H_2$ )
- La cantidad de veces que se le da ayuda (casos de confusión) ( $H_3$ )
- La confianza de los estudiantes en la operación de la máquina ( $H_4$ )

Hubo diez estudiantes en el estudio, siete mujeres y tres hombres, ninguno de ellos había usado la máquina antes. Nueve de los estudiantes eran de tiempo completo y uno de tiempo parcial con un empleo de tiempo completo en un laboratorio de investigación. Nueve eran ciudadanos de Nueva Zelanda y una de las mujeres era de la islas Solomón. Siete de los estudiantes habían estado en el colegio el año anterior, uno había estado anteriormente en la universidad y los otros dos eran de los denominados estudiantes "maduros" o sea mayores de 30 años. En la opinión del autor esta es una distribución regularmente típica de los estudiantes matriculados en este curso en los años recientes.

## 2.1 El Software

El software utilizado forma parte de un paquete comercialmente disponible de instrucción más extensiva producido por Otago Polytecnic y escrito usando el Macromedia Director<sup>TM</sup>. Los participantes utilizaron computadores Macintosh LCII, aun cuando los programas de computador pueden ser corridos en PC que tengan Quicktime para Windows<sup>TM</sup>. El programa de computador que se utilizó en este proyecto fue probado primero ensayándolo con cinco personas que no habían operado antes un espectrofotómetro, y esto identificó algunos puntos de confusión tales como el rotulado de las partes de la máquina y la identificación de los botones de la pantalla del operador que necesitan ser operados con el mouse. El programa simula el montaje y uso del espectrofotómetro "Shimadu UV-120-02", máquinas que son usadas ampliamente en ensayos industriales y educativos. El programa muestra al estudiante un dibujo representativo del espectrofotómetro y el botón de la pantalla mediante el cual el estudiante puede tener acceso a 65 videoclips que han sido tomados por el conferencista y digitalizados (ver Fig.1). El uso del videoclip es opcional y se puede tener acceso a partir del mismo, o en cualquier momento durante la enseñanza y ellos pueden mostrar todo el video o cualquier parte del videoclip tan a menudo como se requiera. Los estudiantes pueden controlar el video haciendo una pausa, avanzando o retrocediendo de acuerdo a sus necesidades.

La simulación permite usar la capacidad del computador mediante la interacción y retroalimentación inmediata, pero también permite a los estudiante trabajar dentro de una etapa individual. A la simulación se puede tener acceso en cualquier momento y las sesiones se pueden repetir. La simulación refleja los pasos que se toman en la operación del espectrofotómetro real, en el cual hay botones que deben ser ajustados y muestras que se colocan en la máquina. En la misma simulación esto se logra usando el mouse y haciendo click con el dedo

del cursor sobre un frasco que permite que la muestra sea vertida en un tubo de ensayo de vidrio. El sonido al verter el líquido acompaña el proceso visual seguido por la apertura de la cubierta del espectrofotómetro junto con la animación que deja ver que se está insertando la muestra.

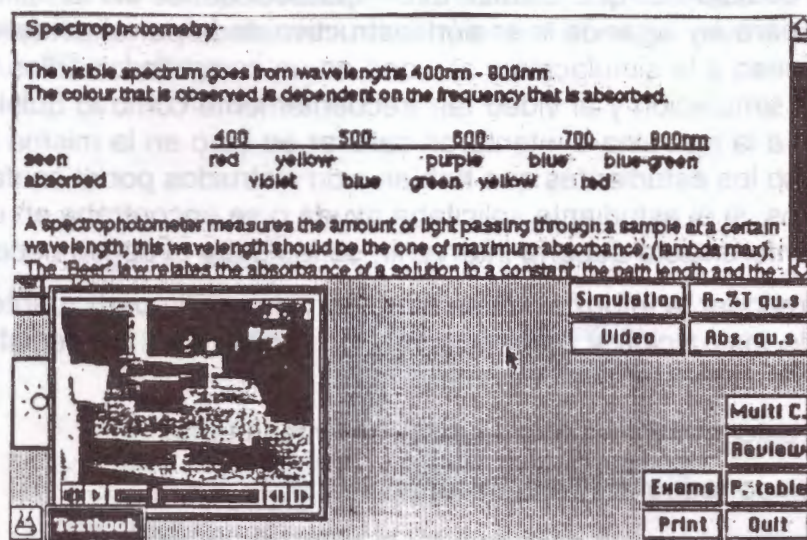


Figura 1. Una pantalla del computador muestra el video digital y el espectrofotómetro simulado.

## 2.2 Diseño Experimental

Este fue un estudio de comparación con dos muestras independientes de estudiantes a quienes se les pidió calibrar en cero el espectrofotómetro. Diez estudiantes tomaron parte en el estudio, cinco fueron instruidos por el conferencista y otros cinco tomaron parte en la simulación del computador. Los estudiantes que recibieron la demostración por parte del conferencista se alternaron con los estudiantes que usaron el computador. La muestra tomada de una clase de 20 estudiantes se seleccionó utilizando una tabla de números al azar. Cuando se realizó el estudio no hubo más estudiantes en el salón para disminuir los efectos de influencias externas que causaran distracción.

A todos los estudiantes se les dijo que ellos estaban tomando parte en un proyecto de investigación y que no se requería la asistencia. Todos los estudiantes estuvieron de acuerdo en participar. A los estudiantes que recibieron la enseñanza por parte del conferencista se les dio una breve charla introductoria sobre los principios de la espectrofotometría y luego se les dio una charla corta sobre la operación de la máquina, junto con una demostración. Esta era la forma típica de utilizar el método en el cual un conferencista particular normalmente realiza el proceso instructivo. A los estudiantes se les pidió que intentaran calibrar la máquina en cero.

A los estudiantes que usaban el computador se les dio la misma charla introductoria pero en lugar de la sesión instructiva dada por el conferencista, ellos tuvieron acceso a la simulación y al video en un computador. Ellos podían tener acceso a la simulación y al video tan frecuentemente como lo quisieran. Luego, ellos fueron a la máquina e intentaron calibrar en cero en la misma forma que lo habían hecho los estudiantes que habían sido instruidos por el conferencista. En los dos casos, si el estudiante solicitaba ayuda o se encontraba en una situación donde el conferencista debería intervenir, se les daba el apoyo necesario.

Para recoger la información se filmó en video cada participante durante los procesos de instrucción y operación real de la máquina. Se registró una información con lo siguiente :

- Si el estudiante completaba exitosamente la tarea.
- El tiempo requerido en la enseñanza .
- El tiempo requerido para calibrar la máquina en cero.
- La cantidad de "casos de confusión" que se presentaron durante el intento para operar la máquina.

Un caso de confusión se define como :

- Cada vez que el estudiante necesitaba información del conferencista.
- Cada vez que el estudiante dudaba durante un tiempo largo y el conferencista tenía que intervenir.
- Una o varias acciones incorrectas que hacían que el conferencista tuviese que intervenir.

Se les dio un corto cuestionario en el caso se les pedía a los estudiantes valorar el grado de confianza que ellos sentían al operar la máquina. Una pregunta simple con una escala de valores de cinco puntos facilitaba los datos del resultado de actitud (abreviado como "AR" en la tabla 1). La pregunta pedía indicar la confianza que ellos sentían acerca de calibrar en cero el espectrofotómetro. Un "1" quería decir que era "muy confidente", un "3" quería decir que



estaba "OK" y un "5" indicaba que ellos estaban "completamente perdidos. En el cuestionario se les pedía contestar tres preguntas abiertas sobre el método de instrucción.

### 2.3 Métodos de análisis

3.1 La tendencias se pueden discernir observando simplemente los resultados obtenidos, puesto que el tamaño de la muestra es pequeño y no hay garantía de la normalidad de la población, la prueba de Mann-Whitney se usó para comparación. Esto ofrece una prueba de significancia donde los resultados se convierten en rangos para dar independencia a la distribución (Wonnacott y Wonnacott, 1982). Los resultados entre las dos muestras se comparan para ver si la hipótesis nula se puede rechazar.

Puesto que la hipótesis principal (H1) es rechazada por consiguiente la hipótesis principal (H0) es rechazada como un elemento de instrucción...



Grupos	Comp	Cont
1	107	107
2	107	107
3	107	107
4	107	107

### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Ante todo, la respuesta de los estudiantes hacia el computador fue positiva. Los estudiantes que usaron el computador manifestaron que el ejercicio fue "fácil". El uso de un video definido resultados favorables por parte de los tres participantes. Parece indicar que la simulación en video puede ser tan útil como una combinación de un video y una simulación interactiva. Los estudiantes parecen apreciar una demostración humana de que se maneja es útil si tienen una demostración "viva" o un video. La cantidad de confusión que se experimentó fue la misma tanto con el computador como con la instrucción dada por el conferencista. El uso de una simulación ofrece beneficios en tanto que el método sea capaz de ofrecer una experiencia de instrucción a los estudiantes. Desde el punto de vista de la interacción, se ve que los estudiantes de usaron el computador con un mínimo de confusión y esfuerzo. El hecho de que los estudiantes comentaran los asuntos del cuestionario implica que los estudiantes percibieron un logro.

### 3. RESULTADOS

Tabla 1. Resumen de Resultados

Veces que se realiza, casos de confusión y resultados de actitud

Estudiante	Instrucción	SO	TI	TC	CE	AR
A	confer.	S	130	135	8	3
B	comp.	S	350	165	10	3
C	confer.	S	121	155	15	3
D	comp.	S	238	94	6	1
E	confer.	S	180	115	9	3
F	comp.	S	158	157	9	3
G	conf.	S	107	62	3	3
H	comp.	S	291	127	7	2
I	confer.	S	105	75	7	3
J	comp.	S	227	153	11	3

Convenciones :

Instruidos por el conferencista	confer.
Participante en simulación de computador	comp.
Operación exitosa (S/N)	SO
Tiempo de instrucción (segundos)	TI
Tiempo para completar (segundos)	TC

Casos de confusión (No.)	CE
Resultado de la actitud	AR

### 3.1 Análisis

La interpretación de los datos parece mostrar que el computador fue efectivo al realizar una operación exitosa del espectrofotómetro en comparación con la instrucción humana. Como todos los estudiantes completaron la tarea, no hubo diferencia entre los dos métodos en cuanto a la habilidad de calibrar en cero la máquina y  $H_1$  no se puede rechazar. Las veces requeridas para lograr la calibración en cero de la máquina parecen tomar más tiempo usando la simulación en computador, aun cuando el análisis estadístico usando la prueba de Mann-Whitney muestra un valor de probabilidad de 0.111, lo cual indica solo una evidencia débil de diferencia. Por lo tanto,  $H_2$  no puede ser rechazada (a un nivel de significancia del 5%). La cantidad de casos de confusión no muestra diferencias obvias y la evidencia estadística (valor de probabilidad = 0.345) apoya esto; por lo tanto,  $H_3$  tampoco puede ser rechazada. Los resultados de actitud son todos similares, lo cual corresponde a la actitud que el instructor mide después de hablar a los estudiantes y en tal forma que  $H_4$  no es rechazada.

Puesto que las hipótesis  $H_1 - H_4$  no pueden ser rechazadas, por consiguiente la hipótesis principal ( $H_5$ ): "que esta simulación es efectiva como un elemento de instrucción" no puede ser rechazada.

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Ante todo, la respuesta de los estudiantes hacia el computador fue muy positiva; dos estudiantes que utilizaron el computador manifestaron que el ejercicio fue "íntegro". El uso de un video digitado recibió comentarios favorables por parte de los tres participantes y puede implicar que la simulación en sí no puede ser tan útil como una combinación de un video y una simulación interactiva. Los estudiantes parecen encontrar una demostración humana de que la máquina es útil si tienen una demostración "viva" o un video. La cantidad de confusión que se experimentó fue lo mismo tanto con el computador como con la instrucción dada por el conferencista, pero es algo que puede depender del conferencista individual. El uso de esta simulación ofrece beneficios en tanto que el método sea capaz de ofrecer un nivel consistente "normalizado" de instrucción a los estudiantes. Desde el punto de vista del conferencista parece ser que los estudiantes de usaron el computador operaron el espectrofotómetro con un mínimo de confusión y esfuerzo. El hecho de que no hubo muchos comentarios acerca del cuestionario implica que no hubo problemas serios con ninguno

de los métodos de instrucción. Los valores dados por el análisis estadístico indican que no hay diferencias significativas entre los dos grupos.

La única diferencia significativa entre los dos grupos existió entre el tiempo utilizado en la simulación con el computador cuando se le compara con el tiempo usado en la demostración del instructor. Los estudiantes requirieron un tiempo mayor para la instrucción cuando utilizaron el computador y esto significa que la instrucción normal que se ha dado por medio de un conferencista puede ser inadecuada y que cuando la demostración se hace con una máquina es posible adecuar el tiempo, el cual debe ser determinado y asignado. Se debe recordar nuevamente, sin embargo, que se utilizó un video que puede ser un factor en cualquier tiempo extra requerido cuando se usa el computador.

El pequeño tamaño de la muestra es una limitación grande en este estudio. Solo cinco respuestas en cada uno de los métodos puede producir problemas de credibilidad y la generalización de los resultados cuando se aplican a muestras de mayor tamaño. Los resultados de este estudio dependen de la técnica del instructor y del uso de este programa particular de computador. La investigación real fue llevada a cabo en un ambiente "no natural" en el que se intentan controlar, en cuanto sea posible, muchas variables que confunden. Si la investigación se hubiere llevado a cabo en la situación de un laboratorio normal, donde hay una cantidad de movimiento, ruido e interacción con otras personas, los resultados habrían sido diferentes (Durell, 1990). Sin embargo, un estudio como este ofrece pautas para investigaciones futuras.

En conclusión, parece ser que el computador fue un medio efectivo de instrucción en la operación de esta máquina particular. No hubo diferencias significativas en las hipótesis probadas y por consiguiente, la hipótesis de que la simulación es efectiva en la instrucción de estudiantes en el uso de la máquina no puede ser rechazada. En este estudio particular parece que no hubo razón para utilizar el computador en lugar del instructor en la enseñanza de la habilidad práctica de calibrar en cero el espectrofotómetro. Estos resultados apoyan el uso de las simulaciones, las cuales no requieren grandes cantidades de interpretación de datos para que sean métodos efectivos de instrucción; ellos también refuerzan la importancia del diseño de software y hacen notar que el uso del video digital aparece también como algo importante.

## 5. REFERENCIAS

Birk, J. (1992). The computer as student. *Journal of Chemical Education*. Vol. 69. No. 4, 294-295.

Dawson, A. D. (1988). The influence of the User Interface on the Learning Process. Proceedings of sixth annual conference, ASCILITE, Computers in learning in Tertiary Education. Canberra: Canberra College of Advanced Education, 115-125.

Durell, B. (1990). Understanding Classroom computers: Student and Teacher perspectives. (McDougal A. and Dowling C. De.s). Computers in Education, Proceedings of the IFIP TC Fifth World Conference on Computers in Education, Amsterdam, Elsevier science publishers, North Holland. Pp 757-762.

Edwards, P., McKay, B. and Sink, C (1992) First year laboratory calculations on a spreadsheet. *Journal of Chemical Education*. Vol 69. No. 8, 648 - 654.

Hopper, G. (1988) Just Cause - Or Impediment ? proceedings of sixth annual conference. ASCILITE. Computers in learning in Tertiary Education. Canberra: Canberra College of Advanced Education, 153 - 161.

Matta, K.f. and Kern, G. (1989). A framework for research in computer-aided instruction: Challenges and opportunities. *Computers and Education*. Vol 3, No. 1, 77-88.

Sprague, E. and Ridgway, T. (1993). Computerizing experiments: How much is enough?. *Journal of Chemical Education*. Vol 70, No. 11, 909-911.

Trentin, G. (1992). Case study: Supporting the Structure of personal knowledge with computers. *Educational & Training Technology International*. Vol 29, No. 4. 283-291

Van Dam, A. (1984). The electronic classroom: workstations for teaching. *International Journal of man machine studies*. (1984). 353 - 363.

Wonnacott, J.R. and Wonnacott, T.H. (1982). *Statistics: Discovering its Power*. Toronto: John Wiley and Sons.

Wright, P. (1990). Using school based computers for instructional support - Is Worth the Botehr? (McDougal A. and Dowling, C. De.s). *Computers in Education, Proceedings of the IFIP TC Fifth World Conference on Computers in Education, Amsterdam, North Holland, pp. 231 - 238.*

## **AMBIENTE DE LA REALIDAD VIRTUAL Y LA TELEVIRTUALIDAD EN LA EDUCACIÓN Y EL ADIESTRAMIENTO**

*Luigi Taruffi*

*President of Italian Virtual Reality Society - Via Brenta, 7 - 40139*

*Bologna Italy Director of UATI's Virtual Reality Working-Group-*

*Unesco House 1, Rue Miollis - F - 75732 Paris Cedex 15 E-mail*

*taruffi@ sirv. dsnet.it*

### **Resumen**

*La realidad virtual, con su extensión de Televirtualidad, revoluciona la educación y el adiestramiento aún en el caso de la ciencia, la investigación y el desarrollo.*

*Hay una amplia variedad de posibilidades para explorar la realidad virtual en la educación, la recuperación de información, la navegación y la orientación en ambientes cognoscitivos virtuales y en equipos/grupos de trabajo virtuales.*

*Se busca que la visualización en 3D ofrezca un panorama comprensible y accesible para un usuario no especialista. Al usuario se le ofrecerá la posibilidad de crear una representación de sus modelos educativos y moverse alrededor dentro de su espacio virtual.*

*La Televirtualidad es la Realidad Virtual en red, en ambientes interactivos de educación multimedia. Es la evidencia a un pretexto para un enfoque social a la interacción en red de la realidad virtual (Televirtualidad).*

*La Teoría del Campo Evolutivo se propone como la base teórica para el estudio de los procesos evolutivos y para la implementación de las aplicaciones VR. Una de estas aplicaciones se vislumbra como una ciudad navegable en Internet en 3D, un modelo cognoscitivo para un pueblo real global y una sociedad de información nueva.*

## Introducción

La realidad virtual con seguridad es un campo de estudio interdisciplinario; por esta razón, es difícil y probablemente engañoso intentar dar una simple definición.

En el artículo *Evolutional Field Theory* [Bulletin UATI (Union Internationale des Associations et Organismes Techniques) - No. 1, 1995] hemos propuesto un uso del término "Realidad Virtual" tomado de la tecnología informática, inmerso o en otra forma, y enfocado a las características del concepto de "cambio" como la interacción entre lo virtual y lo real.

La teoría del campo evolutivo se propone como la base teórica para el estudio de los procesos evolutivos y para la implementación de las aplicaciones VR; se basa en la observación de las interacciones entre el espacio real y el virtual en cualquier campo donde un cambio ocurre, sea a nivel material o humano.

La relación entre lo real y lo virtual es la razón de ser de todos los procesos evolutivos y la transferencia del conocimiento: hoy en día existen las condiciones culturales y tecnológicas para estudiar esta relación. Dentro de este contexto, debemos entender la "Realidad Virtual" como la materia que estudia los mecanismos evolutivos, que está en todos estos procesos (bien sea puramente físicos o enfocados al hombre) y que, a través de la interacción entre lo real y lo virtual, produce cambios en ambos espacios.

Por otra parte, en un nivel puramente semántico, el término "Realidad Virtual" puede significar únicamente una situación de interacción dinámica y no una aplicación particular o un caso específico.

Por lo tanto, por "Realidad Virtual" entendemos la materia que estudia, analiza e implementa los procesos evolutivos en los cuales un espacio real (considerado en el sentido de teoría de grupos) interactúa con un espacio virtual.

Por espacio evolutivo queremos significar un espacio en el cual se evoluciona dentro de distintos estados. Este espacio tendrá, sobre y por encima de su propio sistema métrico, una o más dimensiones que identificarán el estado del espacio.

Un espacio evolutivo será llamado "real" cuando cumple las siguientes características:

- debe ser, por lo menos en parte, no predecible en su evolución: puesto que el estado del espacio es una función del eje evolutivo, y por lo mismo al menos un eje evolutivo es una variable independiente [nota 2]
- debe estar en capacidad de ser probado y medido, en cualquiera de sus estados de acuerdo a la metodología de las ciencias exactas o

humanas, al menos en aquellas de sus componentes que interactúan con el espacio virtual.

Para ser definido como virtual, un espacio evolutivo debe ser completamente predecible, por lo menos en cuanto concierne con las interacciones posibles.

Los dos espacios deben tener por lo menos una dimensión común, a lo largo de la cual ellos deben interactuar: existiría una o varias dimensiones comunes que nosotros llamaremos "ejes de sincronización", y que consisten en la identificación de las situaciones tanto del espacio evolutivo real como del espacio evolutivo virtual.

Definimos "campo evolutivo" aquel formado por:

- un espacio evolutivo virtual
- un espacio evolutivo real
- el eje de sincronización de los dos espacios
- el espacio de posible interacciones entre el espacio real y el virtual.

Un campo evolutivo evoluciona como una función de las variables independientes del espacio real. Además, los "campos evolutivos" pueden interactuar a través de sus espacios respectivos real, virtual o las interacciones.

La condición de la interacción es fundamental puesto que representa el vínculo real entre los dos espacios, o mejor aún, la regla que condiciona el cambio de estado en un espacio al cambio de estado en el otro.

Esta definición está desconectada voluntariamente de la presencia o no del hombre como un componente de lo "real". En efecto, se puede aplicar a cualquier proceso físico que es una condición para interactuar con un espacio virtual.

Para aquellos que desean tener un conocimiento completo de esta teoría consulten el Bulletin UATI No. 1, 1995; por ahora es importante indicar que con base en ésta, podemos crear ambientes de transferencia del conocimiento aplicado.

### **Un Campo Evolutivo para las Interacciones Multimediales en Internet**

#### *Aspectos técnicos y sociales*

El Lenguaje de Modelado de la Realidad Virtual permite hoy en día las definiciones de espacio virtual independientemente de las plataformas del hardware. El VRML es un lenguaje para describir las simulaciones interactivas multi-participantes a través del sistema global Internet e hiperligado con el World Wide Web.

La relación en baudios para transferencia de datos en el Internet común es de 14400 baudios de acuerdo con el valor mínimo del usuario final. Estas rela-



ciones llegan a ser muy pronto de por lo menos 64 kbaudios. En el norte de Europa y en Estados Unidos la nueva generación de conexiones físicas soportan 2 ó 10 Mbaudios.

Esperamos que 600 millones de personas interactúen en Internet en los próximos 10 años: ¡la revolución informática se inicia ahora!

Para promover una interacción activa real de los usuarios del Internet y el aprendizaje de nuevas herramientas (html, vrml, java, etc.) y para estimular un nuevo conocimiento de las capacidades de las redes, hemos creado un Campo Evolutivo denominado Città' del Sole. Su nombre está dedicado a Tommaso Campanella, quien describe una sociedad ideal con una gran aspiración por un mundo diferente y mejor en la famosa "La Città del Sole", que se basa en la República de Platón. Campanella representa la filosofía resurgente y naturalística: hemos dedicado este proyecto a este hombre y a su arte porque estamos seguros de que la nueva comunicación entregará las herramientas de un conocimiento novedoso como el dijo, una pasividad pura y simple, pero una participación activa de sí mismo. Suncity es la primera ciudad en el mundo que se levanta en un espacio no existente, a través de algoritmos, es decir pensamientos y reglas almacenados en "discos" en los diferentes computadores alrededor del mundo.

City of the Sun se levanta realmente como una tierra virtual, cuya existencia se asegura mediante una asociación sin ánimo de lucro (SIRV) por lo menos durante 5 años.

La arquitectura de Suncity permitirá el almacenamiento de los archivos comprimidos VRML con un tamaño inferior a cientos de Kbytes. Estos archivos estarán almacenados localmente y por lo mismo no se requerirá volverlos a llamar cada vez que usted visite la ciudad. El software para navegar en la ciudad será el normal y estará disponible en la red. Además, la integración de CD-ROM estará disponible regularmente con los modelos completos de la ciudad. Una demostración de las capacidades VRML ya es posible en los siguientes ambientes: SGI, Windows 3.1 y Windows NT. Los mismos espacios serán capacitados en pocas semanas a partir de cualquiera de estos ambientes, obviamente con resultados visuales que son proporcionales a la capacidad del hardware local. El resultado final, es decir la capacidad de movimiento sobre los espacios en tiempo real depende de la estación local: Lockheed Martin informó sobre la existencia de un conjunto de chips.

Estos productos se encuentran disponibles desde principios de 1996. A comienzos de octubre, creemos que será posible visitar la ciudad bajo construcción usando los modelos VRML en tal forma que usted puede navegar a partir de cualquier ambiente. Desde la iniciación, la ciudad ofrecerá un "resultado gráfico" aceptable para cualquier persona que tenga por lo menos un 486 PC (el tamaño del ram es esencial). Es mejor si hay aceleradores gráficos.

**OBJETIVO DEL CAMPO:**

- Promover una interacción activa real de los usuarios de Internet y el aprendizaje de nuevas herramientas (html, vrml, java, etc.)
- Estimular un nuevo conocimiento de las capacidades de la red.

**SUJETOS OBJETO EN EL MUNDO REAL:**

Usuarios de Internet.

**HARDWARE DE ENTRADA:**

PC 486 ó superior.

**EL ESPACIO REAL:**

El espacio real está descrito por:

1. el número de entradas a la Ciudad
2. el número de actividades que se inician en la Ciudad
3. el número de personas que invierten en la Ciudad
4. el número de participantes en la política de la Ciudad
5. el número de afiliaciones políticas en la Ciudad
6. las distribuciones de los espacios de las variables de 1 a 5.

Los estados del espacio real son por lo tanto determinados mediante todas las combinaciones posibles de estas variables. Obviamente es necesario reducir cada una de las variables a un conjunto de valores.

1. el número de entradas a la Ciudad en una semana: 0 -100; 100 -1000; 1000 -10000; 10000 - 100000; más de 100000
2. el número de actividades que se inician en la Ciudad: 0 -10; 10 - 100; 100 - 1000; más de 1000
3. el número de personas que invierten en la Ciudad: 0 -10; 10 - 100; 100 - 1000; más de 1000
4. el número de participantes en la política de la Ciudad: 0 -10; 10 - 100; 100 - 1000; más de 1000
5. el número de afiliaciones políticas en la Ciudad: 0 - 1; 1 - 5; 5 - 10; más de 10
6. distribución geográfica de las variables 1 a 5; 6 regiones en todo el mundo.

Las combinaciones son  $5 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4$ , es decir 1280 para las primeras 5 variables y se pueden representar en una matriz de 5 dimensiones, en

la cual cada elemento de la matriz indica el estado de un espacio real específico.

Consideramos la distribución geográfica de las variables 1 a 5 solo como una variable de evaluación del espacio real que no interactúa con su estado.

### EL ESPACIO VIRTUAL

El espacio virtual tendrá así que interactuar con las características del espacio real, identificadas por las 5 dimensiones.

El campo evolutivo tendrá que seguir al proyecto evolutivo: el objetivo del campo.

El espacio virtual y el espacio de interacción deben ser definidos con base en estos supuestos.

En esta forma, el espacio virtual se estructura siguiendo multimedia, un enfoque tridimensional e hipertextual; el solo acceso a la ciudad y lo que le preceda a lo largo de las uniones hipertextuales no constituye una interacción como se puede deducir de la definición.

Esto no lleva a un importante corolario: *la interactividad hipertextual normal no implica ninguna interacción entre los espacios reales y virtuales, a menos que esto involucre una variación en las variables dimensionales de los espacios reales y virtuales.*

### PROYECTO EVOLUTIVO

Obviamente que en principio no es necesario mostrar en Internet un modelo de la Ciudad y estimular la entrada a la misma y participar en sus actividades.

Describimos el primer paso del PROYECTO EVOLUTIVO el cual usted puede ver en las ubicaciones *Internet html, vrml y java*:

<a href="http://194.20.115.200">http://194.20.115.200</a>	City of the Sun
<a href="http://www.cubo20:unical.it/server/sirv/citta/city.html">http://www.cubo20:unical.it/server/sirv/citta/city.html</a>	Universita' di Calabria. Italy
<a href="http://www.newcollege.edu/vrmLab/CityOfTheSun/City.html">http://www.newcollege.edu/vrmLab/CityOfTheSun/City.html</a>	New College of California. USA
<a href="http://www.interverse.com/~suncity/city.html">http://www.interverse.com/~suncity/city.html</a>	Los Angeles. USA
<a href="http://www.sextant.it/city/gate/wwwcity/home.html">http://www.sextant.it/city/gate/wwwcity/home.html</a>	City of the Sun
<a href="http://www.sextant.it/city/city.html">http://www.sextant.it/city/city.html</a>	Sextant. Italy
<a href="http://italia.hum.utah.edu/gruppo/SIRV/city.html">http://italia.hum.utah.edu/gruppo/SIRV/city.html</a>	Utah University. USA
<a href="http://www.datasail.it/city/city.html">http://www.datasail.it/city/city.html</a>	Datasail. Italy
<a href="http://www.clio.it/city/city.html">http://www.clio.it/city/city.html</a>	ClioCom. Italy

La Ciudad se encuentra estructurada en un modelo ambiental de 3 dimensiones, una ciudad virtual de construcción-a con las mismas normas de una ciudad real de construcción-a.

Suncity está siendo construida en Internet y en esta forma es un espacio dentro de cualquier jurisdicción territorial nacional; por lo tanto, toda la gente que allí vive y trabaja por su mejoramiento puede reivindicar el derecho a decidir libre y democráticamente sobre las normas de la ciudad.

Hay habitaciones libres (con espacio en el disco) para estudiantes y asociaciones sin ánimo de lucro.

Hay áreas libres en el Campus Universitario para universidades y asociaciones culturales sin ánimo de lucro.

Hay áreas libres, edificios u oficinas para Organizaciones Gubernamentales.

#### *PARA OBTENER LA RESIDENCIA EN CITY OF THE SUN*

Todos los propietarios de las áreas o de las habitaciones en la ciudad, obtienen, por supuesto, la residencia:

- cualquiera que trabaje en la ciudad;
- cualquiera que quiera darle un nombre a una calle o a un parque.

#### **Lista de correo:**

Correo de la ciudad para preguntas políticas y generales: escriba SUBSCRIBE y envíe;

Correo del proyecto de Laboratorio de Transferencia de Conocimientos: escriba SUBSCRIBE knowlab y envíe;

Correo para el centro de discapacitados: escriba SUBSCRIBE discern y envíe.

#### *NORMAS Y ESPACIOS*

Las áreas tendrán las mismas normas de las ciudades reales.

Usted puede construirlas, arrendarlas y venderlas. Usted puede especular o remodelar: ellas serán objeto de interacciones reales entre personas reales.

La Città del Sole será alcanzable desde cualquier punto a través del Internet, al costo de una simple llamada telefónica.

Todo puede ser construido con VRML y la definición de los diseños así como la fluidez de lo que continua a través de ellos dependen solo de la tecnología: a medida que el tiempo transcurre en la Città, ella será más bella.

## ORGANIZACIÓN

La Ciudad tiene 1000 hectáreas de territorio virtual en el espacio de su disco para ser construidas por quien quiera. Las facilidades de acceso y la infraestructura serán construidas por la Ciudad. La Ciudad permitirá el libre acceso y dará información libre sobre la misma, la cual está dividida por áreas y previa solicitud, pueden ser construidas.

## PARA CONSTRUIR

La construcción será realizada mediante organizaciones independientes seleccionadas por la administración de la Ciudad.

La construcción de los edificios será un servicio de diseño del software que se entregará al propietario del lote. Los costos de la construcción se regirán por un contrato libre entre las organizaciones antes mencionadas.

Los modelos VRML de las áreas serán almacenados únicamente en el espacio de la Ciudad en el disco.

## ASPECTOS LEGALES

Debemos distinguir dos problemas diferentes:

1. las normas y, por consiguiente, las leyes de la Ciudad
2. la interacción de la Ciudad con las leyes nacionales.

Cualquier relación entre los ciudadanos dentro de la Ciudad, es objeto del argumento # 1 y ésta los regulará específicamente. El argumento # 2 solo tiene que ver con la relación entre los individuos o personas legales y su presencia en la Ciudad.

Obviamente, las leyes para los espacios de construcción en Internet no existen en ninguna parte del mundo. Los contratos de compra para los lotes de construcción serán contratos de servicios que incluyen la cesión de espacios en el disco del computador conectados a Internet (para todos los intentos y propósitos y de acuerdo a las respectivas leyes de la Nación). Cuando alcancemos efectivamente las estructuras políticas y económicas, la Ciudad será como cualquiera otra ciudad en la nación.

De cualquier manera desde el punto de vista económico las transacciones hechas con moneda local no interactúan con la economía de otros estados o con sus normas. Lo mismo ocurre en el caso de operaciones que son realizadas únicamente en la Ciudad.

La moneda local, los intercambios y los acuerdos, o la estipulación de contratos con organizaciones privadas o públicas dependerán naturalmente de la credibilidad en la Ciudad y su capacidad de autonomía.

La Ciudad está comprometida en el mantenimiento mediante diferentes servidores escogidos por ella misma en el Internet al tener un punto de entrada dedicado al usuario. La Ciudad garantiza esta entrada durante 5 años. Un aspecto diferente es la construcción. Esta será regulada por contratos privados con organizaciones seleccionadas que le darán un servicio de modelado al espacio VRML. El resultado será de propiedad del usuario, pero solamente será utilizable en la Città del Sole dentro de sus espacios en el disco. Estos modelos pueden ser muy grandes, en tal forma que el usuario tendrá que pagar un impuesto de acuerdo al tamaño de la memoria. La ciudad mantendrá los costos al nivel del mercado. La construcción de edificios tendrá un costo que depende de la complejidad del diseño del modelo.

### **COMO SERÁ LA CITTÀ DEL SOLE**

La Città del Sole tiene un plan de edificación. Usted puede observar en el mapa los lotes de la ciudad. La Città del Sole tiene algunos vecindarios, que le sugerimos que los compre y construya en su área en el distrito correcto.

Lista de distritos:

- A. Centro de Información con TORRE VIRTUAL
- B. Distrito del tiempo
- C. Distrito religioso
- D. Distrito espacial
- E. Distrito de artes
- F. Distrito de ideas
- G. Campus universitario
- H. Distrito imprevisto
- I. Distrito de negocios
- J. Área deportiva
- K. Distrito comercial
- L. Distrito político
- M. Área del puerto para turismo virtual
- N. Marina Residencial
- O. Montaña Residencial

En los distritos residenciales se pueden construir villas para vivienda o reuniones profesionales.

Suncity se levanta sobre un terreno virtual, cuya existencia se asegura mediante una asociación sin ánimo de lucro durante 5 años. Durante 1996 inten-

haremos darle a la Ciudad una estructura independiente y democrática y, por lo mismo, económica.

Por lo tanto, cada ciudadano está invitado a participar activamente en la vida política utilizando la lista de correos de la ciudad. Para suscribirse, utilice el e-mail: [city-request@mail.cubo20.unical.it](mailto:city-request@mail.cubo20.unical.it) e imprima la estructura de mensaje SUSCRIBE. Para una información más amplia sobre los comandos, usted puede utilizar el e-mail [city@mail.cubo20.unical.it](mailto:city@mail.cubo20.unical.it) e imprima la estructura de mensaje HELP.

### *PLANES ECONÓMICOS Y FINANCIEROS*

De acuerdo a lo planeado, Suncity será efectiva y económicamente independiente a finales de 1996.

En primer lugar, la independencia económica involucra la entrega de un tipo electrónico de moneda local, denominado SUN DOLLAR, el cual tiene circulación legal en la ciudad.

Esta moneda será acuñada en una cantidad tal que depende del valor real estimado de la propiedad y de acuerdo a un balance anual que se está analizando.

Esta moneda será producida de acuerdo con el sistema digital - efectivo y tendrá el mismo valor que el tipo de moneda corriente: no se dejará ninguna señal del individuo o de la persona virtual que la cambia por su razón de uso.

Un año después de salir la moneda, estará en circulación simple y legal dentro de la ciudad. Se creará un Banco Municipal que ofrece, en forma transparente para el usuario, el canje con otras monedas electrónicas efectivas en Internet. Además, este Banco permitirá canjear la moneda con otras de circulación legal en diferentes Estados, mediante acuerdos específicos con los Bancos locales. Se establecerá una chequera activa en la Ciudad. Como en cualquier nación, será posible iniciar actividades locales sin compartir ningún beneficio con los países extranjeros. A no ser que estas actividades se realicen dentro de la Ciudad, tienen que ser flexibles solo con la ley nacional que se está contemplando para la Ciudad.

Naturalmente que no hay leyes para espacios de construcción en ninguna parte del mundo. Los contratos de compra para los lotes que se van a construir tendrán (en todos los sentidos y propósitos) espacios en el disco para los contratos de arrendamiento. SIRV se compromete a mantener (desde varios servidores) un punto de acceso en Internet para el comprador, dentro de la estructura lógica denominada Suncity. Aseguramos este punto de acceso por cinco años. Es un periodo largo de tiempo que tenemos que limitarlo por visibilidad tecnológica. El punto de acceso se garantiza por 5 años. Parece ser mucho, pero el límite de tiempo solo se debe a problemas de visibilidad tecnológica. El costo inicial de compra cubre los gastos para la organización y las construcciones de las infraestructuras, las cuales están a cargo de la Ciudad.

## **CALIDAD EN LA EDUCACIÓN CONTINUADA EN INGENIERÍA**

*W.J. Bartz, H. J. Mesenholl, R. Keuper  
Technische Akademie Esslingen*

**La calidad distingue la educación profesional continuada en ingeniería. La mayoría de los centros de educación continuada han establecido su sistema de manejo de la calidad. Algunos de ellos tienen organizaciones certificadas de acuerdo a la norma internacional ISO 9001. Pero ahora debe darse el paso más importante, la realización de las exigencias de calidad en nuestro trabajo diario.**

**La certificación de la Technische Akademie Esslingen en 1994 fue el primer paso a un sistema de manejo de la calidad sistemática. En ese momento, solo los negocios organizados fueron considerados - donde se requieren las normas de calidad. Mientras tanto, la idea de calidad comprende tanto el contenido de la educación continuada en ingeniería como aspectos de información y comunicación. La meta de todos estos esfuerzos es obtener un sistema global de manejo de la calidad (Manejo de la Calidad Total).**

**Las experiencias, el éxito y las metas alcanzadas marcaron el camino para orientarse a clientes más grandes, pero también sus debilidades y fallas. La transparencia, un proceso sistemático de mejoramiento continuo y una transferencia exitosa del "know-how" son los pilares de la forma de mejorar la calidad en la educación continuada en ingeniería y la manera de incrementar el profesionalismo en el aprendizaje a lo largo de la vida.**

### **1. INTRODUCCIÓN**

"Todos debemos esforzarnos permanentemente para mejorar lo que somos y nadie debe estar satisfecho con lo que ha logrado, pero cada cual debe tratar de mejorar lo que hace" (Robert Bosch).

Algunas áreas de los negocios han enfocado la calidad como un tema central de interés y este tópico continúa dominando nuestros pensamientos. "La calidad" es oportuna y popular. ¿Puede una compañía abstenerse de negociar con esta filosofía?

La calidad y la educación continuada son conceptos que siempre han estado ligados. Sin embargo, las concepciones para llevar a cabo los procedimientos



taremos darle a la Ciudad una estructura independiente y democrática y, por lo mismo, económica.

Por lo tanto, cada ciudadano está invitado a participar activamente en la vida política utilizando la lista de correos de la ciudad. Para suscribirse, utilice el e-mail: [city-request@mail.cubo20.unical.it](mailto:city-request@mail.cubo20.unical.it) e imprima la estructura de mensaje SUSCRIBE. Para una información más amplia sobre los comandos, usted puede utilizar el e-mail [city@mail.cubo20.unical.it](mailto:city@mail.cubo20.unical.it) e imprima la estructura de mensaje HELP.

### *PLANES ECONÓMICOS Y FINANCIEROS*

De acuerdo a lo planeado, Suncity será efectiva y económicamente independiente a finales de 1996.

En primer lugar, la independencia económica involucra la entrega de un tipo electrónico de moneda local, denominado SUN DOLLAR, el cual tiene circulación legal en la ciudad.

Esta moneda será acuñada en una cantidad tal que depende del valor real estimado de la propiedad y de acuerdo a un balance anual que se está analizando.

Esta moneda será producida de acuerdo con el sistema digital - efectivo y tendrá el mismo valor que el tipo de moneda corriente: no se dejará ninguna señal del individuo o de la persona virtual que la cambia por su razón de uso.

Un año después de salir la moneda, estará en circulación simple y legal dentro de la ciudad. Se creará un Banco Municipal que ofrece, en forma transparente para el usuario, el canje con otras monedas electrónicas efectivas en Internet. Además, este Banco permitirá canjear la moneda con otras de circulación legal en diferentes Estados, mediante acuerdos específicos con los Bancos locales. Se establecerá una chequera activa en la Ciudad. Como en cualquier nación, será posible iniciar actividades locales sin compartir ningún beneficio con los países extranjeros. A no ser que estas actividades se realicen dentro de la Ciudad, tienen que ser flexibles solo con la ley nacional que se está contemplando para la Ciudad.

Naturalmente que no hay leyes para espacios de construcción en ninguna parte del mundo. Los contratos de compra para los lotes que se van a construir tendrán (en todos los sentidos y propósitos) espacios en el disco para los contratos de arrendamiento. SIRV se compromete a mantener (desde varios servidores) un punto de acceso en Internet para el comprador, dentro de la estructura lógica denominada Suncity. Aseguramos este punto de acceso por cinco años. Es un periodo largo de tiempo que tenemos que limitarlo por visibilidad tecnológica. El punto de acceso se garantiza por 5 años. Parece ser mucho, pero el límite de tiempo solo se debe a problemas de visibilidad tecnológica. El costo inicial de compra cubre los gastos para la organización y las construcciones de las infraestructuras, las cuales están a cargo de la Ciudad.

## **CALIDAD EN LA EDUCACIÓN CONTINUADA EN INGENIERÍA**

*W.J. Bartz, H. J. Mesenholl, R. Keuper  
Technische Akademie Esslingen*

**La calidad distingue la educación profesional continuada en Ingeniería. La mayoría de los centros de educación continuada han establecido su sistema de manejo de la calidad. Algunos de ellos tienen organizaciones certificadas de acuerdo a la norma internacional ISO 9001. Pero ahora debe darse el paso más importante, la realización de las exigencias de calidad en nuestro trabajo diario.**

**La certificación de la Technische Akademie Esslingen en 1994 fue el primer paso a un sistema de manejo de la calidad sistemática. En ese momento, solo los negocios organizados fueron considerados - donde se requieren las normas de calidad. Mientras tanto, la idea de calidad comprende tanto el contenido de la educación continuada en ingeniería como aspectos de información y comunicación. La meta de todos estos esfuerzos es obtener un sistema global de manejo de la calidad (Manejo de la Calidad Total).**

**Las experiencias, el éxito y las metas alcanzadas marcaron el camino para orientarse a clientes más grandes, pero también sus debilidades y fallas. La transparencia, un proceso sistemático de mejoramiento continuo y una transferencia exitosa del "know-how" son los pilares de la forma de mejorar la calidad en la educación continuada en ingeniería y la manera de incrementar el profesionalismo en el aprendizaje a lo largo de la vida.**

### **1. INTRODUCCIÓN**

"Todos debemos esforzarnos permanentemente para mejorar lo que somos y nadie debe estar satisfecho con lo que ha logrado, pero cada cual debe tratar de mejorar lo que hace" (Robert Bosch).

Algunas áreas de los negocios han enfocado la calidad como un tema central de interés y este tópico continúa dominando nuestros pensamientos. "La calidad" es oportuna y popular. ¿Puede una compañía abstenerse de negociar con esta filosofía?

La calidad y la educación continuada son conceptos que siempre han estado ligados. Sin embargo, las concepciones para llevar a cabo los procedimientos

tos de calidad son tan heterogéneas como lo es el mundo de la educación continuada.

Se presenta en este artículo un intento para convertir los principios de la calidad en un trabajo práctico. Se describen los pasos que la Technische Akademie Esslingen llevó a cabo para mejorar la calidad en el campo de la educación continuada y las metas que buscamos alcanzar.

La idea central es mejorar nuestro nivel de calidad "preparando la organización y sus administradores" en tal forma que ellos puedan cumplir con las demandas de los clientes. Este lema se refiere a un sistema de manejo de calidad: su estructura, su certificación, su proceso continuo de mejoramiento y la preparación de su personal.

Se sabe ampliamente que la calidad en los servicios depende del comportamiento del personal que está en contacto con el cliente. Por lo mismo, el cliente valora el servicio revisando el desempeño del personal. No es suficiente certificar la estructura del sistema de manejo de la calidad. Se hace también necesario mejorar la destreza y el comportamiento del personal.

## 2. DEFINICIÓN DE CALIDAD

Calidad, de acuerdo a la norma significa "Cumplir las Demandas en la Forma en que se han Pactado". Esta definición no corresponde a la comprensión común de calidad. Nosotros usualmente asociamos la calidad con algo extraordinario, excelente o exquisito, de acuerdo a como nos lo manifiestan las propagandas diarias.

Para evitar un mal entendido, conservemos en la mente la definición de calidad cuando se implemente un sistema de manejo de la misma. Calidad no es automáticamente "de alta calidad". Sin embargo, si cumplimos las altas demandas, alcanzaremos un alto nivel de cumplimiento.

Aun cuando la norma se concentra más en la producción que en los servicios, a pesar de todo es posible montar un sistema de manejo de calidad en el campo de los servicios. Al hacerlo, sin embargo, debemos tener en cuenta las características especiales de los servicios en la educación continuada y adherirnos a la definición dada a continuación: calidad es el cumplimiento de las demandas. Debemos señalar que un sistema certificado de manejo de la calidad solo se refiere a la estructura organizacional de una institución.

Necesitamos mencionar dos puntos adicionales:

Constituir un sistema de manejo de la calidad es solo el primer paso hacia la calidad. Los eventos en la educación continuada no se pueden mejorar fundamentalmente solo con la optimización de los procedimientos de trabajo.

Debemos hacer énfasis enérgico que es el sistema de manejo de la calidad de una institución lo que se certifica - no sus productos. Las instituciones certificadas tienen la capacidad de producir servicios y productos de alta calidad, pero no hay garantía de que esto se haga así.

### 3. CALIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

#### 3.1 Normas de Calidad

Con las normas de calidad ISO 9000ff, se ha introducido un sistema de referencia para todas las áreas de la industria y el comercio. Las normas regulan la estructura, el cuidado y la valoración de un sistema de manejo de la calidad.

¿Qué se busca con estas normas? La calidad de una institución tiene que ver con sus metas, sus productos, sus servicios y sus procedimientos. Cada institución tiene que crear una "cultura de Calidad" individual. Las normas solo ofrecen el marco de trabajo. Los contenidos se determinan por un sistema compartido de organización y procedimiento y se registran en la documentación de calidad.

Hay un número de normas que son indispensables para los sistemas de manejo de la calidad en los centros de educación continuada:

ISO 8402	Manejo de la calidad y certeza de la calidad - Vocabulario
ISO 9000	Manejo de la calidad y normas de certeza de calidad - Pautas para selección y uso
ISO 9004	Manejo de la calidad y elementos del sistema de calidad - Parte 1, Pautas
ISO 9004	Manejo de la calidad y elementos del sistema de calidad - Parte 2, Pautas para los servicios
ISO 9001	Sistemas de calidad - Modelo para la certeza de calidad en diseño/desarrollo, producción, instalación y servicio.

Usualmente, la calidad de un evento se determina durante su concepción. Por lo tanto, los procesos de diseño y desarrollo obtienen una extraordinaria importancia en las instituciones de educación continuada. Por lo mismo, para estas organizaciones la única norma relevante es la ISO 9001.

Básicamente, la calidad de un evento se puede describir en forma triangular. El vértice 1 es el sistema de manejo de la calidad como un círculo del proceso de servicio. El vértice 2 representa la documentación de la calidad, y el vértice 3 la verificación del sistema: revisiones y auditorías. Cuando la institución ha implementado estas tres áreas en su trabajo diario una asociación independiente se puede comprometer certificando el sistema de manejo de la calidad. Si el sistema se mantiene en la forma antes mencionada, el proceso de certificación requiere muy poco esfuerzo adicional.

Para compañías de tamaño pequeño a medio, como lo son la mayoría de instituciones de educación continuada, producir una documentación de calidad parece ser el paso más importante en el proceso de certificación. Pocas compañías tienen sus procedimientos de trabajo registrados. Pero los documentos de este tipo soportan el entrenamiento del nuevo personal o del personal que substituye al que se retira.

Además, estas regulaciones definen las áreas de trabajo y las responsabilidades. Estrictamente hablando, estos documentos no tienen que ver con un proceso de mejoramiento, sino que registran el estado actual de los procesos y procedimientos de la compañía - que supuestamente son de alta calidad y solo tienen una documentación que hace falta.

En principio, la calidad se documenta en tres niveles:

### **Etapa 1: Manual de calidad**

Área de validación:	toda la institución
Área operativa:	Administración, jefes de departamento (internos); solicitudes (externas)
Contenido:	fundamentos, estructura, responsabilidades, políticas, metas

### **Etapa 2: Procedimientos de calidad y pautas organizativas**

Área de validación:	departamentos
Área operativa:	departamentos, secciones (solo internos)
Contenido:	descripción exacta de los procesos "know-how" organizativos y técnicos

### **Etapa 3: Instrucciones de trabajo y procedimientos de ensayo**

Área de validación:	área de trabajo, en el centro de operación
Área operativa:	actividades (solo internas)
Contenido:	procedimientos exactos de ensayo, "know-how" técnico

Para poder realizar la certificación, el sistema de manejo de la calidad de una compañía debe cumplir con las siguientes demandas de la norma:

- La norma hace énfasis en los procedimientos analíticos y de mejoramiento. Este carácter preventivo se refuerza en el elemento 14: "Acción correctiva y preventiva".
- El manual de calidad contiene todas las responsabilidades del personal. La determinación de los procedimientos y los procesos en esta forma, permite a las instituciones trabajar en forma económica y productiva.
- El manual debe referirse también a la protección del cliente. Los contratos con los clientes y con los proveedores deben ser considerados.
- Para competir en el mercado, las instituciones de educación continuada necesitan un diseño y desarrollo eficiente y a la vez una planeación y control cuidadosos. Puesto que la calidad de los eventos se determina principalmente durante esta etapa, estos campos requieren una organización excelente.
- En el campo de los servicios, el entrenamiento del personal tiene una amplia importancia. Los clientes juzgarán el funcionamiento de la compañía con base en el comportamiento del personal con el que están en contacto.
- El desarrollo permanente del sistema de manejo de la calidad requiere una prueba consecuente y una medición de los procesos de la compañía.

Un comentario de la lectura de un compendio por parte de un hombre de negocios caracteriza ampliamente las demandas de la norma de calidad: "las normas solamente determinan un mínimo de aspectos que una compañía bien organizada debe determinar de cualquier modo".

¿Por qué es tan difícil estas regulaciones en la educación continuada práctica?

Hay varios problemas en la definición y descripción de los procedimientos: Su rango, su extensión y su contenido. Al definir las responsabilidades puede producirse una regulación de cada "micro-procedimiento" concebible y esto nos conduce a un manual no práctico que tiene una impresión alarmantemente burocrática - que no es lo que la norma busca. Esta "sobre-regulación" a menudo va en contra de la ignorancia y la falta de experiencia del personal. Ellos tienden

a cubrir aun en su más mínimo detalle lo que la norma pide para alcanzar la certeza..

En esta forma, usted debe ser escrupuloso cuando produce descripciones y documentos. El número de procesos y herramientas de medición dependen únicamente de su contribución a la precisión organizacional.

Sin embargo, los puntos más cruciales son las metas de la calidad y la política correspondiente. Las normas piden que ellas deben ser determinadas, pero naturalmente deben abstenerse de sus contenidos reguladores. Las compañías tienen que definir las propias metas y decidir una política adecuada para alcanzarlas. Son los administradores de la compañía quienes deben ofrecer los pilares para alcanzar el éxito en la operación comercial, puesto que las demandas solamente se pueden alcanzar utilizando recursos financieros y personales.

Aquellos que critican la certificación deben considerar que no solo los contenidos, los métodos y el enfoque didáctico conducen al éxito de un evento. Son de igual importancia las actividades organizacionales que se realizan antes, durante y después del evento. En los centros de educación continuada, una estructura perfecta se caracteriza por su aparente ausencia. Se requiere de inconformes para revelar su existencia.

El manejo de la calidad y el proceso de certificación requieren investigación de las finanzas y del personal de la compañía. Por lo general, la compañía espera una retribución a su inversión. Un sistema lucrativo de manejo de la calidad solo se puede llevar a cabo:

- si los problemas y los errores se ven como una oportunidad para mejorar los procesos,
- si la detección y alteración de los procesos no lucrativos se ve como una tarea del manejo de la calidad,
- si el sistema de manejo de la calidad no se convierte en un sistema de control o solo se utiliza en emergencias,
- si la calidad no se sacrifica por límites o presupuestos,
- si el sistema de manejo de la calidad no funciona como una fantasía pasajera, pero tiene la oportunidad de demostrar su eficiencia,
- si las responsabilidades para implementar el sistema de manejo de la calidad no se dan como una retribución a los ejecutivos que tienen muchos años de antigüedad, sino como un incentivo a los mejores,
- si el sistema de manejo de la calidad no se ve como un lujo nosotros podemos conseguir los recursos, si tenemos tiempo para hacerlo. Esta actitud compromete severamente el sistema de manejo de la calidad de la compañía.

Al calificar la organización, o sea la certificación de su sistema de manejo de la calidad, hay una oportunidad para optimizar las estructuras de trabajo, mejorando así el estado financiero de la institución.

## 4. PREPARACIÓN DEL PERSONAL

### 4.1 Empleados

Una investigación llevada a cabo en los Estados Unidos durante un par de años muestra que las compañías pierden menos del 10% de sus clientes por causas tales como la muerte, el retiro, el cierre de la compañía, el cambio de trabajo, el cambio de compañía o de localización o un comportamiento alterado de consumo. Alrededor del 14% son pérdidas debidas a una calidad inferior del producto, pero nosotros perdemos más del 68% por causa de un pobre servicio operativo, debido a un personal no interesado o no atento.

Además, el pobre servicio permanecerá en la mente de la gente por mucho tiempo. Estas condiciones requieren una consideración especial. Para evitar que los clientes se retiren, los centros de educación continuada deben tener una estructura organizativa efectiva y un personal altamente calificado.

Podemos mejorar el sistema de manejo de la calidad preparando el personal y la organización.

El paso inicial fue establecer métodos de control de acuerdo a ISO 9003, la cual, sin embargo, solo se refiere a los procesos de fabricación en la industria.

El próximo paso fue la implementación de un sistema de manejo de la calidad que fue incluido para la organización completa de tal compañía (ISO 9001). Teniendo en cuenta las deficiencias de este informe restringido, se creó la parte 2 de ISO 9004, la cual se refiere a la satisfacción del cliente aquí, por primera vez se tiene en cuenta a la gente y su preparación.

Desde entonces, las normas se han adaptado al campo del servicio. En el momento, la calidad de la compañía se mide contra las pautas de la European Quality Award (EQA), que fueron presentadas por la European Foundation of Quality Management (E.F.Q.M.).

El sistema discrimina entre "los facilitadores" y "los resultados", de los cuales cada uno contribuye en un 50% a la calidad de la compañía.

Los facilitadores (50%) son:

- liderazgo (10%)
- administración de personal (9%)



- políticas y estrategias (8%)
- manejo de recursos (9%)
- procesos (14%)

Los resultados (50%) son:

- satisfacción de la gente (9%)
- satisfacción del cliente (20%)
- impacto en la sociedad (6%)
- resultados comerciales (15%)

En este sistema, un sistema certificado de manejo de la calidad soporta no más del 31% del total - considerando que las demandas de la norma en cuanto a políticas, estrategias, recursos y procesos se cumplen en su totalidad. Por el contrario, las demandas de la EQA tienen una preocupación permanente por la gente y su preparación.

Debido a la implementación del sistema de manejo de la calidad, la Technische Akademie Esslingen ha doblado el número de eventos de entrenamiento de su personal. La preparación incluye aspectos técnicos, técnicas de trabajo, entrenamientos de comportamiento e información general. Por supuesto, hay también cursos que tienen que ver con el sistema de manejo de la calidad.

#### **4.2 Conferencistas**

Es más fácil preparar nuestra propia organización y nuestro personal que influenciar sobre los conferencistas independientes. Los métodos que usan son restringidos para tomarlos como ejemplo, para convencerlos o para exponerlos como retro-alimentación a los participantes. En primer lugar, la preparación de los conferencistas depende de su desempeño en el campo técnico, en lugar de méritos didácticos o metodológicos. Sin embargo, las habilidades sociales y metodológicas no se deben despreciar.

Para garantizar la alta calidad en la educación continuada solo los conferencistas de más alta calidad se consideran suficientemente buenos. Ellos deben ser capaces de conciliar las condiciones características del aprendizaje vocacional de adultos, lo cual comprende:

- los discípulos son muy responsables por el progreso del aprendizaje,
- los estudiantes son participantes, no alumnos,
- los aspectos prácticos del programa de enseñanza son de gran importancia.

El mejoramiento en la calidad en la educación vocacional continuada implica un mejoramiento permanente en la preparación de la gente. Al hacerlo, tenemos que considerar las demandas de los participantes y adaptarlas si ellos cambian. Esta es la forma de lograr "la calidad" que nuestros clientes esperan.

## 5. CALIDAD DE UN CENTRO DE EDUCACIÓN CONTINUADA

Tres elementos determinan decididamente el producto de un centro de educación continuada:

- la organización,
- el personal,
- los conferencistas.

Si estos elementos se mejoran permanentemente y si ellos cooperan con eficiencia, podemos lograr una "buena" calidad. Si combinamos un sistema certificado de manejo de calidad con la preparación de la gente, estaremos en la ruta hacia el Manejo Total de la Calidad. Iniciar tal proceso significa comenzar una historia de nunca acabar.

Antoine de Saint Exupéry anota:

*Si va a construir barcos*

*no trate de llamar gente*

*recoja madera, prepare herramientas,*

*delegue tareas y planee el trabajo*

*pero enséñeles a sentir ternura*

*por la distancia y el interminable océano.*

# **RETOS EN PARADIGMAS CAMBIANTES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA.**

*Mervyn E. Jones*  
*Imperial College of Science, Tecnología y Medicina,*  
*LONDRES SW7 2AZ,*

## **RESUMEN**

*Resultados claves están siendo obtenidos por cambios en la tecnología, en la sociedad y por el impacto de desarrollos en la tecnología de la información, en el desarrollo industrial y comercial, en la profesión de la ingeniería, en instituciones educativas y en la educación de ingenieros. En este documento la atención es centrada hacia una brecha cultural no productiva que existe entre la industria y la academia y que como desarrollo profesional continuo y aprendizaje de la vida diaria llega a ser cada vez más importante, como si esto fuera necesario para asegurar que un entendimiento mejorado y efectivo existen entre los dos. Factores críticos que afectan la formación profesional de ingenieros son discutidos y se destaca el impacto de los más notables desarrollos en la tecnología de la información.*

## **INTRODUCCIÓN**

Los ingenieros juegan un papel crucial en el desarrollo del progreso técnico de la sociedad, muchos aspectos claves están cambiando a una proporción sin precedentes. Sólo se tiene que considerar el impacto de la microelectrónica, de los computadores personales, de los nuevos materiales -tales como polímeros y cerámicas, de construcciones y de sistemas de transporte, para imaginarse qué tan extenso es este rol. Seguramente en estas circunstancias, la educación y la disciplina de ingenieros mismos podrían ser de igual interés para la sociedad. Una multiplicidad de factores influyen en la educación y en la formación de ingenieros y científicos, desde la naturaleza y el foco del currículo, por medio de las necesidades de los empleadores y los modelos cambiantes del empleo profesional. A estos deben ser agregados muchos otros factores, el rápido crecimiento en el volumen de información, asociado con cualquier campo

del conocimiento, la especialización incrementada de muchos trabajos técnicos y los cambios corrientes que afectan la investigación industrial y el desarrollo. A la vez la exigencia está creciendo para los ingenieros profesionales, quienes además de las destrezas técnicas prolongadas, están esperando tener destrezas en el idioma, las dos con incremento consciente de los resultados legales, ambientales, financieros y gerenciales y quienes pueden ser flexibles para estar de acuerdo con las condiciones del mercado cambiante y competitivo. Hay quizás un espacio entre las expectativas y realizaciones y la forma de conectarse.

En años recientes las Universidades, especialmente dentro del Reino Unido, bajo presión externa, están presentando un número elevado de estudiantes y una relación decreciente de profesor/estudiante, lo cual viene desafortunadamente acompañado de una reducción en presupuesto. Estos cambios nos conducen a re-evaluar las pautas necesarias a adoptar con el fin de asegurar que los ingenieros tengan una alta calidad de preparación inicial sino de adoptar también los mecanismos apropiados para mantener su conocimiento y prácticas profesionales en el más alto nivel de los estándares prevalecientes a través de su vida profesional. El papel que juega la formación continuada, o del desarrollo profesional, será significativo para conseguir tales objetivos; por tanto es necesario ofrecer apropiadamente los mecanismos para que se den esos logros, su relación con las necesidades, su suministro y su calidad..

Este trabajo considera algunos de los temas fundamentales que están tomando auge por los cambios en tecnología, por el impacto del desarrollo en la tecnología informática para el desarrollo industrial, para la profesión de ingeniería, para las instituciones educativas y para la educación de los ingenieros.

## 2. LAS DOS CULTURAS

No obstante la fama de la institución, o lo prestigioso del conferencista, es comparativamente raro para los profesores universitarios provocar el matiz y el clamor, los cuales siguió la conferencia REDE dada en la Universidad de Cambridge en 1959, por C. P. SNOW, un anterior científico, servidor del estado y novelista. El tema de su conferencia "Las Dos Culturas y la Revolución Científica" (1) fue un examen de las brechas culturales que existen entre las ciencias y las humanidades, y de las limitaciones del sistema educativo que han perpetuado y generado esta división.

La conferencia generó un intenso debate implicando al crítico de la literatura Inglesa F. R. Leavis (2). En años posteriores la frase "Las Dos Culturas" ha sobrevivido y 30 años después, esta conferencia y las discusiones posteriores que esta provocó, continua siendo vigente en aspectos claves de la sociedad, la cual trasciende lo que inicialmente parecerían ser discusiones anacrónicas y

arcanas de los académicos. El propósito aquí es no volver a examinar ese debate particular, sino mejor extender el concepto mirando otra cultura dividida y en un contexto diferente al discutido originalmente por Snow. Esto es considerar los temas que separan la educación y los mundos industriales e identificar lo que está perdido por una negligencia para apreciar estas diferencias.

Las brechas entre la industria y la academia son mas importantes que aquellas entre las artes y las ciencias. Históricamente estas culturas han sido muy diferentes, y en ello puede estar el origen de muchos problemas. Entonces es importante explorar la naturaleza de esta división, como podría esta percibirse actualmente y de esta manera ver las formas de obtener un beneficio mutuo al reconocer las diferencias, y hacer un intento de llenar vacíos donde éstas son mas aparentes o críticas. Algunas de las fortalezas y debilidades de estos dos sectores son comparados en la tabla 1.

ACADEMIA	INDUSTRIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capaz de acomodar diversas estrategias individuales</li> <li>• Mayor énfasis en movimientos individuales/grupales</li> <li>• Facilita manejo individual</li> <li>• Recursos para el desarrollo limitado de infraestructura</li> <li>• Tolera la diversidad</li> <li>• Interés en el desarrollo actualizado de las propiedades intelectuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar estrategias predominantes</li> <li>• Enfocado en el movimiento colectivo de organización</li> <li>• Evita la actividad individual</li> <li>• Mas recursos disponibles para uso de infraestructura</li> <li>• Aspira a eliminar la diversidad</li> <li>• Mayor énfasis en las propiedades intelectuales</li> </ul>

Tabla 1. Una comparación entre las culturas académica e industrial.

Si se reconoce que hay suficientes diferencias entre la industria y la academia como para justificar que el uso de la frase "Dos Culturas" las pueda describir, entonces ¿estaremos haciendo lo suficiente para llenar el vacío que existe entre ellas?. Con menos vacilación podemos concluir: a) Hay en ciertos lugares un verdadero hueco cultural entre industria y academia, b) Que este puede ser más grande de lo que muchos creen o admitirían y c) se volverá cada vez mas importante cubrir ese vacío en forma efectiva, no como un lujo sino como algo indispensable para asegurar una sobrevivencia económica apropiada en el siglo XXI. En las áreas donde las culturas se encuentran debemos estar sincronizados con estos problemas, en convenios de investigación, en transferencia tecnológica y en el Desarrollo Profesional Continuado (CPD).

Si el triunfo se anticipa en la medida en que las actividades evolucionan progresivamente dentro de lo que ha llegado a conocerse como "La Sociedad De Aprendizaje", las organizaciones industriales encontrarán necesario reconocer y absorber aspectos claves de la práctica académica. De una forma similar, en el futuro las instituciones académicas necesitarán reconocer y adoptar aspectos de práctica corporativa para optimizar sus actividades y mantener y extender sus libertades y la flexibilidad. Ninguna organización puede estar segura de que el mañana será como lo es hoy, o que las cosas que fueron útiles en el pasado podrán seguir siendo útiles en el futuro.

En cierto modo algunas de las observaciones venideras podrían parecer obvias y aun si este es el caso, las lecciones no son aprendidas claramente. Los foros donde la academia y la industria se encuentran son limitados; existen niveles de incertidumbre dentro de las dos culturas acerca de la naturaleza y la efectividad o acerca de las restricciones externas que afectan al otro, y no se puede enfatizar en una forma contundente la importancia de que aprendamos a desarrollar, a entender y a conectar esto, con el fin de maximizar nuestro potencial futuro.

### 3. JUGADORES EN ACCIÓN

La educación es un artículo costoso en cualquier presupuesto nacional con mucho de los costos de producir un ingeniero profesional siendo consolidado por el estado. No obstante, el desarrollo profesional es más probable que sea financiado por empleadores e individuos, llevando tales actividades más cerca del mercado dominado por la economía que al mercado de los sistemas planificados, y desde aquí a un régimen con un nivel más alto de turbulencia e incertidumbre. Es irónico que a la vez cuando la importancia del aprendizaje permanente ha comenzado a ser reconocido internacionalmente, y el concepto de organizaciones del aprendizaje naciesen, los modelos de trabajo están cambiando, y se mueven en contra de esto. El empleo permanente es cada vez mas escaso, las grandes compañías están buscando formas de incrementar su flexibilidad corporativa disminuyendo su nómina de pagos; las compañías se están volviendo más pequeñas, las estructuras de manejo frágiles, el desempleo es creciente y hay un énfasis en la flexibilidad dentro del mercado laboral. Inevitablemente con tales cambios los empleadores tienen menos probabilidades de emplear personal a largo término, cambiando así la responsabilidad del desarrollo profesional del ingeniero mismo, quién como resultado necesitará apoyo adecuado e incentivos para mantener la actividad.

Son adecuados los sistemas para enfrentar las necesidades del país? Se enfocan estas suficientemente sobre las necesidades del ingeniero mismo,?, necesidades que cambiarán durante toda la carrera, y que a la luz de los cam-

bios en los patrones de empleo probablemente serán compartidos con grandes empleadores, quizás en diferentes países. Actualmente no hay integración de estas actividades y son dejadas a la globalidad. Hay pocos estándares acordados universalmente u otros códigos de práctica y valoración para regular la efectividad de la educación profesional, ya sea, la perspectiva del proveedor o del participante. Son cambios difíciles y el tema de escasa atención. Entonces, ¿cómo podría esto afectar el desarrollo de futuras actividades? Es importante que estos problemas puedan ser dirigidos, si cualquier forma de sistema creíble es establecido. Aquí quizás necesitamos dirigir el rol de varios distritos o contribuyentes en este proceso: participantes, empleador, patrocinador o presentador, organizador, institución académica y cuerpo profesional. La lista es compleja y los intereses diversos.

Los intereses de los participantes están dirigidos hacia sus necesidades específicas, las cuales pueden reflejar temas vocacionales a corto plazo o las necesidades de desarrollar una carrera en un tiempo más largo y estará más preocupada con la efectividad de la actividad en encontrar estas necesidades. Las preocupaciones del patrón o de las organizaciones patrocinadoras pueden ser similares a la del participante en que los objetivos, y el contenido académico son relevantes a sus necesidades, pero además están las necesidades del desarrollo en los recursos humanos de la organización de la compañía, las cuales pueden ser diferentes y ciertamente más globales, que aquellas de los individuos. Alternativamente, el patrocinador podría ser del gobierno o incluso un cuerpo internacional en el criterio aplicado podría incluir una percepción de una necesidad nacional o internacional, quizás menos parroquial que la de una compañía, pero teniendo el mismo reconocimiento estratégico de necesidades, de pequeñas faltas educacionales e institucionales equipadas adecuadamente para responder a estas. Así los requerimientos podrían ser muy diferentes de aquellos del participante.

En la parte de la provisión el principal interés del presentador de curso está con el contenido técnico de la actividad y apareándolo a las necesidades percibidas de los participantes potenciales para asegurar la transferencia efectiva del conocimiento. El organizador también está interesado en la calidad del contenido técnico, pero también en muchos otros factores tales como apoyar los convenios, la efectividad en armonizar el curso para captar las necesidades. La institución bajo cuyo nombre la actividad es montada necesitará estar segura de que la naturaleza de la actividad refleje la institución en sí misma y permanezca dentro de su cultura, refleje las necesidades de la institución ya sea local, sectorial o internacional. Además, mirando la institución como un negocio, la actividad necesitará reflejar esto.

Fuera del participante y del proveedor no se puede abandonar el rol de las dos instituciones profesionales, quienes del todo están interesadas con los estándares profesionales y la competencia, y de la comunidad en general, quién por medio de cuerpos públicos e instituciones están directamente contribuyendo a las actividades. El rol de las instituciones profesionales es importante para

ayudar a moldear la naturaleza de las actividades y encubrir las necesidades de la sociedad. En el U.K. por ejemplo, las diversas instituciones de ingeniería y otros cuerpos asociados están llegando a ser más conscientes de este rol y la evolución de una estrategia nacional apropiada, pero su realización o su implementación como una "sina qua non" de práctica profesional permanece para el futuro. La comunidad puede ser considerada a nivel local, o a nivel nacional y hoy, con la importancia creciente de agrupaciones supranacionales, tales como la Comunidad Europea a nivel internacional.

No obstante, por un lado, allí no puede haber desacuerdo acerca de la necesidad de un desarrollo efectivo de actividades profesionales, es claro por otro lado, que con muchos factores influyendo en la percepción de una actividad por las partes interesadas, el criterio para identificar la actividad puede ser diverso.

¿Hay suficiente comunicación entre los diferentes distritos, entre instituciones académicas, cuerpos profesionales y empleadores instruidos y los mismos ingenieros? Sin embargo dentro de los grupos específicos esto podría existir, también con frecuencia hay suficiente intercambio entre variados intereses. Siempre hay espacios culturales que deben ser llenados mientras que por un lado debemos ser cuidadosos de no estar indebidamente mirando hacia el interior de nuestros pensamientos, ¿podemos nosotros acometer temas de tal diversidad global, mientras que nacionalmente hay un espectro de opiniones? Hay importantes perspectivas internacionales para el desarrollo profesional, las cuales no podrán ser dejadas de lado (3) y desde éstas muchos distritos pueden ser beneficiadas.

#### **4. LA "SOCIEDAD EN APRENDIZAJE"**

Ha habido un rápido crecimiento en el volumen de la información técnica asociada con todos los campos del conocimiento los cuales frecuentemente conducen a la necesidad de incrementar especialización en muchas actividades. Sin embargo a la vez hay una creciente necesidad para los profesionales, quienes no solamente han extendido sus habilidades técnicas, sino también habilidades en idiomas, manejo, finanzas, conocimiento legal y ambiental, y quienes pueden contar con ser flexiblemente organizados para encontrar cambios y condiciones de mercado competitivo. ¿Cómo podríamos aparentemente conciliar estas dos demandas conflictivas, profundas, amplias y flexibles?

En este contexto debemos acercarnos a los retos del aprendizaje permanente, menos en el contexto de la maternidad y "el pastel de manzana", y más en el espíritu necesario para la supervivencia competitiva efectiva. Los desafíos son inmensos, los recursos determinados, y el mensaje político frecuentemente algo difuso. Esta es parte de la responsabilidad de aquellos quienes aclaman



estar más cercanos de ser los campeones y realzando la importancia para el rol que la educación debería y en verdad jugaría en el futuro desarrollo económico y la prosperidad industrial, para asegurar que la estructura de trabajo está en el lugar. Esta es una estructura, tanto como para el diálogo efectivo y para la acción del Desarrollo Profesional Continuo (CPD) que es flexible, que abarca diversas entradas y salidas y al mismo tiempo es capaz de reflejar una calidad verdadera, en su operación y es capaz de alcanzar niveles de aceptabilidad local y global.

Dado que los argumentos desarrollados muestran que el CPD y otros temas serán importantes para la prosperidad económica futura, ¿tendremos que colocar en el su sitio los mecanismos apropiados para su desarrollo? Claramente puede decirse que no. El CPD al igual que la transferencia de tecnología y otros aspectos de explotación comercial se sitúa en la interfase entre dos culturas. Así mientras CPD está en una posición privilegiada, con una mirada dentro de cada una de las culturas que hemos discutidos en la sección 2, es también tema de las incertidumbres y dificultades para maximizar los beneficios de su interacción mutua.

Como con toda la educación los desarrollos de calidad son vitales, y de alguna manera tenemos que compaginar el reconocimiento de los beneficios de calidad necesarios en estos desarrollos. No obstante la educación es considerada por muchos como ser la inversión nacional más importante que actualmente podría ser hecha, tales sentimientos no están siempre acompañados por la ubicación necesaria de recursos y frecuentemente hay un descuido para distinguir entre los recursos establecidos para necesidades diferentes de desarrollo. Por supuesto dentro de este contexto podría recordarse que inevitablemente hay una tensión progresiva entre los cronogramas políticos y educativas y mientras discutimos los movimientos hacia la educación permanente, aquella llega a ser aun más pronunciada.

En un documento que considera los temas que afectan la "El Aprendizaje a la Demanda", Klus (4) ha identificado algunos de los rasgos, factores y tendencias que están afectando el CPD. El incluye; la globalización de las economías, el movimiento hacia el lenguaje único de negocios, la era de la información, el estándar internacional de productos, la tecnología educacional, las redes internacionales, las relaciones universidad-industria y la transferencia de tecnologías. Se nota que al pasar rápidamente a través de estos factores hay probablemente tres temas críticos.

- (1) Manteniendo las observaciones hechas dentro de la sección 2, el incremento traslapado entre negocios y educación debe ser notable,
- (2) La importancia creciente de la tecnología como una parte intrínseca del proceso educativo, y
- (3) El énfasis y la necesidad crecientes por la flexibilidad y responsabilidad dentro de la educación.

El reto será responder a estos temas, mientras a la vez, y más importante, mantener más virtudes estables, cohesivas, continuas y de calidad.

## 5. NUEVOS PARADIGMAS

Aunque hasta ahora solamente las hemos mencionamos de paso, la importancia de los desarrollos en la tecnología de la información y en las telecomunicaciones y el impacto que estas podrían tener en la educación, no deberían ser menospreciados, sin embargo tampoco podrían ser exageradas. Hace un siglo, el establecimiento de una red básica de telefonía comenzó un proceso que ha tenido una influencia significativa en los modelos de comunicación y a partir de estos, en muchos aspectos de la vida. Hoy, la llegada de amplias redes tendrán un impacto que quizás es mas grande. En el campo de la computación personal, mejoramientos continuados en el desempeño del hardware a un costo disminuido que ha facilitado el desarrollo de un software sofisticado, disponible no solo para los programas profesionales de usuarios reconocibles, sino también con la posibilidad de llegar a cada hogar. Las aplicaciones oscilan desde programas de simulación compleja resolviendo problemas de ingeniería y juegos altamente realistas que absorben al niño. La unión de las tecnologías dinámicas de las telecomunicaciones y el computador personal está llegando a tener un impacto significativo para el acceso de información, para la comunicación global, para la práctica de negocios y para la educación.

Las confluencias en la tecnología de la información que resultan con la llegada del computador personal, costos mas bajos del hardware para la transmisión de información y almacenamiento, y el incremento de software, podrían tener una influencia significativa en el rol futuro de las instituciones educativas y origina grandes interrogantes que abran caminos apropiados para los cuales se puede realizar un desarrollo educativo efectivo en el futuro. Es claro que, con esta capacidad de mejoramiento tecnológico la atracción de usar técnicas es cada vez mas atractiva. Las necesidades de la educación y aprendizaje no son actividades llevadas a cabo en sitios o tiempos específicos, pero tienen el potencial de ser entregadas donde y cuando quieran ser requeridas.

Las reputaciones de instituciones educativas que están derivadas de su escolaridad, investigación y enseñanza, han sido usualmente establecidas sobre largos periodos, aunque hay ejemplos dentro del Reino Unido de instituciones que han alcanzado esto dentro de los modestos periodos. como las oportunidades de formar parte de éstas instituciones como profesor o estudiante son inevitablemente limitadas, la competencia por posiciones ha sido alta y esto ha ayudado a mantener el prestigio de la institución. Dentro del U.K., uno de los triunfos de los 60's fue el establecimiento en 1969 de la Universidad Abierta, la cual con el uso de textos preparados cuidadosamente y material de apoyos de difu-

sión pública, de redes de tutores locales y de escuelas residenciales cortas, ha abierto la puerta, a niveles de educación superior, a sectores de la población, a los cuales, por una razón u otra, ellos nunca podrían haber sido capaces de aspirar. Efectivamente la Universidad Abierta no ha estado en conflicto con universidades formalmente establecidas pero ha agregado una importante y amplia perspectiva a la educación superior.

Pero, ¿cuál sería el impacto educativo de la revolución en las telecomunicaciones?, ¿será esto complementario o competitivo con el orden establecido? ¿cómo podría ser esto entendido y manejado?. El propósito esencial seguramente no es ni la preservación ni la destrucción de las instituciones existentes, inevitablemente pase lo que pase, es la educación de una población, para la satisfacción personal y para prepararla para responder a las necesidades de empleo de hoy y del próximo siglo. Estamos ahora viendo la emergencia de una variedad de experimentos en la educación a distancia en muchos países y como la amplitud se incrementa y los costos de transmisión de información tambalean, la promesa de su potencial llega a ser cada vez mas atractiva. Es claro que en países, que son extensos, o dispersos, o tienen terrenos escabrosos y donde la comunicación física es difícil, las oportunidades que se abren por el uso de educación a distancia, de una forma u otra, son inmensas y gratificantes. Pero aun en la densa población de Europa Occidental éste impacto no debería ser menospreciado.

La educación estará siempre mas ligada al potencia económico y la tecnología abre nuevas oportunidades para su difusión por la vía de CR-ROM, por transmisión directa, por el Internet o por la combinación de métodos. Las oportunidades y desafíos propuestos por la educación a distancia están llegando y los vehículos de tecnología que facilitan esto son por supuesto los mismos usados para entretenimiento. El problema para nosotros, en industria, en academia, en educación es esforzarnos por dar respuestas honestas a preguntas fundamentales.

La buena educación es un reto, un juego complejo de adquisición de experiencias, de desarrollar líneas de procesos de pensamiento y habilidades para solucionar problemas, de cuestionamiento y de autorregulación. Los mejores educadores e instituciones, son los únicos que, por cualquier método, son los mas efectivos para desarrollar éstas actividades. Quizás sea que por la utilización de tecnología, por el medio que sea mas apropiado, podamos abrir lo mejor a una audiencia amplia y ésta es una importante clave de éxito. Debemos revestirnos de lo mejor. Una clase mediocre no ayuda al estudiante ni tampoco una mediocre educación a distancia.

Cuando la tecnología cambia, una compañía no puede estar segura de que sus expectativas de mercado se mantengan, no pudiendo reconocer así las fallas que la llevarán a la quiebra. De manera similar la educación tendrá que estar fundamentada en lo efectivo, para cualquier propósito. No hay un propósito particular, sino que la efectividad en encontrar metas específicas se convierta en lo esencial.

La sociedad solamente tiene acceso a un número limitado de cosmólogos, y hay probablemente un límite en el número de personas que tienen una aptitud apropiada en ese campo. Hay probablemente un límite también de médicos consultores requeridos, porque asociados con cada uno de ellos hay una necesaria infraestructura costosa, que puede estar mas allá del alcance de la sociedad. Pero lo que tampoco se puede aceptar es un profesional cuyo conocimiento no sea actualizado o suficientemente amplio. Con cambios en conocimiento y técnicas, debemos comenzar a cuestionarnos la naturaleza de una calificación, ¿cuánto tiempo es válida, cómo es mantenida y en que forma es transferible, por quién podrá ser reconocida? ¿cómo será realizada y mantenida la excelencia en el futuro, ¿cómo reconoceremos la competencia?. El costo de la comunicación, sea de personas o de información está bajando, las compañías operan sobre bases transnacionales, estos retos son ahora globales.

## RETOS QUE ENFRENTAN LAS INGENIERAS PROFESIONALES

### REFERENCIAS

1. Snow C P: "The Two Cultures" Cambridge University Press (1964)
2. Leavis F R: "Two Cultures?" The Significance of C P Snow' Spectator, 9 March (1962)
3. Jones M E: "Continuing Engineering Education and Global Development" Proc. Int. Conf. On Engineering Education. Pp 619-626, (10-12 November 1993)
4. Klus J: "Learning on Demand", Proceedings of 6th World Conference on Continuing Engineering Education, Brazil (1995)

Las mujeres han invadido la profesión de Ingeniería en el país desde comienzos de los años sesenta. Ellas han escogido esta carrera, tienen muchos obstáculos a lo largo del camino que obstaculizan su progreso y limitan sus éxitos. Este documento enfoca la atención en los retos que enfrentan las Ingenieras en su profesión. Este refleja los pensamientos del autor, los cuales están basados en veintifour años de experiencia como ingeniera profesional, educadora de Ingeniería, quien luchó en su carrera para llegar a ser la primera profesora mujer que enseñara el departamento de Ingeniería civil en Egipto.

Sin embargo las mujeres componen sólo cerca del 45% de la población egipcia universitaria, ellas representan sólo el 15% de los graduados de Ingeniería. Este porcentaje no se incrementó en los pasados 25 años. Por el contrario, el número está bajando como un reflejo de las necesidades del mercado, el cual es gobernado por hombres quienes no dan buena probabilidad o buenas oportunidades de trabajo a las Ingenieras. Este retraso es el resultado de una variedad de atrasos sociales e imposiciones religiosas. Las mujeres en Egipto tienen derechos completos en la constitución y en la legislación, pero se genera justicia solamente en el papel. Ellos sufren de discriminación, competencia injusta y maltrato en el hogar y en el trabajo. Luchan para obtener sus derechos profesionales especialmente cuando son altamente educadas, y tienen las capacidades y talentos para ocupar posiciones principales.

El documento da luz sobre los establos presentes de la mujeres profesionales Ingenieras, subraya los obstáculos y los desafíos que obstaculizan su progreso e identifica los problemas experimentados por ellas. Sugiere un mecanismo para apoyar su posición en el poder, tomar de decisiones y trata una estrategia para que las Ingenieras establezcan su carrera y ganen sus derechos profesionales. Un programa es propuesto para ser utilizado a nivel internacional.

## **RETOS QUE ENFRENTAN LAS MUJERES PROFESIONALES INGENIERAS**

*A.M. Elleboudy.*

*Profesora, Jefe del Departamento de Ingeniería Civil,  
Facultad de Ingeniería,  
Universidad de Banha, Cairo, Egipto.*

### **RESUMEN**

*Las mujeres han invadido la profesión de ingeniería en el país desde comienzo de los sesenta. Ellas han probado que son inteligentes, creativas e innovadoras. A pesar de la fuerte voluntad, devoción y dedicación, las mujeres que han escogido ésta carrera, tienen muchos obstáculos a lo largo del camino que obstruyen su progreso y limitan sus éxitos. Este documento enfoca la atención en los retos que enfrentan las ingenieras en su profesión. Este refleja los pensamientos del autor, los cuales están basados en veinticinco años de experiencia como ingeniera profesional, educadora de ingeniería, quien luchó en su carrera para llegar a ser la primera profesora mujer que encabezara el departamento de ingeniería civil en Egipto.*

*Sin embargo las mujeres comprenden cerca del 45% de la población egipcia universitaria, ellas representan solo el 15% de los estudiantes de ingeniería. Este porcentaje no se incrementó en los pasados 25 años. Por el contrario, el número está bajando como un reflejo de las necesidades del mercado, el cual es gobernado por hombres quienes no dan buenas probabilidades o buenas oportunidades de trabajo a las ingenieras. Este retraso es el resultado de una reciente ola de atrasos sociales e imposiciones religiosas. Las mujeres en Egipto tienen derechos completos en la constitución y en la legislación, pero se genera justicia solamente en el papel. Ellas sufren de discriminación, competencia injusta y maltrato en el hogar y en el trabajo. Luchan para obtener sus derechos profesionales especialmente cuando son altamente educadas, y tienen las capacidades y talentos para ocupar posiciones principales.*

*El documento da luz sobre los estatutos presentes de la mujeres profesionales ingenieras, subraya los obstáculos y los desafíos que obstruyen su progreso e identifica los problemas experimentados por ellas. Sugiere un mecanismo para apoyar su posición en el poder, toma de decisiones y traza una estrategia para que las ingenieras establezcan su carrera y ganen sus derechos profesionales. Un programa es propuesto para ser lanzado a nivel internacional*

*y unificar a las ingenieras a través de sus sociedades profesionales para formar una nueva asociación de mujeres y comenzar trabajando con una nueva visión y diferente concepto para enfrentar los retos, los cambios de experiencias, fortalecer y afianzar sus posiciones.*

## INTRODUCCIÓN

Las mujeres han invadido la profesión de ingeniería en Egipto desde comienzos de los sesenta, profesión que fue dominada por los hombres durante siglos. Ellas comenzaron con un número reducido de estudiantes femeninas en algunas escuelas de ingeniería y probaron que son inteligentes, creativas y responsables. Tienen deseos sinceros de aprender y auto disciplina para un estudio serio. A pesar de la fuerza de voluntad, devoción y dedicación, las mujeres que han escogido ésta carrera tuvieron muchos obstáculos a lo largo del camino que obstruyeron su progreso y limitaron sus éxitos. Este documento enfoca la atención en los retos que enfrentan las mujeres ingenieras en su profesión y subraya los problemas experimentados por ellas en su práctica de ingeniería. El documento sugiere también un mecanismo para ayudarlas y capacitarlas en establecer su carrera y ganar sus derechos profesionales.

## AMBIENTE DEL APRENDIZAJE

Algunos educadores (4) hacen énfasis en la idea de proyectar a las mujeres cursos de ingeniería, mas pertinentes socialmente para interesar a las estudiantes mujeres. En mi opinión, las estudiantes mujeres pueden entender cualquier tema de ingeniería tan bien como los estudiantes hombres. Actualmente, todos los estudiantes de ingeniería están sobrecargados con cursos los cuales se concentran en matemáticas, ciencias e ingeniería básica (1), pero ellos necesitan recibir menos cursos básicos y más prácticos y aplicados para relacionarlos mejor a la práctica real de la ingeniería. Necesitan también mejorar sus habilidades en la comunicación, manejo y trabajo cooperativo en el ambiente industrial. Pienso que las mujeres son mejores en la comunicación, presentación y se inclinan a trabajar en forma mas colaboradora que los hombres.

De hecho, lo que las estudiantes necesitan mas en sus estudios de ingeniería es una atmósfera amigable. Ellas necesitan el ánimo y el apoyo de sus profesores y la cooperación de sus iguales para sentirse a gusto en un salón lleno de hombres. Los profesores deberían poner cuidadosa atención a ellas y

ayudarlas a vencer su timidez y darles la oportunidad para hablar con toda franqueza, expresar sus puntos de vista, hacer preguntas, y estar involucradas en discusiones sin ningún temor o vergüenza. Nosotros no podemos negar la naturaleza tierna y tímida de las niñas especialmente cuando ellas son pocas entre una mayoría de hombres. Las estudiantes representan cerca del 15% de los estudiantes de ingeniería en Egipto, sin embargo las mujeres abarcan alrededor del 45% de la población universitaria egipcia (6). Aún en los Estados Unidos las mujeres estudiantes abarcan solo el 15% en las escuelas de ingeniería y las mujeres tienen solamente el 3% de todos los doctorados en ingeniería (5). En los países árabes éstos porcentajes son menores. Además, en muchos estados árabes el estudio de la ingeniería es únicamente para hombres. Algunas veces ellos permiten a las mujeres estudiar arquitectura o sistemas en escuelas segregadas.

### APOYO FAMILIAR

Los profesores de ingeniería deberían corregir la idea equivocada sobre la dificultad de la educación en la ingeniería para las mujeres, y su conveniencia para los hombres. Ellos deberían hablar en los medios de comunicación y escuelas superiores y a la sociedad en general (2). Deberían enfatizar que la ingeniería es apropiada para todos los estudiantes inteligentes, innovadores y científicamente orientados. Es interesante saber que en las escuelas superiores y aún en los colegios elementales en Egipto, los grados más altos son ganados y los mejores alcances son ocupados por mujeres durante la última década. Significa que a las mujeres egipcias no les faltan las capacidades mentales, las cuales las califican para estudiar ingeniería, sino que necesitan programas de orientación apropiados que las guíen a la propia educación universitaria. Ellas deberían ser alentadas por sus familias a estudiar lo que ellas deseen. Los padres no deberían discriminar a sus hijas e influenciar sus decisiones justo porque están obsesionados con la idea que el arte, la literatura y aún la medicina son más femeninas y la ingeniería es una disciplina masculina. Los profesores de ingeniería tienen que borrar éste mito y enfatizar el hecho que el cerebro humano no tiene sexo. Las profesoras y las ingenieras tienen que presentar buenos modelos que lo demuestren.

Después del grado las ingenieras afrontan problemas más grandes que aquellos que tuvieron durante el estudio. Ellas hacen un esfuerzo superior para combinar carrera y familia. Tendrán que gastar más tiempo en el trabajo para terminar un proyecto o asistir a una reunión. Algunas veces sufren depresiones debido al ambiente desfavorable del trabajo, o a las exigencias difíciles de éste y necesitan apoyo emocional y cooperación de sus esposos. Desafortunadamente el entendimiento, la consideración y el apoyo del esposo es justamente



un sueño en muchos países en desarrollo. Raramente una mujer profesional es afortunada lo suficiente para tener un esposo considerado, de mente abierta y cooperativo quien honra su esfuerzo para establecer su carrera, o que la apoye en la solución de problemas encontrados en el trabajo, o perdonarla cuando ella falte un día para cumplir con los deberes de su familia porque está sobrecargada con las responsabilidades del trabajo. En lugar de esto, usualmente encuentra un esposo egoísta que transmite todos los problemas familiares a la carrera de su esposa. Algunas veces las ingenieras tienen que sacrificar sus logros y abandonar sus ambiciones para vivir en paz. Vivimos en una cultura machista que es hostil a la mujer y una sociedad dominada por el hombre, la cual tiene diferentes estándares para mujeres y hombres.

## EL PAPEL DE LA INDUSTRIA

El apoyo de la industria es muy necesario. Las compañías de construcción, las corporaciones industriales y las organizaciones de ingeniería deberían apoyar empleando a las ingenieras, darles iguales oportunidades de trabajo como a sus compañeros hombres. Ellos deberían creer en sus capacidades y talentos y proveerlas con entrenamiento adecuado para obtener experiencia en la práctica de la ingeniería. Deberían darles la oportunidad de desempeñar cargos de gerencia y de participar en la toma de decisiones y posiciones en todos los niveles. Ellos no deberían exponerlas a condiciones de trabajo difícil, en horas de trabajo tarde, o a tiempos severos en el campo. Deberían respetar su naturaleza delicada y permitirles usar su poder de cerebro para diseñar oficios, búsquedas y unidades de desarrollo y permitir a los hombres ingenieros utilizar su poder de músculos en fábricas y sitios de construcción. Admitimos que las mujeres son criaturas tiernas y físicamente menos poderosas que los hombres, pero son capaces de mostrar altos niveles de motivación, organización y habilidades analíticas. El diseño, la búsqueda, la enseñanza y la consulta son propias de la mujer ingeniera. Tienen la precisión, la paciencia y la persistencia, la creatividad, la innovación. Están mas relacionadas con la sociedad y mas orientadas al servicio a la comunidad (3). Ellas están comprometidas a las necesidades humanas y a la conservación del medio ambiente. Ellas pueden reflejar eso en el diseño de una producción más usual, sana y limpia. No obstante las mujeres ingenieras tienen mejores destrezas comunicativas, ética profesional y mente económica. Hacen un mejor enlace entre compañías y clientes, productores y usuarios y universidades e industrias.

Las mujeres profesionales como consultoras pueden difícilmente competir con firmas de consulta bien establecidas por los hombres, a no ser que ellas trabajen bajo su amparo. Los hombres como ingenieros de consulta están más adelantados porque ellos tienen la libertad de movimiento. Ellos pueden tener

contactos con todos los niveles en el gobierno y en la industria a través de amplias relaciones públicas. Pueden fomentar sus proyectos y negociar con los clientes durante las comidas de negocios, eventos sociales y clubes rotatorios. Por el contrario, las mujeres están atadas a sus familias y viven bajo las imposiciones especialmente en una sociedad conservadora como la de la autora, donde usualmente no pueden socializarse sin sus esposos quienes no estarían interesados en su trabajo en primer lugar. Esperamos que la industria la cual esta llena de líderes industriales de mente abierta, tome la iniciativa de acercarse a las mujeres ingenieras de consulta y permitirles servicios de consultoría y así los resultados serán marcadamente benéficos para sus organizaciones.

### BARRERAS PSICOLÓGICAS

Las mujeres representan solo el 15% de los estudiantes de ingeniería en Egipto. Este porcentaje no aumento en los últimos 25 años. Recientemente el número de estudiantes mujeres en las universidades de ingeniería esta bajando como reflejo de las necesidades del mercado, los cuales están gobernados por los hombres. Ellos no les dan posibilidades a las ingenieras en las buenas oportunidades de trabajo. Muchas compañías limitan su reclutamiento solo a los hombres y mencionan esto en los avisos publicitarios. Este es un resultado de las crecientes olas de atraso social e injustificadas fuerzas religiosas. Las mujeres en Egipto tienen derechos completos en la constitución y en la legislación, pero sufren de discriminación, competencia ilegal y maltrato en la casa y el trabajo. Simplemente, la igualdad de géneros no es aplicable. Ellas luchan por tener trabajos apropiados y hacen un gran esfuerzo por mantenerlos.

*Las mujeres que han escogido la profesión de ingeniería usualmente se encuentran a sí mismas superadas por los hombres y tratadas como una minoría de segundo grado. Tratan de trabajar más duro que los hombres para probarse a sí mismas, pero los colegas hombres no aceptan su competencia. Ellos aún creen que la ingeniería es una profesión de hombres. Rehusan la competitividad y la cooperación con mujeres ingenieras y colocan obstáculos para impedir su progreso y limitar su éxito. Ellos, les hacen sentir que su papel será marginal a menos que dependan del soporte de un hombre. Además cuando una mujer ingeniera tiene éxito para establecer su carrera y llega a ser admisible para asumir un papel de líder, sufre de rechazo psicológico por los hombres, quienes no aceptan tener una mujer jefe, simplemente porque esto hiere su orgullo. Ellos no vacilan en causar problemas para herir su imagen y reputación esperando descalificarla, limitar sus oportunidades de avanzar en su carrera y de hacerla perder credibilidad.*

Algunas líderes de organizaciones de ingeniería realmente no creen en las ingenieras, aún si tienen las calificaciones requeridas, destrezas y experiencias.

Ellos algunas veces las presionan mucho, las exponen a trabajos fatigantes o a climas de trabajo incómodo para vencer sus ambiciones y someter sus derechos a los competidores hombres. Por otro lado, ellos pueden usar a las ingenieras para decorar sus organizaciones y dar la impresión que son civilizados y de mente abierta, pero ellos no les dan responsabilidades reales o puestos principales.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las mujeres profesionales ingenieras quienes han establecido su carrera tienen que mostrar modelos buenos para animar a las mujeres a seleccionar la ingeniería si tienen las habilidades requeridas. Ellas hablarán a los medios de comunicación y a la sociedad en general, para publicitar sus logros y expresar sus puntos de vista para cambiar la idea herrada acerca de la naturaleza ruda masculina en la profesión de ingenieros.
2. Las profesoras de las escuelas de ingeniería, también como los profesores hombres deben eliminar la inconformidad y el sentimiento de aislamiento de las mujeres en la clase y prestarles mas atención para compensar el desnivel.
3. Preguntando a los hombres autorizados en la industria para el reclutamiento de mujeres, la percepción de que las mujeres son menos inteligentes e incapaces en la carrera de ingeniería fue totalmente errada. Las ingenieras son intelectuales, innovadoras, talentosas, y capaces de realizar cualquier tarea. A ellas se les debe permitir trabajar en un atmósfera colaboradora y acogedora, libre de discriminación, competencia injusta y condescendencia de los compañeros hombres.
4. Les demandamos a los colegas hombres y superiores pensar mas positivamente acerca de sus compañeras ingenieras, cooperarles, respetarlas, tratarlas amigablemente y aceptarles su competencia y liderazgo.
5. Requerimos el apoyo de la industria y del gobierno. Sugerimos que ellos habiliten el 20% por lo menos de los trabajos disponibles para las ingenieras. Ellas deben explorar sus talentos y habilidades, dándoles la preparación adecuada, involucrándolas en el manejo y en el proceso de toma de decisiones y ofrecerles papeles importantes en posiciones vitales.
6. Exhorto a todas las ingenieras del mundo a unir fuerzas y formar la "Sociedad Internacional de Mujeres Ingenieras", bajo el amparo de la UNESCO, en asociación con UNIDO, UATI y WFEO para iniciar el trabajo con una nueva visión y un concepto diferente para enfrentar los desafíos, intercambiar experiencias, fortalecer nuestras posiciones y reforzar el poderío de las mujeres en nuestra profesión.

La nueva sociedad tendrá nuevas metas y ambiciones como:

- Velar por nuestros derechos profesionales y nuestro justo compartir en los oficios y posiciones.
- Apoyar a las mujeres ingenieras en los países en desarrollo, quienes son las que mas sufren de discriminación.
- Diseñar políticas y estrategias que aumenten el número de estudiantes en ingeniería y ayudarlas a encontrar trabajos adecuados con la cooperación de la industria.
- Sostener la auto confianza en las estudiantes y en las profesionales.
- Demostrar nuestras capacidades y logros, continuar desarrollando nuestras habilidades y realzar nuestra experiencia a través de cursos de entrenamiento y talleres internacionales.
- Denunciar a cualquier organización que intimide a las ingenieras y tratar de crearles conciencia y cambiarles su actitud hostil.
- Reunirnos periódicamente para evaluar nuestros avances y vencer nuestros problemas.
- Entrar al siglo XXI con una fuerte voluntad y mas estabilidad para la excelencia y el éxito.

Unifiquemos nuestros esfuerzos, disfrutar el cambio, mantener nuestros estándares, continuar nuestro progreso, comprometernos a la excelencia e implementar nuestros planes para alcanzar nuestras metas profesionales.

Vamos a invitar a los compañeros hombres de mente abierta para que se unan a nuestra misión, enriquezcan nuestra experiencia con sus pensamientos e ideas, refuercen nuestra posición con su asistencia y apoyo y compartan con nosotras los frutos de nuestro trabajo y disfruten los resultados notables los cuales beneficiarán la completa profesión de ingeniería.

## ANTECEDENTES

El Código de Ética Ambiental para Ingenieros fue decidido por el Comité Permanente de Ingeniería y Medio Ambiente de la WFEQ durante 1984. Fue presentado a la Asamblea General en Nueva Delhi en 1985 y aprobado unánimemente. En el proceso de aplicación por las Organizaciones Regionales y El Servicio Nacional de Ingenieros en el mundo, con el apoyo de la UNESCO, algunas modificaciones fueron hechas para hacerla más efectiva y facilitar la traducción. Los cuerpos más activos en este efecto fueron la Federación Europea

## REFERENCIAS

1. Armstrong, J., y Leder, G. (1995). Engineering Education: how to design a gender inclusive curriculum. Proceedings of the International Congress of Engineering Deans and Industry Leaders. Pp.292-297. Melbourne, Australia.
2. Elleboudy, A.M. (1978), Future prospects for women engineers. Presented in the Symposium on Women in Engineering. University of Washington, Seattle, Washington, USA.
3. Elleboudy, A.M. (1994). Role of Engineering colleges in the development of new communities. Proceedings of the Conference on Future of New Communities in Egypt. Pp. 45-50. Cairo, Egypt.
4. Ghausi, M.S., y Mc Guinness, N.A. (1994). Problems and Progress: Women in engineering. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> World Congress of Engineering Education and Training. Pp.713-718. Cairo, Egypt.
5. Ghausi, M.S. y Mc Guinness, N.A. (1995) Why so few USA women engineering Faculty members? and what can we do to increase their numbers? Proceedings of the International Congress of Engineering Deans and Industry Leaders. Pp.276-281. Melbourne, Australia.
6. Women in Egypt (1995). Egypt's Report in the 4th International Conference on Women. Pp.1-50. Beijing, China.

## **APLICACIÓN INTERNACIONAL DE ÉTICA PARA INGENIEROS**

*Dr. John McKenzie*

*Secretario General*

*Federación Mundial de las Organizaciones de Ingeniería.*

### **RESUMEN**

*El documento explica el antecedente en el desarrollo de un número de códigos de ética, los cuales han sido introducidos dentro del mundo del ingeniero profesional. Se siguen y se explican Las recientes razones históricas para el desarrollo y la adopción de los valores éticos involucrados. Todo esto se ha realizado en vista de la existencia de códigos todos muy diferentes o ante la falta de tales códigos en el profesionalismo a través del mundo.*

*La percepción errada de la interacción del mundo técnico y del ambiente, se combinaron para estimular las discusiones que dieron como resultado la producción de el "Código de Ética Ambiental para Ingenieros".*

*Se siguió El Código Modelo de Ética el cual fue un intento para tratar de divulgar universalmente los estándares de ética a través de la profesión.*

*EL advenimiento de la Superautopista de las Comunicaciones ha conducido a un método de contacto, que involucra nuevos medios, el cual es engorroso. La recientemente desarrollada Resolución de Tokyo es la primera introducción a la Ética en ésta área.*

### **ANTECEDENTES**

El Código de Ética Ambiental para Ingenieros fue discutido por el Comité Permanente de Ingeniería y Medio Ambiente de la WFEO durante 1984. Fue presentado a La Asamblea General en Nueva Delhi en 1985 y aprobado unánimemente. En el proceso de aplicación por las Organizaciones Regionales y El Gremio Nacional de Ingenieros en el mundo como también por la UNESCO, algunas modificaciones fueron hechas para hacerle aclaraciones y facilitar la traducción. Los cuerpos mas activos en esta etapa fueron La Federación Europea

de Asociaciones Nacionales de Ingeniería (FEANI) la cual consta de 27 naciones; la UNESCO y la Secretaría de la WFEO.

Para entender esta situación necesitamos saber que fue lo que trajo a los ingenieros de varias nacionalidades, antecedentes étnicos y filosofías a estar unidos en tal materia en 1983 y 1984.

## HISTORIA

Después de un largo periodo de inactividad política cuando los ingenieros abordaron los problemas y las tareas impuestas a ellos por la sociedad, por los políticos, por las organizaciones mercantiles o por su propia ambición llegaron a ser conscientes de su posición o falta de ésta a los ojos de la comunicación, los políticos y el público en general. Criticados y culpados por los técnicamente analfabetas medios de comunicación, ellos vieron claramente que habían sido los creadores o fomentadores de prácticamente todos los avances que produjo la sociedad "desarrollada". Sin importar si fue el transporte, las comunicaciones, incremento en el campo de la agricultura, mayor comodidad para la humanidad, mejor salud y oportunidades de supervivencia, (tratamiento de basuras y de agua potable), viajes espaciales, ofensa y defensa en la guerra, mejores viviendas, ropas mas económicas, etc. Casi todo esto fue dado por garantizado y el ingeniero "apolítico" estaba convirtiéndose en el chivo expiatorio de los problemas ecológicos producidos por el avance de la humanidad junto con la explosión demográfica. Esto fue sentenciado sin juicio o evidencia definitiva con el desconocimiento de los medios de comunicación y los políticos como jueces y jurados. A medida que aumentó el conocimiento especialmente el ambiental se fueron creando grandes interrogantes y dudas.

Se fueron desarrollando tendencias que evolucionaron emocionalmente a partir de datos dispersos y frecuentemente contradictorios. Indudablemente los no-técnicos asumieron que el basto e incrementado uso de la energía, la acumulación de desperdicios y el uso de la tecnología por un número de personas creciendo exponencialmente, iba a producir resultados fatales. En ocasiones la emoción se separó de la lógica y así el ingeniero fue el culpable de aquellas faltas de conocimiento para hacer juzgamientos adecuados.

## **CÓDIGO DE ÉTICA AMBIENTAL PARA INGENIEROS (Apéndice A)**

La injusticia produce inesperadas relaciones. Hace alrededor de tres o cuatro años comenzó a levantarse un sentimiento entre los ingenieros que no obstante habían sido los solucionadores de problemas, que extendieron las vidas, aliviaron el peso y enriquecieron mucho a la humanidad, quizás aún la crítica tuvo un punto; no el o los puntos de culpa sino otros. Este sentimiento nació en diferentes lugares y en varias formas. Los ingenieros habían sido quizás muy técnicos y buenos solucionadores de problemas pero muy poco visionarios. Se han cometido muchos errores, generalmente por buenas intenciones mal orientadas. En algunas áreas había buena voluntad para crear lo que los organizadores, los políticos y las corporaciones deseaban y no lo que se necesitaba a largo plazo.

La WFEO intervino en estas manifestaciones. El Comité Representante Técnico de Ingenieros y Medio Ambiente, estaba buscando todos los juramentos morales, abarcando el juramento hipocrático. En nuestro complicado mundo, esto era fugaz pero el Código de Ética Ambiental para Ingenieros fue producido consiguiéndose más de lo esperado. El interés ambiental se volvía general y atractivo y la ética fue la etiqueta usada para poner frenos al exceso y promover consecuencias ilustradas en todas las direcciones.

Así nació el primer código proveniente de una variedad de raíces étnicas, tradiciones y niveles de desarrollo.

El origen fue impresionante pero su influencia se difundió lentamente. En algunos países hubo y hay un conflicto entre restricciones por un código ético y la filosofía de la libertad comercial, con el rompimiento aparente, casi mitad y mitad.

Los optimistas pueden ver que se está haciendo progreso. Los pesimistas dirían que los problemas se están esparciendo mas rápido que la influencia de la ética.

El crecimiento demográfico mundial oculta todos estos esfuerzos. No significa que los esfuerzos no se deban hacer. Significa esto que se necesitan otros esfuerzos, que los oponentes necesitan ser persuadidos y que el Código debe esparcirse mas ampliamente en especial entre los jóvenes o ingenieros aspirantes.

El perfeccionamiento del Código de Ética Ambiental requiere pocos comentarios. Este limó algunas dificultades para la traducción y simplificó palabras pero el empuje general permanece igual.



## **CÓDIGO MODELO DE ÉTICA (Apéndice B)**

En todas las discusiones que conciernen al Código Ambiental la diversidad de Códigos de Conducta los cuales los ingenieros profesionales deben vivir, llegan a ser cada vez mas claros. Estos varían de país a país. En algunos no hay tales códigos. En otros el/la ingeniero(a) graduado y entrenado quien ha pasado sus exámenes profesionales tienen que firmar un documento, mediante el cual aceptan lealtad a unos códigos de conducta antes de que lleguen a ser ingenieros profesionales. Estos son una minoría. Hay un buen número de países con una posición ubicada entre las dos posiciones dadas arriba.

Existen otras diferencias adicionales. En muchos países el estatus profesional es conferido por el estado o en virtud de la graduación de una universidad o colegio estatal reconocido. En muchos otros países el estatus llega mediante un examen que se hace después de un entrenamiento y un juicio detallado. Todos los sistemas dependen de la integridad del cuerpo asignado para preservar los standard y proteger "la salud y la seguridad" del público. En la mayoría de las profesiones una herrada aplicación puede conducir a un mal uso del dinero de los clientes. En la ingeniería esto puede fácilmente llevar a la catástrofe y a la muerte. Si los ingenieros profesionales han sido conscientes de ciertos aspectos de moralidad y ética por mas de cien años las causas descansan en las severas consecuencias del fracaso.

Como consecuencia de todo lo anterior La Asamblea General en 1991 comisionó el diseño de un Código Modelo de Ética en los existentes Códigos de Miembros, en caso de estar disponibles, y el cual no podría transgredir cualquier Código Nacional o Regional. El grupo de trabajo fue dirigido por el experimentado vicepresidente de WFEO en 1992. Siendo un modelo, permitiría algunas ligeras modificaciones referentes a problemas de traducción o cubrir susceptibilidades religiosas o étnicas. Este Código Modelo fue presentado y aprobado a la Asamblea General en su reunión en La Habana en octubre de 1993. Este ha sido puesto en circulación a todos los miembros de WFEO y a muchos otros cuerpos. No sabemos todavía que tan ampliamente ha sido aplicada hasta ahora.

## **CÓDIGOS COMBINADOS DE ÉTICA**

Ha sido propuesto que ambos Códigos mencionados en éste documento sean combinados en uno solo. Hay dos opiniones para esta propuesta las cuales estarán al alcance dentro de poco. Una es que la solución podría ser mucho mas ordenada. La otra es que desde hace mucho tiempo un nuevo Código de Ética abarcando el Desarrollo Sostenido o algunos otros conceptos filosóficos

puedan ser requeridos y así el buen orden podría solamente perdurar por un tiempo limitado. Esto aún tiene que ser decidido y no será decidido a menos que tengamos un Código combinado para examinar.

## LA RESOLUCIÓN TOKYO (Apéndice C)

Mientras tanto el mundo de la comunicación electrónica se ha estado expandiendo y desarrollando a gran velocidad. En ésta forma se están dando toda clase de oportunidades y maneras de propagación de la información, de la publicidad, de mensajes personales, comunicaciones y puntos de contacto. Como todas las tecnologías, todo esto puede llegar a ser engorroso. Ya sea que se mire como bueno o malo, depende de su uso y de el propósito del usuario. El punto de vista del receptor puede también variar.

La Federación Internacional para la Información y Documentación emprendió la tarea de producir un conjunto de normas para manejar la super autopista internacional de comunicaciones basada en objetivos claros.

Para el 12 de enero de 1995, 33 organizaciones internacionales habían firmado como adherentes a éste Código conocido como la Resolución de Tokyo.

## CONCLUSIONES

Si se observa la velocidad de creación y aplicación de Códigos de Ética en el pasado, comparando, la rata de avance respecto a los últimos diez años ha sido fenomenal. En los últimos tiempos se percibe que la necesidad ha aumentado rápidamente. En la medida en que la religión, la familia y las restricciones morales han flaqueado o se han desintegrado en muchos países desarrollados, paralelamente existe un potencial para usar la tecnología y la ingeniería en aplicaciones mas loables. Sin embargo la ingeniería y la tecnología son engorrosas. Con igual facilidad ellos pueden ser utilizados para propósitos indeseados. Si no queremos que esta situación se presente son entonces esenciales los Códigos y Leyes, y los Códigos son quizás mas efectivos. La diferencia en la aplicación radica en que las leyes son efectivas para manifestaciones físicas, mientras que los Códigos están dirigidos al proceso del pensamiento de los profesionales involucrados, y por consiguiente en la manera como son aplicadas la tecnología y la ingeniería.

## APÉNDICE A

### CÓDIGO DE ÉTICA AMBIENTAL PARA INGENIEROS

EL COMITÉ WFEO DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE, bajo una fuerte y clara convicción de que el placer y la convivencia del hombre sobre el planeta dependerá de el cuidado y protección que se le dé al medio ambiente, establece los siguientes principios.

#### A todos los Ingenieros

Quando usted desarrolle cualquier actividad profesional:

- Pruebe con lo mejor de su habilidad, coraje, entusiasmo y dedicación para obtener un logro técnico superior, el cual contribuirá y fomentará un ambiente saludable y agradable para todas las personas tanto en espacios abiertos como en interiores.
- Esfuércese por cumplir los objetivos beneficiosos de su trabajo con el gasto menor posible de energía y materia prima y con la menor generación de basuras y cualquier tipo de polución.
- Discuta principalmente las consecuencias de sus propuestas y acciones, directas o indirectas, a corto o largo plazo, sobre la salud de la población, la equidad social y el sistema local de valores.
- Estudie en forma completa el medio ambiente que se verá afectado, considere todos los impactos que se puedan presentar en el estado dinámico y estético del ecosistema involucrado, natural o urbanizado, al igual que en los sistemas económicos, y seleccione la mejor alternativa para un desarrollo ambiental racional y sostenible.
- Promueva un claro entendimiento de las acciones requeridas para renovar y, si es posible, mejorar el medio ambiente que se pueda deteriorar, e inclúyalo en sus propósitos.
- Rechace cualquier tipo de compromiso que involucre efectos nocivos a la naturaleza circundante y al hombre, y negocie la mejor solución económica y política posibles.

- Sea consciente de que los principios de interdependencia ecosistémica, diversidad de mantenimiento, recuperación de recursos y armonía interrelacional forman las bases de nuestra existencia continuada y que si alguna de éstas bases tiene un umbral de sostenibilidad, éste no debe ser sobre pasado.
- Recuerde siempre que la guerra, la codicia, la miseria y la ignorancia sumada a los desastres naturales y a la polución inducida por los humanos y la destrucción de los recursos, son las causas principales del deterioro progresivo del ambiente, y que como miembro activo de la profesión de la ingeniería profundamente involucrado en la promoción del desarrollo, debe utilizar su talento, conocimiento e imaginación para ayudar a la sociedad en la eliminación de éstos males y mejorar la calidad de vida de todas las personas.

**Aprobado por el Comité de Ingeniería y Medio Ambiente de la Federación Mundial de las Organizaciones de Ingeniería, en la Sexta Sesión Anual Plenaria, Nueva Delhi, 5 de Noviembre 1985.**

## **APÉNDICE B**

### **CÓDIGO MODELO DE ÉTICA**

Preparado por: Donald G. Laplant, P.Eng.

WFEO Vice-presidente

22 de Octubre de 1993.

#### **Amplios Principios**

La ética es generalmente entendida como la disciplina o campo de estudio que tiene que ver con el deber moral o la obligación. Esto típicamente establece un conjunto de principios gobernantes o valores, los cuales son usados para juzgar la conveniencia de una conducta particular o comportamiento. Estos principios son usualmente presentados ya sean como principios amplios orientadores de naturaleza idealista o inspiracional, o alternativamente como un detallado y específico grupo de reglas formuladas en términos legales o imperativas, para hacerlas mas impuestas. A las profesiones que les han sido dadas el privilegio y la responsabilidad de autorregulación, incluida la profesión de ingeniería, han tendido que optar por la primera alternativa, aduciendo un grupo de

principios subrayados como códigos de ética profesional los cuales forman las bases y el plan de trabajo para una práctica profesional responsable. Partiendo de este contexto, los Códigos de ética profesional algunas veces han sido incorrectamente interpretados como un grupo de "reglas" de conducta destinadas para observancia pasiva. Un uso más adecuado para los profesionales es interpretar la esencia de los principios subrayados dentro de sus diarias situaciones de toma de decisiones de una manera dinámica, que respondan a la necesidad de la situación. Como consecuencia, un código de ética profesional, es más que un mínimo estándar de conducta, mejor dicho, éste es un grupo de principios los cuales podrán guiar a los profesionales en su trabajo diario.

En resumen, el Código modelo presentado a continuación expresa las expectativas de los ingenieros y la sociedad en descargar las responsabilidades profesionales de los ingenieros. El código está basado en principios de verdad, honestidad y confiabilidad, respeto por la vida y el bienestar humano, justicia, apertura, competencia y responsabilidad. Algunos de éstos principios éticos o temas son considerados más aplicables universalmente, pero solo esos dogmas considerados particularmente aplicables a la práctica del ingeniero profesional son específicos. No obstante, los principios éticos o temas no comúnmente considerados ser parte de la ética profesional, pueden algunas veces tener implicaciones en el papel del ingeniero profesional.

### **Código Modelo de Ética**

Los ingenieros profesionales podrán conducirse a sí mismos de una manera honorable y ética. Ellos podrán apoyar los valores de verdad, honestidad y confiabilidad y salvaguardar la vida humana, el bienestar y el medio ambiente. En armonía con éstos dogmas básicos, los ingenieros podrán:

- Sostener al máximo la seguridad, salud y bienestar del público y la protección de medio ambiente y promover la salud y seguridad dentro del lugar de trabajo.
- Ofrecer servicios, aconsejar o asumir tareas de ingeniería, solo en áreas de su competencia y práctica de una manera cuidadosa y diligente.
- Actuar como agente fiel con sus clientes o empleadores, mantener la confianza, y divulgar conflictos de interés.
- Mantenerse a sí mismo informados para afirmar la competencia, esforzarse por avanzar el cuerpo del conocimiento dentro del cual ellos practicarán y proveerán actividades para el desarrollo profesional de sus subordinados.
- Conducirse a sí mismos con justicia, buena fe hacia sus clientes, colegas y otros, dar crédito donde éste es debido y aceptar también como dar, honestidad, y crítica profesional justa.
- Sea consciente y asegure que los clientes y empleadores son sabedores de las consecuencias sociales y ambientales de acciones o proyectos y se es-

- fuerzan por interpretar los temas de ingeniería al público de una manera objetiva y verdadera.
- Presente claramente a los empleadores y clientes las posibles consecuencias, si las decisiones de ingeniería u opiniones son anuladas o desatendidas.
- Reporte a su asociación o a las agencias apropiadas cualquier decisión ilegal o no ética de los ingenieros o practicada por otros.

### **Interpretación del Código de Ética**

Los siguientes artículos discuten algunas de las dificultades y componentes interrelacionados relacionados del Código. No se hace ningún intento para expandirse a todas las cláusulas del Código ni se presenta el trabajo bajo la base de cláusula por cláusula. El objetivo de éste acercamiento es ampliar la interpretación, mas que reducir su foco. La ética de la ingeniería profesional es una totalidad y no puede ser reducida a "reglas" fijas.

Sin embargo, los temas y preguntas más comunes que surgen del Código son discutidas en un marco general mirando en particular o en general todas las porciones de éste para demostrar su relación y extender el propósito básico de este.

### **Protección del Público y del Medio Ambiente**

Los ingenieros profesionales deben sostener un máximo de seguridad, salud y bienestar del público y la protección del medio ambiente. Esta obligación sobre la seguridad, la salud y el bienestar del público en general el cual incluye su propio trabajo ambiental, con frecuencia depende de los juicios de ingeniería, de los riesgos del trabajo, de las decisiones y de las prácticas incorporadas a las estructuras, máquinas, productos, procesos y elementos de trabajo. Por consiguiente los ingenieros deben asegurar que el trabajo con el cual están involucrados esté de conformidad con la práctica de ingeniería aceptada, con los estándares y códigos aplicables y pueda ser considerada "segura" basada en una adjudicación justa. Esta responsabilidad también se extiende a involucrar todas y cada una de las situaciones en que un ingeniero afronte, e incluye la obligación de aconsejar a la autoridad pertinente si hay razón para creer que cualquier actividad de ingeniería o sus productos, procesos, etc. no son satisfactorios en forma significativa.

El significado de "máximo" en éste dogma es que los demás requerimientos del Código son subordinados si la protección de seguridad del público, el medio ambiente y otros intereses públicos están involucrados..

### **Agente Fiel de Clientes y Empleadores**

Los ingenieros podrán actuar como agentes fieles o verdaderos de sus clientes o empleadores con objetividad, equidad y justicia para todas las partes. Con respecto al manejo de la información confidencial, y única, es conveniente

que se tenga claro el concepto de "propiedad" de la información y la protección de esos derechos. Los ingenieros no podrán revelar hechos, datos o información obtenida por medio de su capacidad profesional sin consentimiento anterior de su dueño. La única excepción respecto a la confiabilidad y al mantenimiento de una posición verdadera es por ejemplo donde el interés del público o el medio ambiente está en peligro como ha sido discutido en la anterior sección, pero siempre en éstas ocasiones el ingeniero podrá esforzarse para tener al cliente y/o empleador apropiadamente sabedor de la situación, o por lo menos, en la ausencia de una razón forzosa, por el contrario debe hacer cualquier esfuerzo razonable para contactarlos antes de informar a la autoridad competente.

Los ingenieros profesionales deben evitar conflictos de situaciones de interés con empleadores y clientes, pero en caso que tal conflicto se presentase, es la responsabilidad del ingeniero descubrir ampliamente, sin demora, la naturaleza del conflicto de los grupos y con quién existe el conflicto. En aquellas circunstancias donde la divulgación completa es insuficiente o vista como insuficiente, para proteger todos los intereses de las partes como también las del público, el ingeniero podrá retirarse totalmente del tema, o usar medios extraordinarios, involucrando partidos independientes si es posible, para controlar la situación. Por ejemplo es inapropiado actuar como agente tanto para el proveedor y como para el receptor de los servicios profesionales. Si los intereses de un cliente y un empleador son reñidos, el ingeniero podrá intentar negociar justamente con los dos. Si el conflicto de interés es entre el intento de un empleador comparado y un estándar regulador, el ingeniero debe intentar reconciliar la diferencia, y si esto no es satisfactorio, será necesario informar a la asociación.

Ser un agente justo o confiable incluye la obligación de contratar, o de hacer el esfuerzo por contratar expertos o especialistas cuando tales servicios se considere que deben estar en los mejores intereses del cliente o del empleador. Esto también significa ser exacto, objetivo y verdadero en hacer declaraciones públicas a favor del cliente o empleador cuando es requerido hacerlo, mientras se respetan los derechos de confidencialidad del cliente o empleador y la información privada.

Ser un agente justo incluye no usar la previa información específica, privilegiada o privada del empleador o el cliente y prácticas de negocio o procesos de información, sin el consentimiento del dueño. No obstante, el conocimiento técnico general, la experiencia y la habilidad adquirida por el ingeniero a través del compromiso con trabajos previos puede ser libremente usada sin consentimiento para responsabilidades subsecuentes.

### **Competencia y Conocimiento**

Los profesionales ingenieros podrán ofrecer servicios, consejería o asumir tareas de ingeniería solo en áreas de su competencia por virtud de su preparación y experiencia. Esto incluye ejercer el cuidado y la comunicación clara en aceptar o interpretar tareas, y en programar resultados futuros. Esto también incluye la responsabilidad para obtener los servicios de un especialista o un ex-

perto si se requiere o si el conocimiento es desconocido, continuar solamente con una divulgación completa de naturaleza experimental de la actividad de todas las partes involucradas. Por lo tanto, éste requerimiento es mas que una simple obligación a un estándar de cuidado, incluye la honestidad con el cliente o empleador y la de uno mismo.

Los profesionales ingenieros tienen la responsabilidad de permanecer al frente de los desarrollos y conocimientos de su área de habilidad, esto es, mantener su propia competencia. Es el deber del ingeniero adquirir y mantener la competencia en todas las areas involucradas, haya un cambio en el área de la actividad técnica o en la motivación individual.

Además de mantener su propia competencia, los profesionales ingenieros tienen la obligación de esforzarse en contribuir al avance del cuerpo del conocimiento, dentro de los cuales ellos practican, y a la profesión en general. Adicionalmente dentro de la armazón de la práctica de su profesión, son esperados participar en suministrar oportunidades para mejorar el desarrollo profesional de sus subordinados y colegas. En efecto, esto requiere un compromiso personal hacia un desarrollo y educación continuadas.

Además de mantener su propia competencia, los ingenieros tienen la obligación de luchar por contribuir a los avances del conocimiento dentro del cual ellos ejercen, y a su profesión en general. Adicionalmente, dentro del esquema de la práctica de su profesión, se espera que ellos participen en dar oportunidades para facilitar el desarrollo profesional de sus subordinados y colegas.

Este requerimiento de competencia del Código se extiende hasta incluir una obligación con el público, la profesión y la de sus iguales, que tales opiniones en temas de ingeniería se expresadas honestamente y solo en áreas de su propia competencia. Esto se aplica igualmente reportando o aconsejando en asuntos profesionales y produciendo declaraciones públicas. Esto requiere honestidad con uno mismo para presentar los temas justamente, con exactitud y con calificadores y renunciadores apropiados, y evitar predisposiciones personales, políticas y otras no técnicas. A esto último es particularmente importante para declaraciones públicas o cuando se involucra un foro no técnico.

### **Justicia e Integridad en el lugar de Trabajo**

La honestidad, la integridad, la competencia, la devoción al servicio y dedicación que generalmente realzan la calidad de vida son piedras angulares de la responsabilidad profesional. Dentro de éste marco de referencia, los ingenieros deben ser objetivos y veraces e incluir en los reportes profesionales, informes y testimonios, toda la información pertinente y relevante. Ellos deben en forma precisa y objetiva representar a sus clientes, a sus empleadores, a sus asociados y a ellos mismos en una forma consistente con su academia, su experiencia y sus calificaciones profesionales. Este dogma es mucho mas que "no representativo", lo cual implica también la revelación de todos los hechos e información relevantes, especialmente cuando se presta el servicio como consejero o como



un testigo experto. Similarmente se espera a justicia, la honestidad y precisión en la publicidad.

Si se solicita verificar el trabajo de otro ingeniero, hay obligación de informar ( o hacer cualquier esfuerzo de informar ) al otro ingeniero si él aún se encuentra activo o no. En ésta situación y en cualquier circunstancia, los ingenieros deben dar propio reconocimiento y crédito, donde el crédito es debido y aceptado y también dar críticas honestas y justas sobre asuntos profesionales, siempre manteniendo dignidad y respeto por todos los involucrados.

Los ingenieros no podrán aceptar ni ofrecer pagos ilegales u otras consideraciones con el propósito de asegurar tareas de ingeniería. Los ingenieros deben evitar que su rol profesional o su responsabilidad se vea comprometida por actividades políticas.

Compatible con el código y habiendo intentado remediar cualquier situación dentro de su organización, los ingenieros están obligados a reportar a su asociación u otra agencia apropiada cualquier decisión ilegal o no ética de ingeniería o cualquier otra práctica adelantada por ingenieros u otros. Debe tenerse cuidado de no entrar en arreglos legales los cuales comprometan ésta obligación.

### **Responsabilidad profesional y Liderazgo**

Los ingenieros tienen el deber de practicar de una manera cuidadosa y diligente y aceptar responsabilidad y ser responsables por sus acciones. Este deber no se limita al diseño, o su supervisión y manejo, sino también se aplica a todas las áreas de la práctica. Por ejemplo, influye construcción, supervisión y manejo, preparación de talleres de diseño, reportes de ingeniería, estudios de factibilidad, estudios de impacto ambiental, desarrollo del trabajo de ingeniería.

Firmar y sellar documentos de ingeniería indica la toma de responsabilidad para el trabajo. Esta práctica la requieren todo tipo de tareas de ingeniería, haciendo caso omiso del lugar y de la época en que se hace el trabajo, incluyendo empresas públicas y privadas, corporaciones y agencias gubernamentales. No hay excepciones; la firma y sello de los documentos es apropiada siempre que los principios de ingeniería hayan sido usados y el bienestar del público puede estar en riesgo.

Asumir la responsabilidad en actividades de ingeniería, incluye la responsabilidad por su propio trabajo y en el caso de un veterano de la ingeniería aceptar la responsabilidad del trabajo de un equipo de ingenieros. Lo último implica la supervisión responsable, donde el ingeniero está actualmente en una posición de revisar, modificar y dirigir el trabajo de ingeniería en su totalidad. Este concepto requiere fijar límites razonables en la extensión de las actividades, y en el número de ingenieros y otros individuos, cuyo trabajo puede ser supervisado por el ingeniero encargado. La práctica de una responsabilidad o supervisión "simbólica" es la situación donde un ingeniero, bajo el título de "ingeniero jefe", asume completa responsabilidad por toda la ingeniería en nom-

bre de una gran corporación, grupo o agencia de gobierno, aún cuando el ingeniero no pueda estar consciente de muchas de las actividades o decisiones de ingeniería que se hagan diariamente a través de la empresa o departamento. La esencia de éste acercamiento es que la compañía está asumiendo la responsabilidad de la deficiencia, ya sea que la labor de supervisión de ingeniería y la dirección sea aplicada o no.

Los ingenieros tienen el deber de aconsejar a sus empleadores, y si es necesario a sus clientes y aún a su asociación de profesionales, en situaciones en las que la anulación de una decisión de ingeniería pueda dar como resultado infringir su contrato para salvaguardar al público. La acción inicial es discutir el problema con el supervisor/empleador. Si el empleador no responde adecuadamente a la preocupación del ingeniero, el cliente debe ser avisado en el caso de una situación de consulta o el funcionario de más alto rango deberá ser informado en el caso de una planta de manufactura o agencia de gobierno. Fracasando en éste intento de rectificar la situación el ingeniero debe aconsejar discretamente su asociación de profesionales o sus intereses.

En el mismo orden como se mencionó antes, el ingeniero debe reportar actividades de ingeniería no éticas no asumidas por otros ingenieros o no ingenieros. Esto tiende a incluir, por ejemplo, situaciones en las cuales el oficial veterano de una firma toma decisiones ejecutivas las cuales clara y substancialmente alteran los aspectos de trabajo en la ingeniería o protegen el bienestar público o el medio ambiente que se vive en el trabajo.

A causa de los rápidos avances en tecnología y la creciente capacidad de la infraestructura en ingeniería para impactar el medio ambiente, los ingenieros tienen la obligación de ser cuidadosos del efecto que sus decisiones puedan tener en el medio ambiente y en el bienestar de la sociedad, y reportar cualquier negocio de ésta naturaleza de la misma manera como se mencionó anteriormente. Además de lo anterior, con el rápido avance de la tecnología en el mundo de hoy y los posibles impactos sociales sobre las grandes grupos humanos, los ingenieros deben esforzarse por promover el entendimiento del público en aspectos técnicos más que antes.

## APÉNDICE C

### LA RESOLUCIÓN DE TOKYO

#### Sobre

#### **Alianza Estratégica de Organizaciones Internacionales No Gubernamentales en Información para Servir Mejor a la Comunidad Mundial**

**Firmada en Enero 12 de 1995**

#### Preámbulo

Nosotros, los abajo firmantes, Organizaciones Internacionales no-Gubernamentales re-presentando al sector informativo en el sentido mas amplio de la palabra, al sector de la producción, adquisición, divulgación, manejo, preservación y uso de la información (en adelante referido como al manejo y uso de la información), solemnemente acordamos crear una Alianza Estratégica basada en las siguientes principios fundamentales y objetivos:

*Todos los países - grandes y pequeños, ricos y pobres - comparten una profunda preocupación acerca de muchos problemas globales, que van desde el agotamiento de los recursos ambientales del planeta hasta las nuevas amenazas globales de salud; la propagación de la pobreza y el hambre; las tensiones políticas y sociales; la explosión demográfica, una economía mundial inestable y el deterioro de la calidad de vida. Creemos que el uso conveniente de la información para la toma de decisiones a todos los niveles de la sociedad le ayudará a solucionar problemas de la humanidad mientras el mundo gana consciencia de la importancia de la información. En este punto es crítico asegurar la continuidad al acceso de las acciones de la sociedad por intermedio de documentos que preserven estos datos con alta calidad a través del tiempo.*

*Toda persona debe tener acceso abierto e irrestricto a la información, acceso que debe ser consistente con la protección de los derechos individuales, de los incentivos económicos apropiados y las preocupaciones de las naciones y de los pueblos, determinado por sus propias circunstancias.*

*Tal como lo expresa el Artículo 19 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos "Toda persona tiene el derecho a la libertad de expresión y opinión; este derecho incluye libertad para opinar sin interferencia y para buscar recibir e impartir información e ideas a través de cualquier medio sin limitación de fronteras".*

*Los adelantos sociales requieren un entendimiento más profundo y amplio, de cómo encontrar y usar apropiadamente la auténtica información. La alfabetización universal, el aprendizaje permanente, la educación y el entrenamiento son esenciales para éstos adelantos.*

*Quienes estamos involucrados en el manejo y uso de la información nos enfrentamos con muchas fuerzas de cambio. Estas fuerzas son económicas, políticas y culturales, e incluyen dramáticos desarrollos tecnológicos y amplias expectativas del usuario en los servicios de información. Las fuerzas también presentan muchos retos concernientes a la protección de la propiedad intelectual, la provisión de acceso, la protección de privacidad, seguridad, integridad y preservación de información, y la necesidad creciente de estándares legales y técnicos.*

*Un problema particularmente serio es la brecha informática creciente entre varios países y sus sociedades, que aumenta con el costo creciente de la información. Los países en desarrollo tienen una necesidad esencial tanto por la información producida fuera de sus fronteras y como por la información que ellos mismos producen la cual debe ser propiamente manejada, diseminada y usada.*

*Cada una de nuestras organizaciones no gubernamentales tiene su propia identidad distintiva y objetivos los cuales deben ser preservados. Aliados representamos una mayor fuerza la cual puede mostrar el camino hacia las profesiones de la información. Creemos que los problemas son tan grandes como para que una simple organización los pueda resolver sola y que debemos evitar cualquier esfuerzo adicional innecesario. La colaboración intensa, la consultoría y la planeación estratégica son las respuestas.*

**Creemos que una alianza estratégica contribuirá a adelantar las metas de nuestras organizaciones, contribuirá a las soluciones de los problemas del mundo, a un mejor servicio a la comunidad mundial y a intensificar nuestra colaboración con organizaciones intergubernamentales.**

Nuestra meta común es servir a la sociedad así:

- Estipulando un foro internacional para hablar temas de interés común.
- Identificando temas comunes en el manejo y uso de la información, clasificando posiciones divergentes y acordando nuevas soluciones cooperativas, especialmente las concernientes al acceso equitativo, protección balanceada a la propiedad intelectual, la protección de privacidad, seguridad en los sistemas de información y estándares legales y técnicos.
- Pronosticando e imponiendo cambios que afectan la provisión de información para encontrar los cambios esperados.
- Asegurando que las profesiones de la información tomen una estancia pro-activa en estudios dirigidos a explicar aspectos futuros del esfuerzo humano.
- Asegurando que el desarrollo y la aplicación de tecnologías de información satisfagan efectivamente las necesidades de los usuarios de la información.
- Fomentando el uso de nuevas tecnologías de enseñanza y aprendizaje y otras técnicas telemáticas en educación y aprendizaje permanente comenzando en el preescolar.
- Asegurando que las profesiones de la información, a través de la educación y la formación, guarde y desarrolle en el futuro su conocimiento y experiencia para mantenerse a tono con los cambios en el medio ambiente.
- Fomentando el desarrollo de los programas de entrenamiento y educación en comunicación que incrementen la consciencia en la importancia de una comunicación interactiva entre proveedores y usuarios de esta.
- Defendiendo prácticas que garanticen la integridad y preservación de la información haciendo caso omiso del formato y del medio, y asegurando que la precisión y calidad de la información se mantengan cuando ésta pase a través de sus ciclos de transformación y transferencia.

- Asegurando que el costo y valor de la información sean reconocidos en el desarrollo de políticas informativas, programas, sistemas y servicios. No obstante, necesitamos tratar de influenciar las políticas para asegurar que las barreras económicas no impidan el acceso a la información.
- Fomentando la discusión de tareas éticas para la información de la sociedad y el desarrollo de principios (ejemplo, códigos de conducta para los sectores apropiados) relacionados con las responsabilidades de las profesiones de la comunicación.
- Fomentando la necesidad para el desarrollo de políticas fuertes sobre la información sugiriendo directrices para políticas y estrategias de planeación futuras.
- Intensificando la colaboración entre sectores públicos y privados, en particular inculcando los valores uno dentro del otro.
- Incentivando la creación de nuevos productos viables y grupos de servicios, ambos dentro de sectores de la información y con socios externos.
- Fomentando la identificación de la información a nivel mundial sobre las capacidades y movilización de ésta para la solución de problemas globales mayores.
- Trazando programas internacionales para fortalecer la consciencia de los valores de información en todas las áreas del esfuerzo humano tales como: educación, ciencia, industria, cultura y recreación.
- Creando consciencia y promoviendo el papel que en la información tienen las organizaciones internacionales no gubernamentales.
- Desarrollando un coordinado acercamiento internacional hacia las necesidades investigativas en el campo de la información

**La anterior serie de definiciones circunscritas sobre el uso racional y apropiado del paquete de la tecnología de la información en el mundo y las consecuentes metas para guiar a quienes la practican y a todos los involucrados en la conducta ética, ha sido producida por 33 federaciones internacionales. Todas estas federaciones han firmado la resolución en nombre de sus miembros. Ellas cubren las profesiones científicas, de ingeniería, educativas y liberales.**

## **REFORMA EDUCATIVA DE LA INGENIERÍA EN EL PERÍODO DE TRANSICIÓN: El Caso de Mongolia**

*Ph.D, Profesor Dendeviin Badarch  
Presidente de la Universidad Técnica de Mongolia.*

A fines de la década de los cincuenta se inició el primer curso de entrenamiento en ingeniería civil y en 1969 se fundó el Instituto Politécnico con la asistencia de la UNESCO.

En 1991, al Instituto Politécnico se le creó un espacio dentro de la Universidad Técnica de Mongolia (UTM).

Luego de los cambios democráticos de éste país y de la orientación de la economía hacia el mercado libre, se planteó la necesidad de reformar el sistema de la educación superior en Mongolia.

La UTM propuso crear un tipo de universidad en la cual se diera una excelencia académica con una trascendencia a nivel mundial para entrenar a ingenieros, a técnicos, a tecnólogos y a administradores, al igual que a posgraduados en ingeniería, educados para las necesidades nacionales mediante un sistema educativo jerárquico conformado por programas académicos que conduzcan a la promoción de bachilleres, maestros y doctorados.

La reforma de la Educación Superior en Ingeniería de Mongolia se inició en 1992 y planteó las siguientes directrices:

- a) Reforma de la administración universitaria
- b) Reforma a los Programas Académicos
- c) Refuerzos básicos en los laboratorios
- d) Mejorar la cooperación de la universidades extranjeras
- e) Fortalecer la cooperación entre la universidad y la industria.

Una de las principales obligaciones de la Universidad Técnica de Mongolia a nivel nacional es la de re-entrenar a los líderes e ingenieros que están en la industria del sector público o privado. Recientemente, en Mongolia la prioridad mas alta ha sido la de fomentar la cooperación entre los educadores y la industria para desarrollar los métodos y los medios para adaptar a los ingenieros y los investigadores a las necesidades de la economía y la tecnología en las siguientes ramas:

- Energía
- Comunicación y redes de computadores (redes mundiales)

- Transporte
- Industria de alimentos.
- Naturaleza y medio ambiente
- Recursos naturales

Sin embargo, la UTM, la única Universidad Técnica de Mongolia ha confrontado ciertos problemas en la transición hacia un período orientado bajo la base de una economía de mercado, los cuales deberían resolverse mediante la asistencia y cooperación de Organizaciones Internacionales y universidades tales como la UNESCO y las universidades de sus países miembros.

### **VISION GENERAL**

Para determinar la transición política en la educación tecnológica de Mongolia se debe analizar el atraso general de la educación superior a niveles macro y micro comparándolas con la tendencia de las actualizaciones adelantadas en los países del mundo.

Después del movimiento democrático en Mongolia, debido a la limitada especialización y costoso entrenamiento y a la falta de desarrollo y diseño curricular, el sistema educativo mongol se enfrentó a un atraso generalizado.

### **CONTENIDOS DEL ATRASO**

En cualquier país la pregunta básica para la renovación en la educación superior es el cambio de los contenidos y la metodología. Como en algunos países subdesarrollados, en Mongolia el producto final de la educación superior no siempre satisface las necesidades de sus requerimientos.

Sin embargo el diseño y el desarrollo del curriculum es la ciencia que no está desarrollada en nuestro país.

Deberíamos ser más flexibles en el diseño del curriculum ya que debería ser revisado a la par con el desarrollo del país, cambiarse de acuerdo con la elección particular de cada estudiante y agregarle componentes que tengan conexión con el avance del sistema educativo, de los sistemas de unidades.

A medida que cambiamos hacia un sistema de economía de mercado, nuestro principal objetivo es enterarnos del ejemplo universal del entrenamiento

de especialistas altamente calificados en tal forma que su conocimiento lo utilizan en pro de un trabajo creativo y en la posibilidad de resolver problemas independientemente.

## **EL ATRASO EN LA METODOLOGÍA DEL ENTRENAMIENTO**

La base técnica de nuestros institutos de educación superior no fue renovada a su debido tiempo, solo se cambiaron algunos mecanismos desgastados y obsoletos la vieja industria. El mal efecto mostrado hacia la calidad y la eficiencia del entrenamiento, condujo principalmente a facilitar las clases teóricas más que las prácticas. Casi no hubo cambios durante 20 años en entrenamiento para el trabajo y en actividades pedagógicas. El punto débil es el sistema de calificación de estudiantes. El evaluar el conocimiento de los estudiantes mediante dos o tres preguntas de un examen no determinaría los resultados del trabajo de un profesor. De otro lado esto no garantiza que el nivel de conocimiento del estudiante sea calificado en forma justa.

No hay un progreso considerable en la organización y metodología del audio y del video como tampoco en la preparación del entrenamiento en computadores.

## **INFORMACIÓN ATRASADA**

La fuente básica de información científica y técnica recibida por los mongoles eran libros, periódicos y magazines rusos. La actitud de la población frente a la lengua extranjera fue la de cambiar el ruso al inglés y otros idiomas. Los libros y revistas en inglés como en otras lenguas son bastante costosos.

## **ATRASO EN LOS MECANISMOS DE FINANCIACIÓN PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

Se puede decir que el manejo financiero del sistema educativo Mongol actual tiene casi la misma forma y estructura que tenía durante el sistema económico centralizado anterior.



Los principios de análisis y tratamiento del sistema deberían ser utilizados para determinar la tendencia de los cambios y la renovación de la educación en ingeniería. El atraso general mencionado anteriormente del sistema de educación superior muestra que ha habido una circunstancia para tomar una decisión fundamental.

Esto significa que no podemos decidir los asuntos utilizando métodos antiguos sino que tenemos que crear y buscar nuevos métodos, en otras palabras, requerimos crear un sistema que pueda superar esta situación.

Analizando el atraso del sistema educativo mongol, la Universidad Tecnológica de Mongolia definió su propia política. Este es el plan maestro desarrollado en la Universidad.

El plan maestro consta de los siguientes capítulos:

Desarrollo administrativo de la universidad (introducir un nuevo sistema de planeación presupuestal, fortalecimiento de la administración y autonomía de las escuelas de la UTM)

1. Reforma del entrenamiento académico (aplicación del sistema jerárquico de educación en ingeniería, introduciendo el sistema de hora crédito).
2. Afianzar las facilidades del entrenamiento en el laboratorio (utilizando agencias donantes y la asistencia de la industria nacional tales como la UNESCO, UNDP, JICA).
3. El fortalecimiento del vínculo entre las universidades y la industria.

## **LA UNIÓN DE LA UNIVERSIDAD Y LA INDUSTRIA EN EL PERÍODO TRANSICIONAL**

No se puede negar que durante el sistema económico de planificación centralizada fue favorable la unión entre la universidad y las organizaciones industriales. En los últimos años, bajo las condiciones de periodo de transición, esta relación se está debilitando y desapareciendo por la incapacidad de los viejos mecanismos. Por consiguiente existe la necesidad de buscar nuevos caminos para mejorar la relación entre las universidades y la industria. Como el de un país en desarrollo, el propósito principal de la educación tecnológica es entrenar especialistas que puedan satisfacer todos los requerimientos del sistema social. Por lo tanto, en la condición de periodo de transición, consideramos que el fortalecimiento del vínculo entre universidad e industria es uno de los factores básicos de la reforma de la educación en ingeniería y se están hacien-

do amplias discusiones en este aspecto. Las siguientes vías serían beneficiosas para fortalecer esta relación.

### **Consejo universitario**

El consejo es una parte de la estructura de la universidad de los países con economía de mercado que nos interesan. USA, Japón, Tailandia, Singapur, Hong-Kong, Corea del sur y otras universidades de países con economía de mercado tienen tal estructura. Creo que los generadores de políticas bien conocidos como científicos, líderes de grandes compañías, que están comprometidos en el consejo, utilizarán el potencial de la universidad en la implementación de las políticas.

### **Comité de consejería**

Establecer un comité de consejería responsable de la ayuda en el control de calidad de los especialistas y de su entrenamiento según sus requerimientos, es otro mecanismo que le sirve a las universidades en circunstancias en la economía de mercado. El comité consejero es el mecanismo más importante que puede llegar a sentir forzosamente la necesidad de reformar el contenido del desarrollo curricular, los requerimientos y demanda de los clientes, la capacidad y la habilidad de usar nuevas tecnologías y unir la universidad con la industria.

### **Conexión con el laboratorio**

EL generar la unión con el laboratorio es la forma más estrecha para el uso efectivo del potencial intelectual y tecnológico formado a nivel del estado y así encontrar la unión de la ciencia, el entrenamiento y la producción. La formación de ese laboratorio creará un equipo unido en investigación, entrenamiento e investigación y de esta forma propiciará las circunstancias para generar el incremento deseado del potencial investigativo de la universidad.

### **Conexión entre el proyecto experimental y la investigación**

El amplio uso de los universitarios y de su esfuerzo en resolver problemas reales en el marco de los negocios y la industria, es un gran reto. Es necesario que los hombres de negocios inicien el proceso de ésta esfera fortaleciendo proyectos, apoyen la investigación y otros tipos de trabajos relacionados.

### **Participación en la producción**

Uno de las principales métodos del uso pleno del potencial de los profesores universitarios es permitirles guiar o asistir a otros en el trabajo el centro de diseño, en oficinas, en talleres, en plantas pilotos, en empresas o en compañías, haciendo algún análisis en el proceso de producción, trabajar como consultores y reflejar todo esto en la producción. Esto ayudará a mejorar la condición de vida de nuestros profesores, teniendo una gran importancia para consolidar la enseñanza y la producción, y para aumentar la calidad del entrenamiento.

En la universidad tenemos profesores con mucha experiencia y práctica altamente educados, que ya han alcanzado un alto estándar de conocimiento.

## **CURSOS CONJUNTOS**

Se re-entrenan especialistas en los requerimientos indispensables de la industria.

Los profesores de las universidades que participan en éste entrenamiento tienen la gran tarea de preparar la siguiente generación de especialistas y brindarles un conocimiento moderno, para mejorarles su especialidad.

## **CENTRO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

Una de las formas para consolidar el contacto entre la universidad, los industriales y los hombres de negocios es establecer un centro de transferencia de tecnología que incluya una oficina de información interna y externa para introducir tecnología generada por profesores y estudiantes.

En éste caso es muy importante conectar la red de computación y suplir las necesidades de información entre la universidad, los industriales y hombres de negocios en la situación de economía de mercado.

Existen becas y premios dadas por algunas empresas y hombres de negocios a los estudiantes y profesores en estos países. Estos incentivos deben ser un factor que estimule los resultados del trabajo de los profesores y estudiantes y que difunda su creatividad.

# **UN ACERCAMIENTO ALTERNATIVO PARA UN PROGRAMA DE FORMACIÓN DE FUTUROS INGENIEROS, PROFESORES E INVESTIGADORES, COMO ESTRATEGIA EN LA FORMACIÓN DE NUEVOS RECURSOS PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO.**

*Dina E. Crozza y Ana M. Pagano.*

*Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería,  
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires,  
Avda Del Valle 5737, 7400 Olavarria, Argentina.*

## **RESUMEN**

*En este trabajo se introduce una estrategia en la formación de nuevos recursos humanos, y consiste en conseguir que el estudiante confronte hechos reales, conduciéndolo a que pueda combinar compatiblemente su formación conceptual y metodológica con la experiencia práctica, adquiriendo así habilidades y aptitudes que no han sido contempladas en el método tradicional de aprendizaje. Este logro también le facilitará poner en practica sus propias habilidades y aptitudes cuando la confrontación de toma de decisiones es requerida en la elaboración de una solución adecuada.*

*El cálculo y el modelamiento se basan en la formulación de la resistencia del flujo de aire que ofrece el material y la manera como esta es influenciada por los siguientes parámetros: velocidad y dirección del flujo, altura de la cama, cantidades y tipos diversos de material extraño, contenido de humedad, porosidad y método de llenado. De otro lado, se mantiene un continuo monitoreo de las áreas contiguas a la pared y de los espacios intergranulares de un silo sellado, para obtener los perfiles técnicos que marcan la pauta para tomar las medidas correctivas que pueden prevenir el deterioro del grano.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Los países desarrollados, líderes en la expansión tecnológica, han logrado el establecimiento de la tecnología entre sus culturas mediante la comunicación por los medios masivos. Argentina, situada geográficamente en América del Sur, está también llamada a tomar partido de esta revolución tecnológica (1).

Pero la crisis que la educación argentina está afrontando (2) es la causa principal de las desventajas con respecto a los países del primer mundo sumergidos en un vertiginoso progreso científico. La Universidad Argentina no puede omitir los avances del mundo moderno, y debe por tanto afrontar el desafío de un cambio urgente. Es muy difícil para quienes son protagonistas, encontrar los instrumentos adecuados que necesitan para luchar contra la inercia de una sociedad que está viviendo bajo la presión de factores económicos políticos y sociales. Es bajo esta circunstancia que la enseñanza de la Ingeniería, y en particular la Ingeniería Química, ha introducido la renovación y la homogeneidad del currículo y ha establecido un nuevo perfil del Ingeniero Químico, fijando como objetivo final la formación de profesionales ampliamente preparados para innovar en tecnología (3). Esto significa que debemos considerar como objetivos de la enseñanza de la Ingeniería: cómo estimular la creatividad del estudiante y cómo mantener prioritariamente el hecho de que la enseñanza debe ser llevada a cabo en términos de calidad y excelencia.

En este trabajo se introduce una estrategia en la formación de nuevos recursos humanos, y consiste en lograr que el estudiante confronte hechos reales conduciéndolo a que pueda combinar compatiblemente su formación conceptual y metodológica con la experiencia práctica, adquiriendo así habilidades y aptitudes que no han sido contempladas en el método tradicional de aprendizaje (4).

Su desarrollo se basa en el diseño del flujo necesario de aire en el almacenamiento de granos para preservar la calidad de la semilla a la menor temperatura posible.

Esta alternativa permite explorar el potencial de los futuros ingenieros, profesores e investigadores simultáneamente y orientarlos hacia un tipo de industria de alimentos que es muy común en nuestra región aspirando al gran cambio que debe aflorar: una estrecha relación entre la Universidad y la Industria que sirva al propósito de generar retroalimentación para el desarrollo tecnológico como para el científico. El trabajo se realiza con equipos ya construidos mediante el proyecto de investigación denominado **aireación de silos**.

## 2. OBJETIVOS

### Los objetivos fueron:

- Hacer compatible la formación conceptual y metodológica en la experiencia práctica.
- Adquirir habilidades y aptitudes que no han sido contempladas en los métodos tradicionales del aprendizaje.
- Introducir una estrategia en la formación de nuevos recursos humanos.

## 3. ESTRATEGIA

### La estrategia de este trabajo fue desarrollada bajo las siguientes bases:

- Una revisión bibliográfica.
- El estudio de la resistencia al flujo del aire en un depósito de cereales y oleaginosos.
- El manejo de equipos experimentales de aireación.
- La medición de diferentes variables de procesos.
- La confección de planillas con todos los datos obtenidos de tal manera que se puedan hacer las correlaciones respectivas.
- El software de estadística empleado para obtener el modelo matemático, que tenga la mejor representación de cada uno de los granos de producción Argentina, basado en la resistencia al flujo de aire que ofrece el grano y la influencia en la resistencia de los diferentes parámetros: altura de la capa de grano, porcentaje de humedad, empaque, velocidad y dirección del flujo, tipos y proporción de impurezas, método de cargue.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Equipo Experimental:

- a) El equipo experimental usado para medir el flujo de aire (caída de presión) a través de dos tipos de granos diferentes, avena y girasol, se indica en la figu-

ra No 1. La columna vertical la constituye una torre cilíndrica metálica de 0.36 m de diámetro y 2.40 m de altura. Se insertó una lámina perforada entre la columna de grano y la cámara para sostener el grano y permitir una mejor distribución del aire. El aire que entra a la columna sigue hacia arriba a través de una cámara cónica dentro de la cual fue convocado un deflector de aire con una estructura semejante a un panal de abejas con el ánimo de distribuir el aire uniformemente. A lo largo de la torre se colocaron cuatro anillos con piezómetros y dos compuertas de presión ubicadas al mismo nivel 20 mm por debajo de la lámina perforada. Estas se espaciaron a 0.30 m para observar la caída de presión a las diferentes alturas mediante manómetros análogos de diferentes rangos. El nivel de carga del silo se midió mediante tres sensores fotoeléctricos de nivel a los mismos intervalos de 0.3048 m. Se utilizó un ventilador centrífugo con flujo variable. La corriente de aire se introdujo mediante un tubo de 0.0254 m de diámetro y se utilizó otro manómetro análogo para medir la presión diferencial en el orificio y así la velocidad del aire.

- b) Cuando el efecto de la dirección del flujo de aire fue analizado, tuvo que usarse otro equipo experimental, el cual consiste de un cubo (0.35 m x 0.35 m) el cual se instaló en reemplazo de la torre cilíndrica vertical como se indica en la Figura No 2. De esta forma se utilizaron dos posibles direcciones de flujo de aire: vertical y horizontal. La dirección del flujo de aire se cambió rotando ligeramente el cubo teniendo cuidado de la porosidad del contenedor. La caja siempre se llenó desde arriba como podría ser el caso de contenedores llenados en la finca.

#### 4.2 Materiales

El trabajo fue realizado con dos granos diferentes

- Avena
- Híbridos de Girasol (G-100)

#### 4.3 Métodos de llenado

En las pruebas la columna metálica y el cubo se llenaron utilizando dos métodos: grano por grano y de chorro. En el llenado grano a grano, que da un llenado suelto, el grano se deja caer en el depósito con una altura de caída cercana a cero.

En el llenado de chorro la semilla se deja caer desde una altura, a manera de lluvia dando como resultado un empaçado compacto simulando así el método de carga utilizado en los silos de finca (6).

## 5. RESULTADOS

Como ejemplo uno de los trabajos experimentales se detalla con un cuadro de los resultados obtenidos (7). El trabajo fue desarrollado en un contenedor de cubo. Los rangos de velocidad de aire para avena fueron 0.0097 - 0.459 m<sup>3</sup>/s-m<sup>2</sup>, y para un híbrido de girasol fueron 0.063 - 0.661 m<sup>3</sup>/s-m<sup>2</sup>.

Los valores observados se analizaron mediante dos modelos alternativos disponibles en la bibliografía: la ecuación de Shedd (8) y la ecuación de Mattei (9), una simplificación de la conocida ecuación Ergun (10).

La ecuación de Shedd tiene la siguiente forma:

$$Q=a.DP^b \quad (1)$$

en donde: **Q**: rata de flujo de aire ( m<sup>3</sup>/s-m<sup>2</sup>), **DP**: caída de presión (Pa/m), **a,b**, son constantes empíricas para cada clase de granos.

La ecuación de Mattei es:

$$DP=c.Q+d.Q^2 \quad (2)$$

en donde: **c, d**, son constantes empíricas para cada clase de granos.

Las ecuaciones (1) y (2) fueron aplicadas para cada experimento. En la tabla No 1 se indican los valores de las constantes a, b, c, d, y sus coeficientes de correlación ( R ).

Basados en este estudio se puede concluir que los contenedores que permitan flujo horizontal de aire a través del grano almacenado reducen el consumo de energía mediante la aireación en una forma considerable.

Nuevamente se enfatiza que la resistencia del flujo de aire a través de los granos es un parámetro importante para el diseño del sistema de aire y especialmente para la selección de un ventilador adecuado. Este procedimiento se realiza durante el período de ensilaje, y ayuda a llevar al grano almacenado a una temperatura homogénea, para mantenerla tan baja como sea posible y no causarle daño adicional a la semilla, evitando pérdidas de calidad causada por hongos, insectos y microorganismos.



Tabla No 1 Constantes de las ecuaciones 1 y 2 para híbridos de girasol y avena, con aireación vertical y horizontal.

Grano	Flujo de aire y empaque		Hmed.	ymp % b.h.	MODELO MATTEI			MODELO SHEDD		
					c	d	R	a	d	R
G100	V	P	6.9	3	3000	18932	0.999	9579	1.21	0.990
G100	H	P	6.9	3	3169	18106	0.999	9678	1.21	0.990
G100	V	S	6.9	3	1823	11382	0.999	6579	1.28	0.995
G100	H	S	6.9	3	948	11115	0.998	5360	1.34	0.994
Avena	V	S	10	0	2596	11665	1.000	6990	1.22	0.994
Avena	H	S	10	0	161	2141	0.999	1548	1.58	0.995
Avena	V	S	25	0	1443	7333	1.000	4331	1.25	0.993
Avena	H	S	25	0	126	1565	0.998	2133	1.98	0.998

V: Vertical; H: Horizontal; P: Empaquetada; S: Suelta; R: Coef. Correl.

## 6. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegaron en esta alternativa de entrenamiento de futuros ingenieros, resultado de una estrategia de trabajo de formación de nuevos recursos humanos, se dividen en tres campos diferentes

### a) Campo educativo:

- Aplicación práctica de los conceptos adquiridos durante el proceso de entrenamiento como futuro profesional.

### b) Campo Industrial:

- El uso de instrumentos de medida.
- Desarrollo de nuevos recursos tecnológicos.

c) Campo Científico:

- Incentivación de la facultad de pensamiento crítico.
- Ordenación de hipótesis nuevas.
- Modelación matemática.
- Análisis estadístico.

Esta estrategia en la formulación de nuevos recursos se puede hacer a través del sistema de PATROCINIO DE ENTRENAMIENTO PARA ESTUDIANTES, dado por el Consejo Académico de la FACULTAD DE INGENIERÍA DE OLAVARRIA (ARGENTINA).

## REFERENCIAS

1. ALBARRACIN A., " La Problemática del Desarrollo Tecnológico", 1987.
2. YADAROLA M.A., "La Problemática del Desarrollo - Rol de las Instituciones de Enseñanza", 1987.
3. GENNARO O. (Coordinador), "Innovación Tecnológica como Objetivo de la Enseñanza en Ingeniería Química", 1-23.
4. PAGANO A. y CROZZA D., "Estrategia de Trabajo en la Formación de Recursos Humanos", 1995.
5. JAYAS D., SOKHANSANJ S., MOYSEY E. y BARBER E., "The Effect of Airflow Direction on the Resistance of Canola (Rapeseed) to Airflow", 1987, ( 29) (2), 189-192.
6. CROZZA D., PAGANO A. y NOLASCO S., " Resistance of Bulk Oat Seeds to Airflow", 1995 ( in press).
7. PAGANO A., CROZZA D., WAES G. y NOLASCO S., "Análisis Comparativo de la Resistencia al Flujo de Aire de Oleaginosos Típicos de Producción Argentina con Aireación Vertical y Horizontal", 1995, C1-11.
8. SHEDD C.K., "Resistance of Grains and Seeds to Airflow", 1953, (9), 616-619.
9. MATTEI M., "Donnees Techniques sur la Ventilation du Grain" 1969.
10. ERGUN S., "Fuid Flow Through Packed Columns", 1952, 48 (2), 89-94.

## 5. CONCLUSIONES

# **COOPERACIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO ENTRE LAS UNIVERSIDADES Y LA INDUSTRIA EN ÁFRICA.**

*J.G.M. Massaquoi*

*Programa especializado en ciencias y tecnología*

*Oficina de la UNESCO en Nairobi*

*P.O. Box 30592, Nairobi, Kenya.*

## **RESUMEN**

*Este artículo examina el problema de la cooperación de la industria universitaria e identifica algunos de los obstáculos encontrados en la transferencia de la tecnología de universidades a la industria y a otros sectores productivos de la economía. También ha resaltado las varias actividades del programa cooperativo de ciencia entre Universidad e industria en África, (UNISPAR África) de la UNESCO, y ha demostrado como cada uno de ellos puede facilitar la cooperación entre universidad e industria con el fin de un desarrollo tecnológico. Algunos de los proyectos que han sido apoyados por UNESCO bajo el programa UNISPAR-Africa, también han sido tratados en esta ponencia*

## **1. INTRODUCCIÓN**

Construir una capacidad tecnológica es muy importante para el desarrollo económico porque la tecnología es un factor importante en el proceso productivo. Uno de los caminos para obtener esta capacidad es a través de la investigación original y de actividades de desarrollo. En África se enfrenta esto con muchos problemas. Por alguna razón, la cantidad de investigación científica llevada a cabo es poca y entonces los resultados aunque sean pocos se abandonan prematuramente. La transferencia de los resultados de investigación desde la universidad hasta la industria es un proceso muy complejo, el cual es usualmente inhibido por varios factores. Estos comprenden la falta de tecnología adecuada en la mayoría de los establecimientos industriales, la pertinencia de las investigaciones de la universidad las cuales tienden a ser muy teóricas, la ausencia de una presencia fuerte de la industria para definir la agenda de investigación y el bajo grado de conciencia de los resultados de la investigación (ver

figura 1). La oficina de la UNESCO en Nairobi está tratando de superar algunos de estos problemas fomentando la cooperación entre las universidades y las industrias a través del Programa cooperativo de ciencia entre Industria - Universidad en África (UNISPAR-Africa). La Organización apoya proyectos que faciliten la cooperación de las universidades y las industrias para el desarrollo de la tecnología. A través del programa de UNISPAR África, La UNESCO espera perfeccionar las comunicaciones entre las industrias y las universidades, crear conciencia de los resultados disponibles de las investigaciones en varias instituciones y alentar las industrias a tomar parte en el desarrollo de la agenda de investigaciones.

En este artículo, describimos las actividades en las cuales UNISPAR-Africa ha estado comprometida. Demostramos como estas actividades pueden superar algunos de los obstáculos en la cooperación Universidad-Industria para el desarrollo de la tecnología y se da información detallada en algunos de los proyectos apoyados por UNISPAR-Africa.

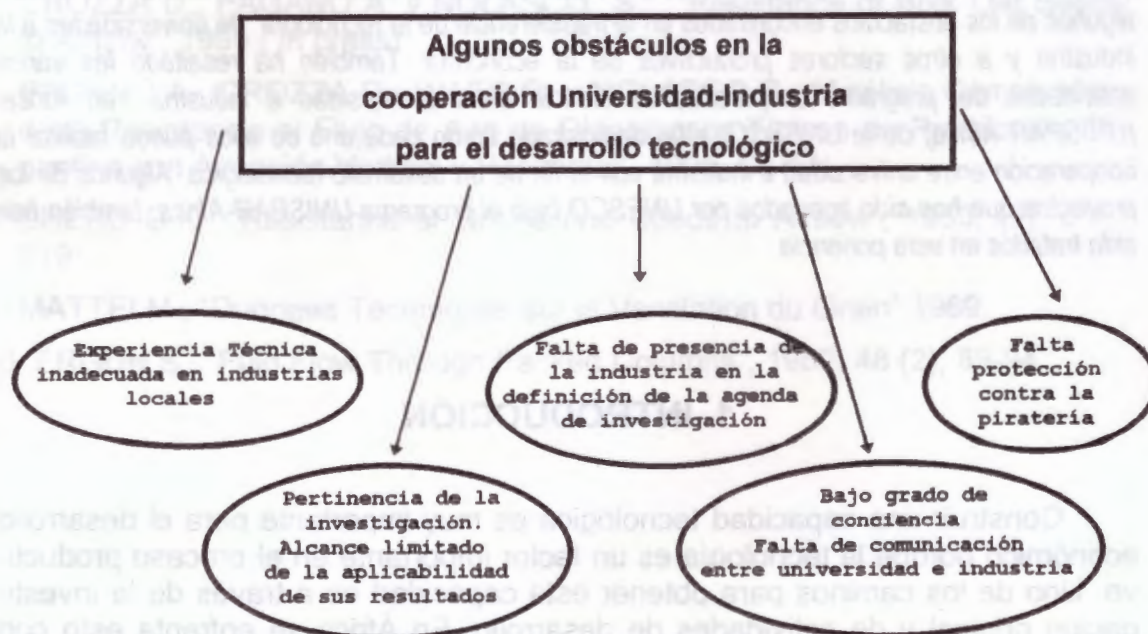


Fig.1 Tabla que muestra los obstáculos en la cooperación Universidad Industria para el desarrollo.

## 2. ACTIVIDADES DE UNISPAR-AFRICA PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO COOPERATIVO

El traslado de resultados de investigación a industrias es facilitado por varias actividades de proyecto incluyendo el establecimiento de demostración / plantas piloto, el registro de patentes, el desarrollo de mercados (por ejemplo sensibilización del público a través de la difusión de proyectos), y la implementación de proyectos de investigación a la demanda.

El establecimiento de plantas piloto permite a los investigadores demostrar la factibilidad técnica de la tecnología. El campo experimental también puede ser usado para reunir información técnica y económica la cual facilitará la valoración de posibilidad económica de la tecnología. Empresarios o industriales podrían utilizar la información para desarrollar planes de negocios con la finalidad de obtener préstamos de las instituciones financieras. Se podrían también usar los productos de las plantas piloto para el análisis de mercados en los casos donde el producto es nuevo.

El registro de patentes es una estrategia útil para permitir a los investigadores introducir sus resultados en la demanda pública. Los investigadores universitarios esta generalmente poco dispuestos a discutir sus resultados (si ellos creen que tiene un valor comercial) por temor a perder control sobre esto y no ser compensados. Así, la industria permanece ignorante de los logros. Para poder superar este problema, UNISPAR-Africa provee donaciones para cubrir los costos de patentes y su renovación. Una vez los resultados de la investigación han sido patentados entonces quedan disponibles para la explotación comercial por parte de las industrias. Bajo el programa UNISPAR-Africa, se suministran también donaciones para permitir a los investigadores reunir información pertinente para cumplir con reglamentos de las juntas locales de normas.

Otra actividad de UNISPAR-Africa es la popularización de la tecnología particularmente la usada en agricultura y en áreas rurales. A través de esta actividad, la población es sensibilizada y el mercado es probado y/o creado por la tecnología. por ejemplo una nueva tecnología agropecuaria puede que no atraiga fácilmente a los fabricantes industriales si ellos están inseguros a cerca del mercado para su producto. Incluso los usuarios potenciales de la tecnología pueden estar poco dispuestos a invertir en esto porque ellos desconocen sus ventajas económicas, sociales y técnicas. A través de una serie de actividades tales como programas de T.V., grabaciones de videos de tecnología, seminarios nacionales y demostraciones de campo se genera la conciencia pública de la tecnología.

Finalmente otra actividad emprendida por UNISPAR-Africa es patrocinar la investigación a la demanda. A través de esta actividad, se hacen donaciones a los investigadores para la ejecución de proyectos que tengan la posibilidad de producir resultados de valor comercial. Este método de consolidar las investi-

gaciones permite a las industrias locales tomar parte en la determinación de la agenda de investigación.

Tabla 1: Proyecto de actividades de UNISPAR-Africa para el desarrollo Cooperativo Tecnológico Universidad-Industria.

TIPOS DE ACTIVIDADES	OBJETIVOS
<p>Establecimiento de plantas piloto y experimentales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Demostrar la factibilidad técnica de la Tecnología.</li> <li>* Recoger información técnica y económica para un análisis económico</li> <li>* Usar los productos modelos para análisis de mercados. Suministrar información a empresarios para desarrollar planes de negocios a ser soportados por instituciones financieras.</li> </ul>
<p>Registro de patentes y becas para obtener la certificación de la oficina de normas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Proteger al investigador y de ese modo darle confianza para traer sus resultados al dominio público.</li> <li>* Permitir a los investigadores cumplir cualquier norma de las agencias nacionales de estándares como un paso más avanzado para hacer los productos aceptables.</li> </ul>
<p>Popularización de la Tecnología</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Crear conciencia de la Tecnología.</li> <li>* Desarrollar un mercado para la Tecnología.</li> <li>* Proveer entrenamiento a usuarios potenciales.</li> </ul>
<p>Investigación de la demanda</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ofrecer oportunidad a las industrias para participar en el desarrollo de la agenda de investigaciones.</li> </ul>

### 3. DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS

En el bienio 1994/95 un total de 20 proyectos fueron financiados. Los proyectos incluyeron todas las actividades de la UNISPAR tratadas arriba. La tabla 2 presenta la lista de los proyectos apoyados en 1994. Esta tabla muestra la distribución de proyectos por tipos de actividades de UNISPAR y de la Industria. En general, la mayoría de los proyectos implicó el uso de recursos naturales especialmente material experimental. El trabajo investigativo en África es más probable que de resultados útiles en las áreas de utilización de recursos naturales. Los investigadores Africanos tienen una pequeña ventaja en esta área. En primer lugar, ellos pueden ser los únicos conscientes de la existencia de los recursos y su potencial uso. Segundo, ellos tienen fácil acceso a los materiales con el fin de hacer pruebas en laboratorios. Estas ventajas motivan la disposición de donaciones para investigaciones en el uso de plantas para medicina y otros servicios. De aquí que la mayoría de los resultados de investigación disponibles para la comercialización cae en esta categoría.

Los proyectos de UNISPAR tiende a trasladar tecnología para los procesos de producción de pequeña escala. Esto es porque la mayoría de las actividades industriales en África tienden a estar en este nivel. Además, ha sido establecido en estudios llevados a cabo en otros países del Tercer Mundo que el traslado de resultados de Investigación a industria será sencillo si las instituciones públicas de investigación y desarrollo en gran parte abastecieran las necesidades de pequeñas unidades a través de la producción de tecnologías a bajo costo que puedan ser manejadas usando recursos locales. Esto es porque las grandes industrias tienen sus propias unidades de investigación o tradicionalmente confía en una semejante ubicada con la compañía madre en el extranjero.

La distribución de fondos entre las varias actividades de proyectos de UNISPAR es indicado en la figura 2.

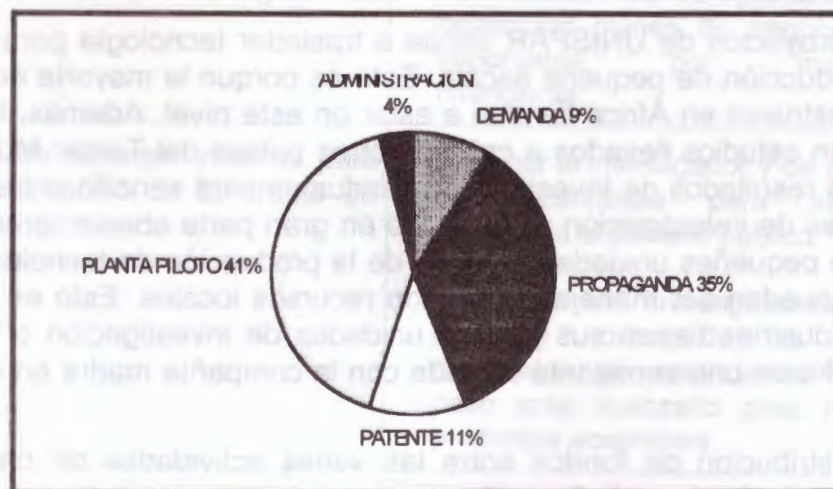


#### 4. ALGUNOS RESULTADOS DE COOPERACIÓN.

En esta sección del trabajo, presentamos detalles de UNISPAR-Africa para el desarrollo cooperativo técnico.

##### 4.1 Plantas Piloto para la producción de surtidos de químicos para alimentos de desechos de penca (Tanzania).

Figura 2. Distribución del presupuesto UNISPAR-Africa.



La producción de fibra de la penca es una actividad mayor de la agricultura y de industria en Tanzania. Desafortunadamente y sin embargo, la industria utiliza solo el 10% del material de la planta. El resto es destruido en varias maneras y algunas veces a un gran costo. Un material particular de desecho es el tronco de la penca. Esto constituye la fuente más grande de desechos. Los troncos son los tallos de la planta los cuales son destruidos después que la planta ha madurado. El método corriente de destrucción implica el hacerlos en pedazos y quemarlos en los campos. Cerca de un millón de toneladas de estos materiales son quemados cada año. Investigaciones en la Universidad de Dar Es Salaam han demostrado que el tallo contiene una gran cantidad de jugo el cual puede ser fermentado y destilado para producir alcohol.

Las donaciones de UNISPAR fueron usadas para diseñar y fabricar una planta piloto para la extracción y fermentación de jugo del tallo de la penca y la

destilación para producir etanol. La planta es para ser usada en la recopilación de información en la valoración de la factibilidad económica del proyecto y permitir a la mayor organización industrial responsable por la producción de Fibras de penca en Tanzania (Tanzania Sisal Authority) desarrollar un plan de negocios para ser usado en la búsqueda de apoyo financiero para una planta a escala natural.

En Diciembre de 1995 la planta piloto de Laboratorio se fabricó y se puso a prueba durante Febrero. En Abril de 1996, la planta iba a ser trasladada al local de las Autoridades Sisal de Tanzania (TSA) para pruebas continuas. Este traslado es necesario para asegurar el continuo abastecimiento de tallos de penca.

#### **4.2. Planta piloto para la producción de Aceite de Aguacate mediante fermentación (Kenya).**

Kenya produce anualmente cerca de 19.000 toneladas de aguacate. Mucho de este fruto se desperdicia debido a la falta de tecnología simple para utilizarlo. A causa de que su costo de embarque a granel es alto, la fruta de Kenya no es competitiva en el mercado de exportación. Una tecnología de bajo costo para la reducción al mínimo de pérdidas después de la recolección de la cosecha de aguacates, es la extracción de aceite a través de fermentación. El aceite es altamente apreciado en las industrias de cosméticos, farmacéutica y de jabones.

La ayuda de UNISPAR fue usada para diseñar y fabricar una planta piloto para la extracción de aceite de aguacate a través de la fermentación. Para Diciembre 1995 la planta constituida por tinajas de acero inoxidable, con mezcladores, homogenizadores de la fruta y purificadores habían sido fabricados y congregados en los locales de los socios industriales. Los socios quienes ya están en el negocio del aceite de aguacate han demostrado interés en el desarrollo de una planta a plena escala.

#### **4.3. Tecnología de la Goma para la conservación de la yuca (Ghana).**

Yuca es una cosecha principal en la mayoría de los países de desarrollo donde el alimento principal es la yuca. El mayor problema con el cultivo es su rápido deterioro después de la cosecha. La técnica actual usada por los campesinos para la conservación de la cosecha, no les da para la explotación comercial. El Departamento de Bioquímica de la Universidad de Ciencias y Tecnología, Kumasi, Ghana, con la asistencia del Centro Internacional de Desarrollo de Investigaciones (IDRC) ha desarrollado una Tecnología de Goma la cual dará al producto una vida de bodega de 28-32 días sin ningún cambio en la calidad y aceptabilidad del consumidor.

La donación de UNISPAR se usó para sensibilizar a los campesinos y las industrias de proceso de yuca para la disponibilidad del producto. Se hizo una grabación en video acerca de la tecnología y varias demostraciones de campo fueron organizadas. Además, los investigadores podrían identificar un organiza-

dor quien establecerá un negocio para el empaque y distribución del compuesto activo. El último ejercicio está ahora en progreso.

#### **4.4. Transformación de los varios derivados del tomate (Togo).**

El objetivo de este proyecto fue difundir la tecnología para la producción de los diversos alcoholes derivados de tomate. La meta final es reducir la pérdida de tomate después de la siega el cual es producida en gran cantidad en el país. Se dio una donación para establecer una planta de pequeña escala para fermentación y destilación de tomate. La planta será usada para preparar técnicos locales.

#### **4.5. Bio-ensayo. Evaluación de Plantas Medicinales Tradicionales (Zimbabwe).**

El proyecto fue implementado para facilitar el proceso de comercialización de los resultados de investigación en las áreas de HIV/SIDA y cáncer. En una prueba reciente usando remedios herbarios aplicada a 80 pacientes con SIDA e involucrando curanderos tradicionales, los resultados preliminares demostraron que un número de hierbas medicinales pueden revertir los síntomas del SIDA. Los investigadores de la Universidad de Zimbabwe han aislado un compuesto puro de una de las plantas medicinales de Zimbabwe. Pruebas "in vitro" han demostrado que el compuesto protege las células de la sangre humana de los efectos del virus HIV en un alto rango de concentraciones.

La comercialización del producto se ha visto impedida por el rechazo de los investigadores a revelar la identidad del compuesto. Este rechazo no fue sin razón. Seguramente, el laboratorio en América donde algunas de las muestras del compuesto fueron enviadas para pruebas, desearon reclamar el derecho del invento una vez ellos fueron enterados en forma privada secretamente de el conocimiento.

La donación de UNISPAR fue dada para cubrir el costo del registro de patentes los cuales darían protección legal al invento y de ese modo permitir al investigador llevar su conocimiento a la demanda pública. Una patente Internacional es esperada en Abril de 1996. Después de eso los investigadores pasaron la información a las industrias farmacéuticas locales quienes producirán una pequeña cantidad de tabletas para pruebas clínicas.

#### **4.6 Desarrollo de las áreas rurales a través de la exportación de productos naturales (Ghana).**

Este proyecto es un ejemplo de la investigación a la demanda. GETRADE, una compañía local comercial basada en Ghana, quería exportar algunos alimentos y materiales de planta de Ghana a Europa. Sin embargo, para ser capaz de hacerlo, ellos necesitaron llevar acabo algunas investigaciones en técnicas simples para preservar las cosechas. Diversos productos naturales indígenas (e.g. limoncillo, canela, hojas y flores de hibiscos) eran para ser conservadas

para exportación y el Departamento de Bio-química en la Universidad de Ciencias y Tecnología en Kumasi fue invitado a colaborar con la compañía.

La donación de UNISPAR se utilizó para construir prototipos de secadores y experimentar en las técnicas de empaque. El proyecto ha sido completado satisfactoriamente y hay planes en pie la exportación de te de hibiscos y piñas secas. Una pequeña cantidad de te de limoncillo se está exportado actualmente.

## 5. CONCLUSIÓN.

De las discusiones anteriores, puede concluirse que los mayores esfuerzos de UNISPAR-Africa han sido conducidos a la pavimentación del camino para un enlace entre Universidad e Industria más bien que un solo instituto. Actividades como el registro de patentes, el cual protege los inventos, permite al investigador iniciar un diálogo con las industrias en la comercialización de los resultados de investigación. Semejantemente, el establecimiento de plantas piloto y la fundación de difusión de los proyectos tecnológicos ayuda a publicar el conocimiento disponible en las universidades de tal manera que las industrias puedan ser conscientes y desde aquí desarrollar un programa cooperativo.

Tabla 2: Tipo de proyectos patrocinados por UNISPAR-Africa en 1994.

Proyecto	Principal institución investigadora	Tipo de Actividad de UNISPAR	Tipo de Actividad Industrial
Extracción de aceite de Aguacate por fermentación	Dr. Charles N. Warui Departamento de Anatomía Veterinaria, Universidad de Nairobi P.O.Box 30197 Nairobi, Kenya.	Planta Piloto	Agro-proceso de pequeña escala

Promoción acelerada de tecnología Biogas en Zimbabwe.	Director-General Centro de Desarrollo e Investigaciones Científica e Industrial Bolsa de Correo Privada 7726.	Popularización de la Tecnología	Industria de Energía
Tecnología de Goma para la preservación de yuca.	Dr. W.O. Ellis, Dr.J.Oldham Departamento de Bioquímica, Universidad de Ciencias y Tecnología, Kumasi, Ghana.	Popularización de la Tecnología	Industria Agro-química
Evaluación Bioensayo-dirigida de plantas tradicionales medicinales de Zimbabwe.	Dr. Peter Mashava Universidad de Zimbabwe, P.O.Box MP167, Mount Pleasant, Harare, Zimbabwe.	Registro de patente	Industria Farmacéutica.
Escala Piloto comercial de extracción de celulosas de ciertos desperdicios agrícolas.	Prof. A.O.Okhamafe Departamento de Tecnología Farmacéutica, Universidad de Benin, Ciudad de Benin, Nigeria.	Planta Piloto y Certificación por la Agencia de Estándar de Nigeria.	
Utilización de desperdicios de penca para la producción de químicos para el almacenamiento de alimentos.	Departamento de Ingeniería química, Universidad de Dar es Salaam, P.O:Box 35131 Dar es Salaam, Tanzania.	Planta Piloto.	Agro-proceso.
Desarrollo de las áreas rurales a través de la exportación de productos naturales	Getrade (GH)Ltd.P.O.Box 1260, Accra, Ghana.Departamento de Bioquímica UST, Kumasi, Ghana.	Investigación a la demanda.	Agro-proceso.

Transformación de los varios derivados del tomate.	Mr. I.P.K.Seddoh Fundación para la promoción y la Valoración de la Investigación, 21 Avenue Nicois Grunitzky, P.O.Box 941, Lome, Togo.	Popularización de la Tecnología.	Agro-proceso.
Comercialización de pastillas de frenos hechas de aserrín.	Dr. L.E.S.Akpanisi Universidad de Nigerial, Nsukka, Nigeria.	Planta Piloto	Manufactura de pequeña escala.
El traslado de la formula adhesiva de la madera al Aserrió en Tanzania.	Investigación Industrial y Organización de Desarrollo de Tanzania.	Planta piloto	Manufactura de pequeña escala.
Comercialización de una separadora local de alimentos ya perfeccionada.	Dr. (Mrs) Phillipa C.O. Ojmelukwe. Universidad del Estado de Abia, Estado de Uturo Abia, Nigeria.	Planta Piloto, Investigación a la demanda.	Procesadora de alimentos.
Formulación de repelente de Mosquitos de materiales de algunas plantas de Ghana.	Departamento de Química Universidad de Ciencias y Tecnología Kumasi.	Planta Piloto	Industria de procesamiento de pequeña escala.
Desarrollo, Comercialización y Mercado de una encuesta de DNA específica en Salmonella.	Centro de Investigaciones Científicas e Industriales. P.O.Box Harare, Zimbabwe.	Popularización y Prototipo de Producción.	Tecnología de la Salud.

Producción de Tinte para tejer esterillas para casas y las Industrias impresoras Batik.	Prof. A.V.Popoola Universidad Federal de Tecnología, P.M.B.704, Akure, Estado Ondo, Nigeria.	Planta Piloto, Investigación a la demanda.	Industria de Proceso Químicos.
Optimización, Pruebas y Comercialización de una incubadora de huevos a bajo costo.	Centro Tecnológico e Investigaciones Industriales de Malawi. P.O.Box 357 Blantyre, Malawi.	Prototipo de Producción, Popularización Tecnológica.	Avicultura.
Sistema integrado para la continua producción cosechera por procesos.	J.Maud Kordylas, Arkloyd's productos naturales y generales Ltd.	Popularización Tecnológica/demostración	Agricultura.
Producción de inoculantes de Rhizobium inoculantes en Kenya.	Dr. Wanjiru Mwatha Universidad Kenyatta Nairobi, Kenya	Popularización Tecnológica.	Agricultura.
Escala grande de Conservación de Plátanos entre los campesinos Ivoirneses.	Prof. Agbo N'zi Georges, Departamento de Bioquímica Centro Universitario de Cocody, 22 B.P.Box 528, Abidjan, Costa de Marfil.	Popularización Tecnológica.	Agricultura.

<p>Producción de barras de azúcar, mermeladas, y caramelos de papas dulces.</p>	<p>Dr. Michael A. Ameny Departamento de Ciencias de Alimentos Tecnología, Universidad Makerere, Kampala.</p>	<p>Planta Piloto.</p>	<p>Procesadora de Alimentos.</p>
---	--	-----------------------	----------------------------------

Escuela de Ingeniería  
Universidad Nacional de Colombia  
Educación Superior  
Presidente de la Comisión  
Rector Escuela de Ingeniería y de Arquitectura

### Resumen

La formalización de la Escuela de Ingeniería de Medellín, entre otras acciones, genera un nuevo paradigma en relación con la producción de alimentos, donde se busca crear un alto valor agregado, el hecho de que la producción mundial de azúcar sea un mercado mundial libre, así como la necesidad de que el sector agropecuario debe enfrentar a una serie de retos:

- Crear el desarrollo agrícola
- Modernizar el sector agropecuario
- Generar tecnología para el desarrollo del país
- Dar valor agregado a la producción agropecuaria
- Promover la sostenibilidad de la producción
- Promover la competitividad del sector agropecuario
- Crear zonas de desarrollo agropecuario

Este documento se basa en el diagnóstico que el Comité Permanente de Ingeniería de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) realizó sobre la planta piloto de azúcar de la Universidad Nacional de Colombia.

Este documento es el resultado de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) y el Comité Permanente de Ingeniería (CPIE) conjuntamente con el apoyo de la Universidad Nacional de Colombia y la planta piloto de azúcar de la Universidad Nacional de Colombia.





## **ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN CURRICULAR EN LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA EN COLOMBIA**

*Jaime Salazar Contreras*

*Director Ejecutivo - ACOFI - Profesor Titular*

*Universidad Nacional de Colombia*

*Eduardo Silva Sánchez*

*Presidente - ACOFI*

*Rector Escuela Colombiana de Ingeniería*

### **Resumen**

*La internalización 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.*

*Conscientes 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 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 WORLD CONGRESS OF ENGINEERING EDUCATORS AND INDUSTRY LEADERS, el producto de un trabajo exhaustivo que se realizó en el año 1995, el cual se centra en la Actualización y Modernización de los Currículos de Ingeniería.

ACOFI es una Asociación gremial privada que reúne al 56% de las Universidades Colombianas que ofrecen programas de Ingeniería, - los cuales se de-

sarrollan en un lapso de 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, así mismo 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 el 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 mismos.

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, 5 encuentros nacionales y 5 encuentros internacionales, en donde se han discutido las estrategias más convenientes en compañía del Sector Productivo, Privado y Estatal 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 desarrollado 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.

## 1. Metodología

Para dinamizar la participación de todos los programas de Ingeniería<sup>1</sup> 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.

---

<sup>1</sup> Colombia cuenta con 41 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.

El esquema seguido fue 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, 5 nacionales y 5 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 Internalización, 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 y luego en una plenaria, se obtienen las conclusiones y recomendaciones para la Actualización y Modernización Curricular.

## **2. 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:

### **2.1 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.

## **2.2 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.

## **3. 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 la Ingeniería Civil se dio 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.

Para los encuentros Internacionales se cambiaron las preguntas teniendo como base los documentos nacionales y los escritos suministrados por los expertos internacionales, las cuales se mencionan a continuación:

1. ¿Cuál debe ser la estructura básica que debe tener el plan de estudios de Ingeniería Civil, para hacerlo competitivo internacionalmente?
2. ¿Cuáles son los modelos pedagógicos que se deben involucrar en los diferentes componentes del plan de estudios para incentivar en los estudiantes la creatividad y el espíritu investigativo?
3. ¿Cómo se deben reformar los planes de estudio para darle cabida a los métodos de análisis más modernos (utilización intensiva del computador)?
4. ¿Identificar las áreas prioritarias de investigación en Ingeniería Civil; para el desarrollo del país?
5. ¿Qué infraestructura básica se requiere para el desarrollo de prácticas y nuevas pedagogías?
6. Establecer las estrategias de acercamiento de los programas de Ingeniería al sector productivo y estatal.
7. ¿Qué recomendaciones o propuestas se harían para que el proceso de actualización y modernización se lleve a cabo?

Como parte de la respuesta a la pregunta No. 2 se pudo concluir lo siguiente:

Los nuevos métodos, independientemente de su naturaleza formal, deben responder a consideraciones basadas en el trabajo del estudiante, en la aceptación de su capacidad y su talento, los cuales son verdaderos elementos de riqueza para el país.

Los nuevos métodos plantean nuevas formas de evaluación, tanto para los alumnos como para los profesores, la administración y los programas. Se plantean problemas relacionados con cobertura, la dificultad de trabajar con grupos grandes; en este caso pueden emplearse alternativas tecnológicas, apoyo de profesores asistentes y estudiantes destacados.

#### 4. Conclusiones y recomendaciones

Con base en las diversas discusiones dadas en las mesas de trabajo y en las plenarias de los treinta (30) Seminarios Regionales, Nacionales e Internacionales 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 información muy estructurada en Ciencias Básicas ( matemáticas, física y química).
- Incorporar el componente ambiental y del manejo sostenible en los currículos.
- 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-Humanísticos 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 conceptualizar los conocimientos teóricos y su relación con casos reales de la práctica profesional.
- Reforzar la formación en áreas de Administración y Gerencia.
- Generar centros de investigación e innovación Tecnológica con el apoyo de la industria y el Estado.

## BIBLIOGRAFÍA

ACOFI, ICFES: Prospectiva Tecnológica en Ingenierías. Santafé de Bogotá, 1995, 50p.

ACOFI, ICFES: Documentos regionales para la Actualización y Modernización Curricular. Santafé de Bogotá, 1995, 200 p.

ACOFI, ICFES: Documentos Nacionales para la Actualización y Modernización Curricular. Santafé de Bogotá, 1995, 80p.

ACOFI, ICFES: Documentos Internacionales para la Actualización y Modernización Curricular. Santafé de Bogotá, 1996, 190 p.

CONFEDI: Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. III Taller sobre Modernización de la Enseñanza de la Ingeniería. Argentina 1994, 20 p.



## LA CALIDAD COMO FACTOR DE COMPETITIVIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

### GLOSARIO

**CURRÍCULO.** Es la organización de lo que debe ser enseñado y aprendido; se entiende como un proceso de representación, formación y transformación. Laurence Stenhouse (1795) 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.

**INVESTIGACIÓN.** 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.

**PASANTÍAS.** Es la vinculación del estudiante a las actividades del sector productivo, en algunos casos, mediante vinculación contractual y supervisada académicamente por la Universidad.

**MODELO PEDAGÓGICO.** 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 Aristotélico.

### Resumen

La calidad es un concepto que se refiere al grado de excelencia de un producto o servicio. En el contexto de la educación superior, la calidad se refiere a la excelencia de la enseñanza y el aprendizaje. Este artículo analiza los factores que influyen en la calidad de la educación superior y propone estrategias para mejorarla. Se discuten temas como la importancia de la investigación, la vinculación con el sector productivo y la implementación de modelos pedagógicos innovadores. Se concluye que la calidad es un proceso continuo que requiere el compromiso de todos los actores involucrados en la educación superior.

## **LA CALIDAD COMO FACTOR DE COMPETITIVIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

### **(La universidad en la perspectiva de ingeniería Industrial)**

*Luis Ernesto Blanco Rivero*

*Lic. en Matemática, Universidad Libre de Colombia; Magister en Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes; Ph.D. Industrial Engineering (C) University of Florida; Profesor de la Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Colombiana de Ingeniería*

"Esto es un Ingeniero: Una persona que hace posible nuestro comfortable vivir... quien nos guía a las estrellas y al más allá... y para quien la realidad tiene muy pocas fronteras.

Él es un ser muy especial"

**Luis Ernesto Blanco Rivero**

### **Resumen**

*La apertura muy pronto invadirá el campo de acción de las Instituciones Universitarias Colombianas. Las Universidades tienen la opción de permanecer aisladas creyendo que ese no es su problema, o por el contrario, iniciar una reflexión seria sobre su futuro, reconociendo en primer lugar cuáles son sus clientes y qué mercados pueden atender con efectividad. La calidad es quizá, el factor de mayor importancia en condiciones de competencia internacional. Se deben tener parámetros que permitan saber cuando el producto de la Universidad es de calidad. Aquí se mencionan algunos parámetros como el tipo de aprendizaje, los recursos, el proceso y la evaluación del resultado.*

## INTRODUCCIÓN

Las Instituciones de Educación superior se pueden ver y analizar, de manera integral, como Sistemas de Operaciones, productoras de bienes y servicios. **Los insumos** son los mismos de cualquier empresa: *personas, tecnología*, (equipos, métodos, procedimientos, know-how), *capital, servicios y otros*. **Los productos** en ocasiones pueden ser *bienes tangibles*, como prototipos, diseños, invenciones, software, etc. o *servicios intangibles*, como conocimientos, habilidades, destrezas, mayor entendimiento, actitudes, valores y cualidades personales, que se deben transferir a ciertos *clientes o usuarios*, que pueden ser individuos, grupos o colectividades sociales.

Como en cualquier sistema de operaciones, los productos de la Universidad, ya sean bienes o servicios, deberán (?) competir en el mercado internacional, bajo condiciones de calidad certificada, precios atractivos en el segmento de mercado y con características de confiabilidad muy especiales.

La Calidad Total, concebida como la satisfacción de las necesidades del cliente y como estrategia de supervivencia competitiva, paralela a la Planeación Estratégica, en la búsqueda del cumplimiento de los objetivos primordiales de la institución educativa, debe comprometer a todos y cada uno de sus miembros.

## 1. COMPETITIVIDAD

Son productos competitivos a nivel global, aquellos que se elaboraron pensando en un mercado mundial, con especificaciones de calidad exigidas y certificadas por organismos internacionales especializados, que se producen de acuerdo a las necesidades del cliente, que incluyen innovaciones fruto del conocimiento y del uso de tecnologías modernas, y que por lo general tienen un excelente servicio de mantenimiento o post-venta. De la misma manera, que los deportistas olímpicos deben cumplir unas marcas mínimas antes de ser aceptados en la competencia internacional, los productos o servicios deben satisfacer estándares internacionales de calidad. El reto de transformar productos tradicionalmente protegidos por algún tipo de barreras (arancelarias, normativas, etc.) en productos comercializables en el mercado mundial, es muy grande. ¿Cómo lograrlo?. Lo primero, mediante un profundo conocimiento del mercado internacional. Investigar las necesidades y expectativas de los clientes en los diferentes países; conocer qué empresas constituyen la competencia y cuál es su comportamiento; saber cuáles son las principales tendencias del mercado; tener idea de qué segmentos del mercado ofrecen mejores oportunidades; investigar si existen mecanismos restrictivos (tipo certificación, arancel, prohibición) que favorezcan los productos de la competencia, etc. En segundo lugar,

mejorar al máximo los sistemas logísticos de las empresas necesarios para la competencia internacional. Estos deben ser capaces de brindar información instantánea, sobre productos o servicios, precios, cantidades y clientes que los demandan. En tercer lugar, los sistemas de operaciones deben producir con parámetros internacionales de calidad, productividad y oportunidad.

¿Debe la Universidad seguir los mismos derroteros de cualquier empresa comercial, con objetivos claros como el de ganar dinero, para convertirse en competidora internacional?. Por ley, en Colombia, las instituciones de Educación Superior, son organizaciones autónomas, sin ánimo de lucro<sup>1</sup>, que perfectamente puedan dedicarse a *develar o a construir*, Ciencia in-vitro; a producir saber desde su aislada torre de marfil, sin someterlo al servicio de la sociedad, viviendo de las matrículas, de los aportes de mecenas y de las exiguas ayudas gubernamentales. O por el contrario, como cualquier sistema operativo inmerso en un entorno socio-político-cultural-económico-científico-tecnológico-competitivo, salir de las aulas a un ambiente altamente contaminado y complejo, para analizarlo, estudiarlo, entenderlo, hasta descubrir en él sus interacciones, funciones, a sus clientes y poder saber cuáles son sus oportunidades y amenazas. Sin perder, desde luego, el horizonte trascendente de la educación, para evitar el convertirse en una próspera comercializadora de títulos universitarios, exclusivamente.

Cuando una institución de Educación Superior define bien su Misión, hace una declaración de su razón de ser y de los objetivos que la distinguen de las demás, identifica su mercado y sus clientes, reconoce el valor de sus gentes, declara su papel en la sociedad y en la naturaleza, hace énfasis en los mayores resultados que se pretende alcanzar, define la filosofía que los líderes desean que sus seguidores practiquen, en el futuro, aún en su ausencia. A veces, con propósitos definidos o sin ellos, algunas universidades omiten partes importantes de la Misión, como por ejemplo, delimitar su mercado y definir quiénes son sus clientes. La ley colombiana exige para la creación de programas universitarios, estudios de factibilidad socio-económicos, que tengan en cuenta aspectos: ubicación, número de estudiantes, características de los programas, demostración que el programa puede funcionar financiado con recursos diferentes a las matrículas durante la mitad de la duración de la carrera<sup>2</sup>, siempre dentro de un contexto económico regional o nacional, ignorando de manera imperdonable, el panorama internacional, las tendencias de desarrollo científico-tecnológicas globales; las nuevas exigencias para los profesionales (incluyendo los ingenieros) científicos e investigadores, en el campo mundial y a las necesidades de sus clientes potenciales. En el análisis interno institucional, que sigue a la definición de Misión y Visión, en el que se detectan fortalezas, debilidades, y en el que se plantean objetivos estratégicos, debe partir de sus clientes y de sus necesidades.

<sup>1</sup> Art. 98, Ley 30 de 1.992, Ley Educación Superior

<sup>2</sup> Art. 101, Art. 102, Ley 30 de 1.992, Ley de Educación Superior

En algunos sectores productivos, como el de las artes gráficas, los clientes no saben realmente lo que quieren, porque desconocen las últimas tecnologías disponibles, la calidad de nuevos materiales o nuevos procesos, y es tarea primordial del productor guiarlos hacia la escogencia del producto que ellos realmente quieren, utilizando muestras, haciendo exhibiciones, ensayos, dando explicaciones, etc. En las universidades muchas veces sucede lo mismo: los clientes no tienen claridad sobre sus necesidades. Pero ¿cuáles son los clientes de las instituciones de Educación Superior?. Los ingenieros industriales, lo saben muy bien: *hay clientes internos y clientes externos.*

Una manera práctica para identificarlos, propuesta por Juran<sup>3</sup> consiste en *seguir el producto* para ver sobre quien repercute. *Cualquier persona sobre la que repercute el producto, es un cliente.* La lista de los clientes de una universidad, desde esta perspectiva, es bien extensa. Dentro de los *usuarios*, (que son los clientes externos que usan el producto) de los bienes tangibles, se encuentran: individuos, empresas privadas u oficiales, y prácticamente todo tipo de instituciones; *usuarios* de los servicios intangibles, son los estudiantes, los padres de familia, la comunidad y la sociedad colombiana en general. Per ¿cómo podrían ser los gustos de éstos usuarios?. Algunos, serán individuos que esperan conseguir un título (lo más rápido posible, con el menor esfuerzo, utilizando medios y procedimientos de toda clase) que los habilite socialmente a desempeñarse en una profesión, que muy seguramente jamás ejercerán. Ellos buscarán una universidad que con gente de su mismo estrato social, poco exigente, poco competitiva, pero famosa. En otro grupo, estarán lo que esperan recibir toda una serie de conocimientos y habilidades, en un campo específico del saber que les permita ejercer una profesión, sin necesidad de atormentarse, tratando de entender las demostraciones de teoremas o el desarrollo de fórmulas o métodos complicados de aprender, muy abundantes en las Ciencias Básicas. Estos estudiantes buscarán carreras y universidades, medianamente competitivas. Otros pocos, además de los conocimientos y de las habilidades que le enseña la universidad, esperan que ella los forme y les mejore su capacidad de raciocinio, en un determinado campo del saber para poder entender y comprender los procesos, los métodos, para aprender a usar las herramientas metodológicas, con el fin de poder saber el porqué de las cosas y conocer cuáles son los últimos adelantos científico-técnicos de su disciplina. Ellos seguramente buscarán una universidad de prestigio y altamente competitiva. Y, otros muy poquitos, a las condiciones mejoradas en el párrafo anterior, agregarán la formación de valores éticos, morales, de convivencia con la sociedad y con la naturaleza, de mejoramiento de sus cualidades personales. Buscarán las universidades más prestigiosas y por ende las más competitivas. Y por supuesto que habrá, muchos más posibles usuarios, con gustos y necesidades diferentes.

---

<sup>3</sup> JURAN, J.M., Juran y la Planificación para la calidad, Díaz de Santos S.A., Madrid España, 1990 P.21

Lo mismo que sucede en los sistemas de operaciones tradicionales productores de bienes (empresas), que fabrican bajo pedido o en serie para distribuir luego en almacenes, pasa en la Educación Superior. La universidad tiene la alternativa de brindar únicamente el servicio que siempre ha brindado, con las condiciones de calidad que posee, como siempre lo ha hecho, porque así lo decidieron sus directivos y punto. Los clientes verán si les gusta así, o si no, que se busquen otra institución a su acomodo. O por el contrario, preocuparse por descubrir las necesidades de sus clientes, entre ellos, la sociedad colombiana, para brindarles el servicio más adecuado que requieran, de acuerdo a la disponibilidad de sus recursos.

Las empresas competitivas son flexibles, se adaptan rápidamente al cambio. Sus estructuras organizacionales y productivas, se ajustan a las nuevas condiciones que les impone la competencia, en una carrera por la supervivencia; para ellas lo más importante son sus clientes y entienden que deben satisfacer sus necesidades cambiantes. ¿Podrá la universidad ser flexible, responder a las expectativas de sus estudiantes, sin perder calidad, seriedad y prestigio? ¿La competencia internacional a través de modernos medios de comunicación audiovisual, no las podrá efectuar?. Lo más probable, es que en el corto plazo, también haya apertura en el Sector Educativo.

Labor importante para la universidad, en primer lugar, será la de evaluar sus capacidades reales de docencia, investigación y extensión, para los diferentes tipos y niveles de educación superior; en segundo lugar, será la de ayudar a sus diferentes clientes a descubrir sus necesidades. Pero esto implica un conocimiento prácticamente universal de las tendencias de desarrollo científico técnico, de los subproductos del saber humano disponibles en el mercado, como por ejemplo, el producto de moda actual: Internet. No se necesita mayor esfuerzo para reconocer que: "El mundo futuro se va redistribuir en polos de poder en torno al dominio de las tecnologías de información y de las telecomunicaciones y a la competencia mental por la capacidad de hacer frente al crecimiento de las innovaciones y del mercado"<sup>4</sup> y las instituciones de Educación Superior tendrán que trabajar con dichos horizontes, si no se quieren quedar aisladas en su propia nube investigativa-docente.

En la competencia internacional, las empresas tienen unas normas internacionales como guía, para la creación e implementación de sus sistemas de calidad, conocidas como las ISO 9000 y todo un sistema de normas específicas para los productos. La finalidad de dichas normas es la de asegurar productos con calidad internacional, confiables, para poder reducir las inspecciones, acortar los tiempos de ciclo y mejorar la producción. En la práctica, son convenios internacionales, entre instituciones nacionales, encargadas de velar y controlar la calidad de los productos, para crear internacionalmente, en las empresas y productos certificados nacionalmente. La Calidad de cada producto puede ser

<sup>4</sup> Grupo Descartes. El Modo Proyecto, ¿cómo tomar decisiones estratégicas mediante la informática. Alfaomega Grupo Editor, México, 1995

certificada y también el Sistema Integral de Calidad de la Empresa puede ser certificado. De manera similar, existen parámetros internacionales para acreditar las instituciones de Educación Superior. Hay instituciones como la ABET, en Estados Unidos, que certifican programas de ingeniería. Si se toman sus parámetros como base para las reformas curriculares, fácilmente se puede lograr la acreditación internacional, posibilitándose entonces, los intercambios y el reconocimiento de certificados y títulos, sin trámites adicionales. A nivel nacional se ha iniciado un Sistema Nacional de Acreditación, que muy seguramente, contribuirá a seguir los parámetros de calidad que deben seguir las universidades colombianas. En un paso hacia adelante, muy seguramente se crearán instituciones acreditadoras y normas de acreditación de carácter global.

La Escuela Colombiana de Ingeniería cuenta con personal altamente calificado a nivel internacional, que conoce por su propia experiencia, cómo se pueden diseñar programas de docencia e investigación, que garanticen calidad internacional a sus egresados.

Si se pretende buscar competitividad, es necesario mantener completamente actualizados tecnológicamente e interconectados los sistemas de información, con amplia cobertura entre los miembros de la comunidad universitaria. Esto adiciona requisitos de idiomas, manejo de computadores y medios de comunicación, para todos los clientes internos y externos de la institución. El uso de los más modernos medios de comunicación a través del satélite, la utilización intensiva de las redes, locales e internacionales, de intercambio de datos, la transmisión en directo de las clases y el envío de información a clientes remotos, serán algunos de los parámetros, que marquen la diferencia en la competitividad. La tercera condición, la discutiremos con mayor profundidad continuación.

## 2. CALIDAD

Definir en qué consiste la calidad de un producto, es algo complicado. Un producto de calidad, debe cumplir con sus especificaciones metrológicas, debe ser adecuado para el uso que se le va a dar, debe ser confiable y durable, no debe presentar fallas ni deficiencias, debe tener un apropiado servicio de mantenimiento, repuestos y posventa, se debe entregar a tiempo, en las cantidades precisas que se ordenaron, etc. Joseph Juran nos enseña que la calidad de un producto, no es el resultado del azar o de la buena suerte, sino el fruto de todo un proceso de planificación.

La calidad de los *productos tangibles* en las instituciones universitarias, se pueden regir por parámetros, como los anteriores. Pero definir la calidad de los *servicios intangibles* que prestan las universidades a la sociedad, es tarea ex-

tremadamente difícil. Veamos, a parte del concepto de calidad que tiene el Consejo Nacional de Acreditación, "La calidad, en un primer sentido, se entiende como un atributo integral de algo, resultado de una síntesis de los componentes y los procesos que lo producen y distinguen. Alude, de una parte, a las características universales y particulares de algo, y de otra, a los procesos a través de los cuales se configuran... En un segundo sentido, la calidad de algo es la medida en que ese algo se aproxima al prototipo ideal definido históricamente como realización óptima de lo que le es propio según el género a que pertenece. La calidad, es entonces, un concepto análogo; es decir que se predica de algo en parte idéntico y en parte distinto. La identidad corresponde a lo que es común al género al que se pertenece. La diferencia alude tanto a la posibilidad de distinguir un miembro de los demás del género como a la distancia entre cada uno de los miembros y el prototipo definido para ese género..."<sup>5</sup>. En los sistemas operacionales, por una parte, se hace referencia a la calidad del producto o servicio, que debe cumplir especificaciones, que debe ser adecuado al uso, que debe ser confiable, etc., y por otra, se hace referencia a la calidad del proceso, esto es al aseguramiento de la calidad durante todo el ciclo de producción (estudio de mercado, diseño, compras, preproducción, producción, almacenamiento, ventas, despachos, servicio de posventa) para que al final resulte un producto acorde con las necesidades del cliente.

En el caso colombiano el Consejo Nacional de Acreditación, determina la calidad de una institución o programa de acuerdo a los tres siguientes aspectos: "1. Las características universales expresadas en sus notas constitutivas. Estas características sirven como fundamento de la tipología de las instituciones y constituyen los denominadores comunes de cada tipo. 2. Los referentes históricos; es decir, lo que la institución ha pretendido ser; lo que históricamente han sido las instituciones de su tipo y lo que en el momento histórico presente y en la sociedad concreta se reconoce como el tipo a que esta institución pertenece. 3. Lo que la institución singularmente considerada define como su especificidad o su vocación primera (la misión institucional y sus propósitos)"<sup>6</sup>. Interpretando este documento, se puede concluir que las universidades colombianas tienen total autonomía para definir su Misión y sus Propósitos, para escoger sus segmentos de mercado, sus clientes, sus productos y servicios, fijar sus propios parámetros de calidad y guiar su trabajo con indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad.

La universidad, es un proceso de interacción permanente, entre sus estamentos y su entorno, debe tomarse el tiempo necesario para realizar el trabajo de definir sus propios parámetros de calidad. En procesos internos de autoevaluación permanente, la universidad debe determinar muy bien cuál es el tipo de educación que quiere ofrecer y la forma como va a evaluar su desempeño. Ca-

<sup>5</sup> Consejo Nacional de Acreditación, *Lineamientos para la Acreditación*, Sistema Nacional de Acreditación, 1996, pp. 15-16

<sup>6</sup> *Ibidem*, pp. 16-17



da programa de curso deberá señalar claramente lo que se espera que el estudiante reciba y la forma de comprobar si realmente lo recibe. Actualmente existen herramientas metodológicas como el QFD (Quality Function Deployment) y las Hojas de Análisis, que ayudan bastante, en la labor de traducir las necesidades del cliente a especificaciones de diseño y producción. Si los objetivos son claros, si el segmento de mercado objetivo se encuentra perfectamente delimitado de acuerdo con los clientes esperados, estas herramientas se pueden utilizar con éxito en los servicios colectivos.

### 3. ALGUNOS PARÁMETROS DE CALIDAD EN INGENIERÍA

Como se mencionó antes, las instituciones de Educación Superior, proveen al menos cuatro tipos de aprendizaje: Conocimientos, habilidades, entendimiento y cualidades personales (actitudes y valores).

Tabla 1. Parámetros de Calidad en la enseñanza en Ingeniería.

TIPO DE APRENDIZAJE	RECURSOS	PROCESO	EVALUACIÓN DEL RESULTADO
CONOCIMIENTOS	Proveer información en todas las formas y de la mejor manera (clases, bases de datos, videos, discos, cassettes, libros, etc.)	Mostrar la importancia de la información para la ingeniería. Enseñar técnicas y métodos para adquirir habilidad de estudio. Utilizar métodos de búsqueda y descubrimiento cuando sean apropiados.	Pruebas de memoria mediante cuestionarios
HABILIDADES	Proveer instalaciones apropiadas para que las habilidades sean aprendidas (laboratorios, clases de solución de problemas, computadores, trabajos en grupo, etc.)	Instruir y demostrar las habilidades, dar oportunidad para que las habilidades se practiquen. La practica puede ser, pero no a menudo, supervisada.	Colocar tareas que requieran el ejercicio de habilidades

<b>ENTENDIMIENTO COMPRENSIÓN, RACIOCINIO Y ANÁLISIS</b>	Proveer un ambiente educativo rico (clases, laboratorios, computadores, biblioteca, monitores y tutores, cafetería, videos, clases de solución de problemas, correo electrónico, Internet, etc.)  Entrenamiento continuo por los profesores	Centrar la enseñanza en conceptos.  Recomendar a los estudiantes el uso de equipos y facilidades que le puedan ayudar a digerir los nuevos conceptos.  Colocar proyectos y tareas.  Agregar solución de problemas a todos los experimentos de laboratorio.	Colocar tareas nuevas que requieran entendimiento, más que memoria para su realización (proyectos, preguntas abiertas, corrección a los errores de otras personas, diseños, explicaciones, etc.)
<b>CUALIDADES PERSONALES, ACTITUDES Y VALORES</b>	Proveer compañeros amables y simpáticos.  Proveer profesores de buena calidad y con buenos métodos de enseñanza.  Dejar posibilidad de desarrollo de proyectos personales.  Proveer periódicos, discusiones en grupo, contactos externos.	Motivar donde sea necesario (en las clases y visitas, por ejemplo, mediante ejemplos de cómo aprender, colocando desafíos que se puedan cumplir satisfactoriamente, etc.)	Mediante contacto personal, reconocer el esfuerzo realizado, felicitar por atender los desafíos, por contestar las preguntas, por su entusiasmo, etc.

El profesor John Sparkes<sup>7</sup>, define como parámetros de calidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ingeniería: el tipo de aprendizaje, los recursos, el proceso y el tipo de evaluación de resultados, de la manera que aparece en la Tabla 1.

Al dar el vistazo rápido a los recursos, se reconoce la necesidad de utilizar todo tipo de instalaciones (bibliotecas, salas de estudio, laboratorios), de ayudas audio-visuales (VHS, proyectores, cámaras de video, etc.), sistemas de información y telecomunicaciones (salas de computadores, correo electrónico, Internet, cds, bases de datos, etc.), de información escrita (libros, revistas, artículos, etc.) y en general, de todo tipo de tecnología moderna, que se ha mencionado antes.

<sup>7</sup> SPARKES, J. Quality in engineering education, Int. J. Continuing Engineering Education, Vol. 1, No.1, pp. 18-32

Existe la necesidad, para los diferentes departamentos de ingeniería, de declarar y publicar sus objetivos educacionales, con sus calidades respectivas para los diferentes tipos de clientes. Se debe hacer explícito si se quiere brindar fundamentación firme en ciencias básicas, matemáticas y tecnología, para buscar entendimiento de los principios de uno o más campos específicos de la Ingeniería; o si lo que quiere brindar son habilidades especiales; o desarrollar destrezas y habilidades para la solución de problemas, etc. "Se entiende por *conocimientos* la información que una vez ha sido memorizada, puede ser contestada de manera casi automática, cuando es requerida. Los conocimientos se enseñan presentándolos de la manera más apropiada, indicando en donde se puede encontrar la información, enseñando habilidades de estudio y haciendo pruebas frecuentes, en donde se evalúan como correctos o incorrectos"<sup>8</sup>. La fórmula de la ecuación de una recta, es un ejemplo de conocimientos. Un alto porcentaje de la educación impartida, en los programas de ingeniería en Colombia, está basada en conocimientos, de ahí el, a veces usado, calificativo de memorística. El *entendimiento, la comprensión el raciocinio y el análisis* de conceptos requiere un mayor esfuerzo al enseñarlos, porque el estudiante debe entenderlos, analizarlos, digerirlos y ser capaz de utilizarlos creativamente. Algunos piensan que la comprensión no se puede enseñar, sino que ésta debe ser auto-desarrollada por el propio estudiante. Enseñar comprensión y entendimiento, equivale a crear un ambiente rico para el aprendizaje, que incluye ejercicios abundantes, discusiones, aplicaciones, lecturas sobre el tema, seminarios, escritura de artículos y ensayos, preguntas, utilización de los conceptos en nuevos diseños, proyectos, sistematización, etc. La comprensión solo puede inferirse como resultado de aplicación de los conceptos a situaciones nuevas.

La Práctica en la Ingeniería, es la mejor oportunidad para comprobar si los conceptos han sido bien enseñados y por ende comprendidos. "...porque la práctica es algo mucho más complejo, mucho más dinámico. La práctica, es el contacto con la realidad, y la realidad de la ingeniería está por fuera de las aulas...El ingeniero en el mundo laboral aprende haciendo. Si la ingeniería se aprende haciendo, previas unas buenas bases, ¿por qué no empezamos a hacer ese aprendizaje de la ingeniería desde la facultad, en vez de dejarlo hasta cuando el estudiante, llega a la Industria?...¿Qué hacen todos los deportistas?, por la mañana hacen gimnasia y por la tarde practican su deporte; esa es la manera de aprender un deporte; el deporte es un arte también. Nosotros tenemos que aprender el Arte de la Ingeniería y podríamos aprenderlo así: dediquemos un rato a las bases y otro rato, pero desde el principio, desde el primer semestre, a hacer Ingeniería, a hacerla evidente y vivirla"<sup>9</sup>

Las habilidades para hacer cosas específicas, sin necesidad de conocer el proceso mediante el cual se hacen, se enseñan mediante mucha práctica. Por

---

<sup>8</sup> *Ibidem*

<sup>9</sup> SÁNCHEZ G, Jorge. Elementos Propios de la Profesión en los currículos de Ingeniería. Ciclo de Conferencias de la Facultad de Ingeniería. U. Nacional. Bogotá, 1989.

ejemplo, el uso de un determinado paquete de software. Se puede comprobar si se adquirieron las habilidades y destrezas, colocando tareas o ejercicios específicos de aplicación.

Además de la diferenciación que se debe hacer entre conocimientos, habilidades y comprensión de conceptos, se debe tener claridad en que cada rama de la Ciencia tiene su propia didáctica o método de enseñanza. No se puede enseñar Física de la misma manera que se enseña Topografía, y una cosa es enseñar las leyes de la Física, y otra bien distinta, es enseñar a aplicarlas a la solución de problemas. Un alto porcentaje de la mortalidad estudiantil, se debe a que muchos profesores, no discriminan estas simples diferencias: enseñan leyes (conocimiento) y en el mismo examen preguntan su aplicación a la solución de problemas (comprensión), sin haber creado el ambiente adecuado para la comprensión, que se mencionó anteriormente.

El padre Alfonso Borrero, autoridad reconocida en el mundo universitario, nos habla en sus aprenderes, de muchas cosas, que deberán estar presentes en las Misiones de las universidades: "El aprender a ser persona, en gestión continua e indeterminada. El aprender a hacerse en los valores y acervos de la Ciencia, que conlleva y exige creatividad y adaptabilidad racional. El aprender a crear, como desarrollo de la facultad natural del hombre para indagar, imaginar, crear. El aprender a aprender y comprender insinuando métodos conducentes al conocimiento, desarrollando las capacidades humanas hasta su plenitud. El aprender a adaptarse en un mundo cambiante. El aprender a convivir y a conversar con los que nos rodean y con el saber que progresa, a convivir con el cambio, convivencia con el orden y la paz, convivencia con la naturaleza. Aprender a descubrir la trascendencia de los valores que se relacionan con el último fin del hombre y de la sociedad. Es descubrir a Dios, al prójimo, la amistad, la lealtad, la fidelidad, las libertades siempre responsables, el respeto a la vida y a la dignidad humana. El aprender a pensar, como fruto conjuntivo de la labor formativa universitaria, modeladora del entendimiento, de la voluntad y del corazón"<sup>10</sup>.

La universidad del futuro: "Altamente exigente a sus estudiantes, pero altamente patrocinadora de sus esfuerzos de aprender; con enseñanza innovadora que transcurra a la par de la investigación innovadora; la investigación ligada con la enseñanza y con la industria; tendiendo hacia la interdisciplinariedad; haciendo énfasis en las humanidades dentro de la educación de los tecnológicos; desarrollando habilidades para buscar influencia política que propenda por el apoyo a la universidad"<sup>11</sup>.

Pero la *Calidad, comienza y termina con la gente*; son todos los miembros de la comunidad universitaria, los que hacen realizable la *Calidad de la Educa-*

<sup>10</sup> CABAL B, Alfonso S.J. Más allá del currículo. ASCUN, Bogotá, 1989

<sup>11</sup> SCHMITT, R.W., Universities of the future. Int. J. Continuing Engineering Education, Vol. 1, No. 1

*ción. Todas y cada una de las personas, en la universidad deben entender que la Calidad no es una moda, sino una estrategia de supervivencia; que la universidad no puede ser altamente competitiva mientras no se trabaje con Calidad y Productividad. La Calidad total debe ser la fuente de filosofía inagotable, en la que sacien su sed, todos los miembros de la comunidad universitaria.*

## CONCLUSIONES

Las instituciones de educación superior deben buscar su competitividad internacional de la misma forma que lo hace cualquier empresa prestadora de servicios. Descubrir en primer lugar cuál es su mercado, delimitar las franjas con mayores oportunidades y en las cuales se tengan fortalezas. En este proceso, caracterizar los clientes, descubrir sus necesidades y traducirlas a parámetros de calidad. En segundo lugar, tomar conciencia de cuál es la calidad del producto o servicio que se quiere ofrecer. Desarrollar métodos y medidas para la calidad. Esta parte es difícil de cuantificar, pero no es imposible de hacerlo. Tener claro si lo que se quieren enseñar son conocimientos y habilidades, o si lo que se quiere es enseñar a entender, comprender, analizar, raciocinar, esto es a pensar para que el ingeniero a situaciones desconocidas y complejas pueda diseñar, producir e implementar soluciones. De acuerdo al objetivo planteado, seleccionar la didáctica y las técnicas investigativas y docentes apropiadas, para que el servicio que se preste sea de calidad global. En tercer lugar, proporcionar ambientes creativos e innovadores, para enseñar a pensar, utilizando todo tipo de tecnologías, especialmente las más modernas en informática y comunicaciones, para la formación de los profesionales con calidad internacional.

La tarea que le queda a las Universidades Colombianas es larga, compleja, ambiciosa y debe emprenderse de inmediato, si no quieren que les suceda lo que a muchas empresas, por las nuevas condiciones competitivas generadas por la apertura. La Calidad Total es la filosofía de supervivencia que deben adoptar, en el corto plazo.

## **La Educación en Ingeniería para la Competencia en el Siglo XXI**

*Clifford V. Smith, Jr.*

*Presidente -Fundación General Electric*

### **Resumen**

*La Compañía General Electric, con más de 216.000 empleados alrededor del mundo, es una de las más grandes compañías en el mundo. GE es una compañía de tecnología diversificada, de fabricación y de servicios. Puesto que GE contrata entre 1.000 y 2.000 empleados cada año, la mayoría de los cuales son ingenieros, tiene un profundo interés en lo que deberá ser la educación apropiada para el lugar de trabajo del Siglo 21.*

*Este artículo discute el ambiente del negocio en el Siglo 21 y lo que la educación apropiada debe ser para que los nuevos profesionales universitarios puedan hacer una transición suave de la Facultad a su lugar de trabajo.*

*La Fundación GE, el brazo filantrópico de la Compañía General Electric, ha permanecido activa en la educación en ingeniería y ha realizado significativas donaciones a las grandes universidades de los Estados Unidos para que revisen su currículo de pregrado en ingeniería y lo hagan apropiado para el Siglo 21.*

*Se discuten acá los cambios en el currículo de pregrado para ingeniería.*

Estoy encantado de estar con ustedes hoy y de tener la oportunidad de hablarles sobre un aspecto de interés para todos nosotros, que es, la educación de la gente para el Siglo 21.

La General Electric tiene sus comienzos con Thomas A. Edison, quien estableció la compañía Edison Electric Light en 1878. En 1892, la unión de la Edison General Electric y la Thomson -Houston Electric dieron origen a la Compañía General Electric.

Somos una compañía de tecnología diversificada, de fabricación y de servicios con un compromiso de lograr el liderazgo mundial en cada uno de nuestros principales campos de acción: motores para aviones, equipos de transmisión (NBC), equipos eléctricos de distribución, motores eléctricos y sistemas industriales, servicios fundamentales, sistemas de potencia, servicios de información, alumbrado, locomotoras, principales electrodomésticos, sistemas médicos y plásticos. La compañía emplea más de 216.000 personas alrededor del mundo, incluyendo aproximadamente 156.000 en los Estados Unidos. La GE tiene operaciones en más de 100 países del mundo, incluyendo unas 250 plantas de fabricación en diferentes países. Contratamos de 1.000 a 2.000 profesionales al año y del 50 al 60% de estas nuevas contrataciones corresponden a ingenieros. Por lo tanto tenemos un interés fundamental en la forma como ellos están siendo educados.

Voy a tratar de discutir en el día de hoy el ambiente del negocio, como yo lo veo en el Siglo 21 o por lo menos al iniciar el Siglo 21. Esto nos lleva a considerar las cualidades de la fuerza de trabajo que necesitaremos en el futuro y la clase de educación en ingeniería que se considera apropiada.

El ambiente del negocio en el Siglo 21 será de constante innovación y velocidad, con énfasis en la calidad. La cultura corporativa demandará la búsqueda inflexible del aumento en la productividad. Para lograr que esta productividad se incremente, vamos a tener que ofrecer un ambiente en el cual la gente se reúna constituyendo equipos, que deben ser retados, habilitados, excitados y recompensados.

Las barreras geográficas que muchos trabajadores tienen hoy en día deben desaparecer completamente. La gente debe sentirse tan cómoda en Nueva Delhi y Seúl como en Louisville, Kentucky, o en Schenectady, New York. Las compañías del futuro serán, con muy alta probabilidad, compañías sin fronteras. Esto es, no habrá paredes entre las funciones -tales como mercadeo e ingeniería-, y no habrá barreras o separaciones jerárquicas entre la gente. En otras palabras, una compañía sin fronteras es aquella que derriba las paredes que separan a la gente de sus vecinos en el interior y de las organizaciones claves en el exterior.

Larry Bossidy, Presidente y CEO de Allied Signal, indica que "una compañía sin fronteras mira más allá de su estatus, su papel, su nivel organizativo, su función y su localización geográfica -los separadores que se han usado durante años para definir, controlar y organizar nuestro trabajo-. En su lugar, el enfoque

busca penetrar las fronteras -logrando lo mejor posible para que la gente trabaje en búsqueda de metas elevadas-. Las compañías de cualquier tipo necesitan derribar las barreras que evitan que ellas alcancen su máximo potencial”.

Habrán muy pocos mandos medios en la industria. Se predice que el computador hará lo que los mandos medios de Black Death hicieron en el siglo 14 en Europa.

John Opie, vicepresidente de GE, dice “si usted pertenece a los mandos medios y aun así tiene un trabajo, no entre a la oficina de su jefe solo, porque hay solamente dos personas entre él y un vendedor. La tecnología de la información está reemplazando lo demás”.

El ambiente de trabajo del futuro requerirá equipos de trabajo con funciones cruzadas. Será un ambiente en el cual la diversidad cultural será fomentada. Pero aun así, con esta diversidad, tendremos valores comunes. Los valores que se buscan serán la sencillez, la integridad, el enfrentamiento a la realidad, la toma de responsabilidad, el ser contable, la inversión en la educación y la diversidad respectiva.

Tales compañías buscarán empleados que se comprometan con el cambio, tengan un cerebro global, trabajen bien en diversos grupos y tengan un liderazgo potencial. Sobre todo, los empleados necesitarán habilidad para ajustarse y aprender.

El ambiente de trabajo será aun más exigente de lo que es hoy, debido a la economía en la información. Nuestras fuentes fundamentales de riqueza son el conocimiento y las comunicaciones más que los recursos naturales y el trabajo físico. Esta dura competencia afecta la economía global. Si va a sobrevivir en este tipo de atmósfera, usted tiene que ser tan bueno como el mejor en el mundo.

Citemos a Jack Welch, nuestro Presidente y CEO en GE: “Si usted no puede alcanzar una norma universal de calidad al mejor precio del mundo, usted no puede continuar en el juego”. Ram Charan, un consultor prominente de los Estados Unidos dice: “Si usted no es mejor que el mejor en el mundo, usted no va a subsistir”.

Esta clase de condiciones -la necesidad de comunicar, la velocidad a la cual los cambios tienen lugar, el mecanismo incesante para aumentar la productividad y para que la calidad haga el ambiente futuro más áspero, más sólido que cualquier cosa que se haya visto en el pasado. Como alguien dijo “Es una jungla y es mejor que usted sepa cuáles son las técnicas de supervivencia”.

La gente de GE con quienes yo hablo no tienen quejas grandes de los profesionales en ingeniería del presente, desde el punto de vista de su habilidad técnica. Ellos dicen que las facultades de ingeniería deben continuar concentrando en principio el desarrollo en las habilidades técnicas básicas. Esto es algo en lo que nosotros como compañía no tenemos los instrumentos para hacerlo.



Por lo general, encontramos que a los profesionales recién graduados les falta perspectivas en los negocios y conocimiento, o competencia en, o habilidades de liderazgo. Como habilidades de liderazgo quiero mencionar aquellas habilidades requeridas para movilizar recursos a través de especialidades funcionales, introducir nuevas iniciativas y, francamente, hacer que la tecnología llegue hasta el fondo. Esto no es sorprendente y no hay una preocupación inmediata sobre esto en la Compañía, porque creemos que nuestro entrenamiento llena los vacíos, pero muchas compañías no tienen los recursos o la cultura educativa de GE para ofrecer este entrenamiento.

Con la emergencia de una economía mundial, existe una necesidad real de desarrollar conocimientos globales en las mentes de los estudiantes de ingeniería de hoy en día. Las batallas competitivas -y ellas si serán batallas- serán disputadas alrededor del mundo. Los mercados financieros existen hoy en día sin fronteras. Las alianzas, tales como la de GE con SNEGMA, un consorcio francés de motores para jet, establecen su modo de operación. Una compañía multidivisional de propiedad extranjera puede ser por lo tanto un cliente, un socio en la aventura conjunta y un competidor de una firma norteamericana a la vez.

Educar estudiantes para una economía global puede ir desde el simple conocimiento de otras culturas, hasta la competencia en lenguas extranjeras, el aprendizaje de las complejidades de las regulaciones nacionales, los tratados, los requisitos legales y las demandas de agencias internacionales. Algo que debe existir siempre es que los educadores deben trazar una línea e iniciar diligentemente el proceso de educación del conocimiento global.

La ética es un tópico importante debido a que los jóvenes ingenieros asumen posiciones de importancia administrativa creciente y deben enfrentar decisiones que requieren juicios basados en razonamiento ético. Cuando se llega a este punto de toma de decisiones, ellos deben encontrarse conformes con su banco personal de memoria establecido durante sus años estudiantiles -si esto no es antes- con pautas para su conducta ética personal. La ética debe ser una prioridad en la educación.

Quiero también hacer énfasis nuevamente en que los ingenieros del futuro deben tener un trabajo muy cómodo dentro de una sociedad multi-cultural. Ellos deben ser sensitivos a las diversas producciones o simplemente no hacerlas.

Los estudiantes necesitan reconocer que deben tener habilidades para defender y vender las ideas técnicas a la administración y a otros medios semejantes. Ser brillante, buen técnico y motivado no es suficiente. Necesitan habilidades excelentes tanto orales como escritas para tener una carrera exitosa. Cada clase, cada informe, cada prueba y cada reunión con el consejero es una oportunidad para promover las habilidades de comunicación del estudiante. La habilidad para comunicarse efectivamente es esencial si desean ser triunfadores.

Debido al tipo de ambiente en que trabajarán los ingenieros del futuro, la Sociedad Americana para la Educación en Ingeniería patrocinó un proyecto conjunto con el Consejo de Decanos de Ingeniería y la Corporación Mesa Redonda para producir un informe titulado "La Educación en Ingeniería para un Mundo Cambiante". Tuve el privilegio de colaborar en uno de los grupos que se reunió durante un período de tiempo, tratando de determinar qué debería incluirse en este informe. Me gustaría mencionar lo que el informe dice con respecto al tipo de habilidades que el ingeniero del futuro debe tener. En relación con el currículo en ingeniería, el informe dice:

"Mientras que se reconocen y se promueven diversas misiones institucionales y las necesidades cambiantes de la industria, las escuelas de ingeniería deben reexaminar su currículo y sus programas para estar seguras de que ellas preparan estudiantes para el amplio mundo de la ingeniería".

"Este proceso se ha iniciado en la mayoría de facultades de ingeniería y debe ser acelerado con el ánimo de incorporar:

- Habilidades de grupo, incluyendo colaboración y aprendizaje activo,
- Habilidades de comunicación,
- Liderazgo,
- Perspectivas de sistemas,
- Un entendimiento y apreciación de la diversidad de estudiantes, profesores y directivos,
- Una apreciación de diferentes culturas y prácticas comerciales y el entendimiento de que la práctica de la ingeniería ahora es global,
- Integración del conocimiento a través del currículo,
- Una perspectiva multi-disciplinaria,
- Un compromiso con la calidad, la oportunidad y el mejoramiento continuo,
- Investigación de pregrado en experiencias de trabajo en ingeniería,
- Un entendimiento de los impactos sociales, económicos y ambientales en la toma de decisiones en ingeniería, y
- Ética".

Ahora bien, ¿qué tan aplicables son estos cambios recomendados para la ingeniería en otras disciplinas ?

He participado todos los años desde 1990 en las reuniones de una organización llamada Foro en Educación de Altos Negocios. Dos veces al año, un grupo de compañías de 20-plus CEO de Fortune 500 y universidades 20-plus CEO se reúnen para hablar de temas que son comunes a ambas organizacio-

nes. Se me ha permitido participar porque yo soy un antiguo CEO de una gran universidad y represento los esfuerzos en educación externa de GE que, como ustedes saben, no es una compañía pequeña.

En la primavera de 1994, Harold "Red" Poling, un jubilado CEO, Presidente de la Ford Motor Company y Presidente del Foro en Educación de Altos Negocios, estableció un grupo cuya tarea era la función del trabajo y los trabajadores. Le pidió a este grupo hacer un examen de la forma en que estaban preparados los profesionales de las facultades para las demandas del sitio de trabajo moderno. Sus esfuerzos iniciales se concentraron en visitas a compañías conocidas por sus prácticas excelentes de entrenamiento con el propósito de determinar la forma en que los líderes de estas compañías perciben los niveles de habilidad de los nuevos empleados, sus prácticas de entrenamiento en las compañías y el currículo; y la calidad de la preparación en la educación superior para los recién reclutados y sus empleados.

Las principales conclusiones son interesantes y se las voy a indicar:

1. Con muy pocas excepciones, los líderes corporativos están de acuerdo en que las nuevas contrataciones de hoy impresionan académicamente; son tan buenos como los de ayer o quizás mejores.
2. Estos líderes en el negocio seleccionan lo mejor de la producción y consideran que consiguen buena gente.
3. Los líderes corporativos se preocupan menos por la deficiencia en la calidad de la educación superior de los estudiantes que por desarrollar empleados que puedan adaptarse y orientarse en las condiciones de un negocio caracterizado por un cambio dramático.
4. Los líderes corporativos están de acuerdo en que los profesionales graduados son eficientes en un número de áreas, que incluyen el liderazgo y las habilidades en comunicación; la cuantificación de las habilidades, las relaciones interpersonales y la habilidad para trabajar en equipo; el entendimiento necesario para trabajar con una fuerza de trabajo diversa en el país y en el exterior; y la capacidad para adaptarse a un cambio rápido.
5. Varios líderes informan que han reducido el énfasis en contratar profesionales recién graduados en lugar de otros más experimentados.
6. Algunos líderes en los negocios tienen reservas significativas sobre el valor del MBA.

Las entrevistas que se llevaron a cabo para este proyecto tuvieron un tema consistente: Las corporaciones de hoy en día son más modernas y más productivas que las de hace 10 ó 15 años. Son más avanzadas y menos jerárquicas. Se enfocan permanentemente sobre la calidad y la satisfacción del cliente. La preocupación que existe es que los estudiantes de educación superior de hoy no están preparados para este ambiente. Los nuevos empleados no tienen conocimiento del papel de la corporación. No tienen la flexibilidad requerida para trabajar eficientemente en ella. Les faltan las habilidades críticas requeridas en

el sitio de trabajo de hoy en día: escuchar, comunicarse, definir problemas, apoyarse en las habilidades de otros en los equipos y funcionar efectivamente en un ambiente ambiguo, complejo y rápidamente cambiante.

Como ustedes pueden ver, las preocupaciones de la industria Americana son bastante uniformes -tanto si los estudiantes se gradúan en ingeniería o en artes liberales.

La fundación GE ha creado nuevos y excitantes enfoques que requieren cambios en la filosofía, las actitudes, el contenido curricular y la metodología.

Más recientemente, hemos estado muy interesados en ayudar a las principales escuelas de ingeniería de los Estados Unidos en el desarrollo de un currículo adecuado para el Siglo 21. En 1993 completamos una solicitud de propuesta y la enviamos a un grupo selecto de las facultades más destacadas de ingeniería del país. Fuera de este grupo, seleccionamos dos universidades que indicaban con claridad su disposición a hacer grandes cambios en su currículo. Buscábamos instituciones que no tuviesen miedo de re-inventar todo el currículo, si era necesario. No estábamos interesados en encontrar programas que solo tratasen de hacer correcciones marginales. Ultimamente hemos hecho aportes sustanciales a Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, y Union College, Schenectady, New York.

Para dar un sentido real de lo que estas dos instituciones planean hacer, permítanme mencionar las propuestas de la fundación GE.

### **Georgia Tech**

“El proyecto propuesto desarrollará un currículo en desarrollo sostenible y tecnología que comprenda todas las disciplinas de la ingeniería, dentro de un ambiente multi-disciplinario y multi-funcional que incorpore los últimos avances en la ciencia cognoscitiva y la instrucción y aprendizaje con ayuda del computador. El currículo propuesto introducirá grandes cambios, no solo en la forma en que los cursos se diseñan y se desarrollan, sino en la forma en que los estudiantes aprenden y se les enseña dentro de la base de problemas y de casos y el aprendizaje por colaboración y en un ambiente de razonamiento. Es una respuesta directa a la necesidad de educar una nueva generación de profesionales en ingeniería que puedan enfrentar efectivamente los retos del desarrollo económico dentro de un mercado global. Haciendo una diferencia, los ingenieros necesitan estar más informados del mundo en que viven y de los problemas sociales, económicos y ambientales que enfrentarán en un futuro. Necesitan estar más comprometidos en la transferencia de experiencias e incorporar formalmente la planeación ambiental en todas las etapas de desarrollo del proyecto”.

“El nuevo currículo no solo desarrollará y reforzará las habilidades integrales de los estudiantes en cuanto a análisis, síntesis y comprensión contextual de los problemas, sino que también los expondrá a las tecnologías de punta en los diferentes campos de la ingeniería y las implicaciones de la sostenibilidad de

uso. A la vez, los cursos dentro del nuevo currículo utilizarán las tecnologías del estado de arte del computador para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Un enfoque de un "curso dentro de una caja" de multimedia le permitirá a otras organizaciones académicas y profesionales usar los resultados de este proyecto e incorporarlos dentro de sus propios programas".

### **Union College**

"Cada programa de ingeniería en su nivel clásico debe tener sus orígenes en un núcleo educativo general fuerte que está cuidadosa y completamente integrado con el estudio de las ciencias y de la ingeniería".

"No es necesario ni deseable intentar incluir en el currículo básico de ingeniería toda la tecnología que un profesional podría necesitar para iniciar su carrera. Al contrario, los programas de pregrado deben introducir las bases filosóficas de la práctica en ingeniería, inspirar los fundamentos que se encuentran dentro de la ciencia de la ingeniería, ofrecer estos elementos a una práctica adecuada de ingeniería a un nivel inicial o de admisión al de una escuela de graduados y dejar al profesional con el compromiso de realizar un aprendizaje de por vida".

"Cada programa de pregrado en ingeniería, sin tener en cuenta su enfoque global, debe incluir por lo menos una experiencia en la cual los estudiantes trabajen en proyectos abiertos que incluyan no solo un reto significativo para la ingeniería, sino también las consideraciones que sobrepasen los aspectos tradicionales de ingeniería. Tales grupos de proyecto deben incluir estudiantes de disciplinas diferentes a ingeniería y podrían comprometer consideraciones razonables de factores ambientales, éticos, políticos, de salud y de seguridad".

"Cualquier programa de pregrado en ingeniería debería incluir un componente académico o experimental de tipo internacional que permita a los estudiantes involucrarse en una cultura diferente a la propia".

Como ustedes pueden ver, los cambios propuestos son comprensibles y lo que busca el currículo final en ingeniería está aún por determinar. Sin embargo, estos esfuerzos nos motivan a creer que tanto ellos como nosotros estamos orientados en la dirección correcta.

En conclusión, si alguien me pidiera indicar cuál es el propósito de un currículo en ingeniería además de producir un profesional técnicamente competente, yo le contestaría que nosotros debemos tratar de inspirar en el conocimiento del profesional el ambiente del negocio en el cual va a trabajar. Esto se hace mediante un trabajo académico de cursos, seminarios, profesores visitantes y, quizás lo mejor de todo, teniendo un profesorado que posea una experiencia sólida en el mundo de los negocios.

Hasta ahora he estado discutiendo el clima de los negocios que los profesionales en ingeniería encontrarán en el siglo 21. También he mencionado algunas de las características que un profesional en ingeniería debe poseer para

tener éxito, y hemos observado los esfuerzos de algunas universidades para hacer ajustes en sus currículos de ingeniería.

No he mencionado hasta ahora nada sobre el desarrollo profesional. Ningún cambio puede suceder si los profesores no están convencidos de que es necesario cambiar y comenzar a hacer ajustes en el currículo utilizando una tecnología y una pedagogía apropiada. Los profesores deben convertirse en agentes del cambio, jugadores de ese equipo e innovadores, en tal forma que sus esfuerzos para enseñar sean adecuados para el siglo 21. Esto no será fácil. Sin embargo, es absolutamente esencial que esto se haga para que los profesionales en ingeniería estén listos para el mercado mundial del futuro.

0617