



ACOFI

Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería

INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING EDUCATION
ICEE
98 rio

Educación en Ingeniería
Conferencia Internacional

PACOF-60

MNF-1449

Centro de Documentación

PSCOF 60

1449



ACOFI

Conferencia internacional sobre
Educación en Ingeniería
ICEE 98

Conferencia internacional sobre
Educación en Ingeniería
ICEE 98

 **ACOFI**
Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería



**Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería**

Carrera 50 No. 27-70 Edificios Camilo Torres
Bloque C Módulo 7 Of. 301/303/401/404
Teléfonos: 2215438 - 2219898 Fax 2218826
E-mail: 104721.213@compuserve.com
Santafé de Bogotá, D.C. Colombia



FRODA

- Presidente** Ing. Iván Enrique Ramos Calderón
Universidad del Valle
- Consejeros** Ing. Eduardo Silva Sánchez
Escuela Colombiana de Ingeniería - Julio Garavito
Ing. Carlos Cortés Amador
Universidad Nacional de Colombia - Bogotá
Ing. José Tiberio Hernández Peñaloza
Universidad de los Andes
Ing. Javier Páez Saavedra
Universidad del Norte
Ing. Raúl Guerrero Torres
Universidad de Cartagena
Ing. Alvaro Pérez Roldán
Universidad de Antioquia
Ing. Carlos Builes Restrepo
Universidad Pontificia Bolivariana - Medellín
Ing. Roberto Enrique Montoya
Pontificia Universidad Javeriana
- Director Ejecutivo** Ing. Jaime Salazar Contreras
Profesor Titular Universidad Nacional de Colombia - Bogotá

Conferencia internacional sobre educación en ingeniería ICEE 98
ISBN: 958-680-029-6

Santa Fe de Bogotá, D.C. abril de 1999
Impreso en Colombia

Traducción:
Ing. José Manuel Chaparro Castro Msc.

Producción Gráfica
Opciones Gráficas Editores Ltda.
Calle 14 No. 52-31 3er. piso Telsfax 2601643 - 2600162 Santa Fe de Bogotá, D.C. - Colombia

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

1. La Contribución de la Historia a la Educación del Ingeniero
Christine Helena Jarama
Departamento de Ingeniería de Sistemas y Control
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente

2. El Computador en la Educación del Ingeniero
Walter Antonio Díaz, M.C. y M.Ed.
D.M. S. Simoes, D.C., M.C., E.A. Soares, Ph.D.
College of Engineering, State University of Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - RJ - CEP 20550-913

Presentación

Siendo coherentes con la misión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, de propender por el mejoramiento de la calidad de las actividades de docencia, extensión e investigación, ACOFI, se complace en hacer entrega a la comunidad académica universitaria, especialmente a las facultades de ingeniería del país, de la publicación titulada Conferencia internacional sobre Educación en Ingeniería ICEE 98, evento en el que participó la Asociación en el mes de agosto de 1998 en la ciudad de Rio de Janeiro, Brasil. De este evento se seleccionaron las mejores ponencias que allí se presentaron y posteriormente fueron traducidas.

Continuando con la temática de los procesos pedagógicos en el aula, se presentan unas interesantes presentaciones en el modelo del aula para uso WWW en la educación en la ingeniería moderna; varios casos de uso y aplicación de la multimedia y experiencias enriquecedoras en los aspectos de la educación y formación en la ingeniería.

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

*Ing. Jaime Salazar Contreras
Director Ejecutivo*

Tabla de contenido

1. La Contribución de la Historia a la Educación en Ingeniería 1
Christina Helena Barboza
Research Department/Museu de Astronomia e Ciências Afins/CNPq
Rua General Bruce, 586/Rio de Janeiro/RJ/20921-030 - Brasil
2. El computador en la educación en ingeniería: Una experiencia 13
N.N.de Almeida, D.Sc., M.E.M.de Gouvêa, M.C., P.C.G.S.Vellasco, Ph.D.,
D.M.S.Gerscovich, D.C, M.C. F.J. Soeiro, Ph.D., and B.S. Silva Filho, M.Sc.
College of Engineering, State University of Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - RJ - CEP 20550-013
3. Experiencia de Integración Internacional en la University of Oklahoma 23
Helio Santos, Petrobras,
Rio de Janeiro, Brazil, 21949
Jean-Claude Roegiers, Rock Mechanics Institute,
University of Oklahoma, Norman, OK, 73019
4. Ingenieros para el desarrollo rural
Europa y Latinoamérica están en armonía 31
Gilles MARECHAL
AGRENA
Association des Etablissements d'Enseignement Supérieur et de Recherche
Agronomique, agro-alimentaire, horticole et vétérinaire de Rennes, Nantes et Angers.
Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes
65 rue de Saint-Brieuc - 35042 RENNES - FRANCE
5. Un Modelo de Aula para Uso de WWW en la Educación de la
Ingeniería Moderna 43
Ricardo M. Barcia, PhD - Roberto Pacheco, PhD - Leslie C. Paas, BA
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis, SC - Brasil 88040 970
6. Proceso de reingeniería en el Tele-aprendizaje y la Educación a Distancia 51
Dulce Marcia Cruz, MSc.
Fulbright/CAPES Visiting Scholar
College of Communication - CMA 6.118
University of Texas
(512)471-4071 (phone) 471-4077 (fax) - dmcruz@ccwf.cc.utexas.edu
Marialice de Moraes, MA
Doctorate Student
CTC- UFSC - (048) 2317018 (phone) 2334718 - mariali@eps.ufsc.br
Ricardo Miranda Barcia, PhD
Program's Coordinator
Graduate Program in Production Engineering PPGEP
CTC- UFSC - 048) 2317018 (phone) 2334718

7. Un Curso para el Primer Año como Base para la Educación en Ingeniería 65
Kenneth A. Solen y John N. Harb
Department of Chemical Engineering,
Brigham Young University,
Provo, Utah 84602
8. Tutores multimedia para ciencias e ingeniería 75
 Beverly Park Woolf, Corrado Poli**, Ian Grosse**, Roberta Day***
 * Center for Knowledge Communication
 Department of Computer Science - bev@cs.umass.edu
 **Department of Mechanical and Industrial Engineering - poli/grosse@ecs.umass.edu
 ***Department of Chemistry - rday@chem.umass.edu
 University of Massachusetts, Amherst, MA 01003
9. Cómo modernizar la enseñanza en las universidades técnicas 85
Professor Jindřich CIGANEK, CSc. - Decano
Facultad de Ingeniería Civil,
V_ B- Technical University of Ostrava,
708 33 OSTRAVA, Czech Republic - e-mail: Jindrich.Ciganek@vsb.cz
Ing. Zdeněk OSNER, CSc. Director General,
ENERGIE Kladno, ENERGIE Kladno, a.s.
Vasí ékova 3081, 272 04 KLDNO 4, Czech Republic
10. Tendencias en la Educación en Ingeniería - Una perspectiva Internacional 95
F. A. Kulacki, Executive Director
Technology-Based Engineering Education Consortium
Department of Mechanical Engineering, University of Minnesota
Minneapolis, Minnesota 55455 USA
E. R. Krueger, President
Krueger and Associates
Bend, Oregon, USA
11. Tendencias en la Educación en Ingeniería en España:
 Impulso hacia el Futuro 107
 Enrique Ballester - Ana Gimeno - Justo Nieto - Luis M. Sánchez-Ruiz
 Universidad Politécnica de Valencia
12. Educación Técnica de Ingenieros en el Contexto de las Tecnologías
 Multimedia de los Computadores 119
Vladimir Strakos and Vladimir Kebo
Institute of Economics and Control Systems
V_B-Technical University of Ostrava
17. listopadu 15, OSTRAVA-Poruba
Czech Republic, 708 33
13. El Consorcio Iberoamericano de Ciencia y Educación Tecnológica (ISTEC):
 La Aproximación de Iniciativas para la Ciencia y la Educación Tecnológica,
 la Investigación y el Desarrollo 133
Ramiro Jordán and L. Howard Pollard
Department of Electrical and Computer Engineering
University of New Mexico (Albuquerque, NM, USA)
Roberto Lotufo

Faculdade de Engenharia Elétrica - Universidade Estadual de Campinas (Campinas, Brazil)

Marisa De Giusti

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Plata (La Plata, Argentina)

Domingo Docampo

Departamento de las Tecnologías de las Comunicaciones - Universidad de Vigo (Vigo, España)

Francisco Viveros

Facultad de Ingeniería - Pontificia Universidad Javeriana (Santafé de Bogotá, Colombia)

14. Experiencias en el Uso de Nuevas Tecnologías en la Educación en Ingeniería .. 145

Philip J. Morris y Lyle N. Long

Department of Aerospace Engineering

Penn State University

233 Hammond Building

Victor W. Sparrow

Graduate Program in Acoustics

Penn State University

157 Hammond Building

University Park, PA 16802 USA

15. Requerimientos de Experimentación en Tiempo-Real en Internet 161

Ch. Salzmann¹, H. A. Latchman¹, D. Gillet² y O. D. Crisalle³

¹Electrical and Computer Engineering Department - University of Florida

Gainesville, Florida 32611-6005 USA

²Institut d'Automatique

École Polytechnique Fédérale de Lausanne

(Swiss Federal Institute of Technology)

CH-1015 Lausanne Switzerland

³Chemical Engineering Department - University of Florida

Gainesville, Florida 32611-6005 USA

16. Un modelo basado en la práctica para la educación continuada en ingeniería ... 181

Prof. Dr.-Ing. Walter E. Theuerkauf

University Hildesheim - Alemania

17. El Currículo Integrado del Primer Año Académico en Texas A&M University 197

César O. Malavé

Department of Industrial Engineering

Dwight Look College of Engineering

Karan L. Watson

Associate Dean for Academic Programs

Dwight Look College of Engineering

Texas A&M University - College Station, Texas 77843

18. MathMedia - Matemáticas y Multimedia

Nuevas Tecnologías para Enseñanza y Aprendizaje -

Cursos Básicos de Matemáticas para Ingeniería 215

Geovan Tavares; Helio Lopes; Marcos Craizer;

Sinesio Pesco; Jaci Malta; Luis Nonato

{geovan, helio, craizer, sinesio, malta, nonato}@mat.puc-rio.br

Departamento de Matemáticas - <http://www.mat.puc-rio.br>

Universidade Pontificia Católica, Rio de Janeiro, Brasil - <http://www.puc-rio.br>

La Contribución de la Historia a la Educación en Ingeniería

Christina Helena Barboza

Research Department/Museu de Astronomia e Ciências Afins/CNPq

Rua General Bruce, 586/Rio de Janeiro/RJ/20921-030

Brasil

Compendio

Este artículo intenta dar a conocer la experiencia de introducir la disciplina Historia de la Ciencia y la Tecnología en un curso de pregrado de ingeniería y una propuesta para transformarla en tal forma que puede ayudar a los futuros ingenieros a enfrentar los retos propuestos por el actual momento del capitalismo, usualmente denominado globalización. La disciplina fue ofrecida al Departamento de Ingeniería Náutica de la Universidad Federal de Río de Janeiro entre 1996 y 1997. La propuesta es el producto de algunas reflexiones de esta experiencia.

1. Comentarios introductorios

Antes de entrar en el tema de este artículo, me gustaría hacer algunos comentarios. Suena extraño traer reflexiones acerca de una disciplina tal como la Historia en esta Conferencia de Educación en Ingeniería, en un momento en que las demandas de un mercado global parecen oprimir a los profesionales, cuyo trabajo por definición los lanza a una competencia permanente. La actitud serena de este contexto, al menos en lo que tiene que ver con la educación de pregrado dada a los futuros ingenieros, debería señalar otro camino, en la dirección de un enfoque más especializado y la tecnología. Creo que esta no es la única dirección posible. Más que eso, estoy convencida de que necesariamente no es la forma más fácil ni la mejor para lo que estamos acá: preparar nuestros

estudiantes para enfrentar los enormes retos que ellos encuentran al egresar de la universidad. En este artículo pretendo mostrar mi opinión y qué es exactamente lo que quiero decir por Historia aplicada a la Educación en Ingeniería y si lo logro alcanzaré la meta. Un último comentario: no es inútil observar que muchos profesores y alumnos en nuestras universidades comparten el mismo punto de vista y aunque permanecen aislados en uno u otro departamento de ingeniería, están tratando de poner sus ideas en acción. Algunos de ellos me han ayudado con sus críticas y sugerencias y me gusta decir que estoy muy agradecida con esta contribución.

2. Historia aplicada a la Educación en Ingeniería

Este artículo es el resultado de una corta experiencia en la enseñanza de la disciplina Historia de la Ciencia en un curso de pregrado de Ingeniería Náutica en la Universidad Federal de Río de Janeiro. En este sentido, se brindará simultáneamente una descripción de algunas actividades que se efectuaron realmente y una propuesta de otras que no se han hecho. A pesar del nombre de disciplina y debido a la naturaleza libre de su patrón, se ha dividido en dos partes, la primera dedicada propiamente a la Historia de la Ciencia y la segunda a la Historia de la Tecnología. Se debe decir brevemente que ha habido una asimetría general y desafortunada en cuanto a la Historia de la Ciencia y la Historia de la Tecnología, explicada parcialmente por la disponibilidad amplia de Literatura para la primera [1]. Aun cuando volveremos sobre este resultado, me gustaría hacer notar que considero esencial hacer un esfuerzo para cambiar este sesgo, aun cuando yo no podría hacerlo en forma absoluta.

2.1 Historia de la Ciencia

El punto de partida para conformar la primera mitad de la disciplina se fundamenta en las múltiples quejas de los profesores y los estudiantes sobre la gran dificultad que ellos tenían para entender algunos conceptos científicos básicos de la física. Puesto que lo anterior no estaba dentro de ningún curso de la Ingeniería Náutica, estos conceptos fueron restringidos principalmente al dominio de la Mecánica, pero naturalmente este no sería el caso, por ejemplo, en una disciplina dictada en el Departamento de Ingeniería Eléctrica. El método dispuesto para ayudar a los estudiantes a vencer estas dificultades fue ofrecerles una cierta perspectiva histórica, que conlleva algunas ligeras objeciones

que se presentaron en la época en que los conceptos fueron presentados por primera vez, así como los argumentos que los científicos utilizaron eventualmente para apoyar sus ideas. Finalmente, el enfoque seleccionado fue sacado de la práctica de los cursos de pregrado en ciencias sociales, con sus técnicas específicas. A continuación veremos con más detalles cada uno de estos tópicos.

2.1.1 Los Conceptos

Primero, los conceptos. Creo que no es necesario justificar en este foro la selección de algunos conceptos de Mecánica, tales como fuerza, movimiento, materia, espacio y tiempo. El mismo Newton los señaló dentro del papel central en su explicación del sistema mundial en el tercer tomo de Principia Mathematica. Más sin embargo, él fue el primero en admitir que ellos no eran fáciles de entender, no sólo debido a los conceptos matemáticos involucrados, sino también a los prejuicios inherentes tanto del pasado como del sentido común. El sentido común, como lo anotó el historiador francés Alexandre Koyré está sobre todo lo Aristotélico [2]. Aun cuando no estoy completamente de acuerdo con él, ésta afirmación fue considerada clave para vencer la dificultad con algunos estudiantes, aun cuando aquellos que provienen de los mejores colegios dejan el mundo de su experiencia diaria y entran al mundo de la Física. De acuerdo con esto, una alternativa para resolver este problema se encontró en la Historia, haciendo explícitas las diferentes formas de comprensión a través de las controversias que los llevan a la época de Newton.

No intento perder mucho tiempo dando ejemplos, pero uno o dos podrían ser útiles. El concepto moderno de movimiento, por ejemplo, que parece tan natural hoy en día. Movimiento, definido por Newton, es el transporte de un cuerpo de un lugar a otro y por supuesto, puede ser relativo o absoluto, dependiendo de aquello que denominamos referencial. En efecto, toda una parte de la mecánica se dedica únicamente a este estudio, pero la definición no es tan obvia y esto es mucho más verdadero que la presentada hace casi 200 años, después de la aparición de algunos de los más grandes genios de la humanidad. Podemos encontrar muchas razones para explicar esta brecha enorme, incluyendo otras más profundas - la oscuridad de la religión - pero, los historiadores de todo el mundo continúan buscando más. No estoy interesada en señalar la definición de movimiento que fue totalmente aceptada hasta el siglo 17 cuando Newton y Galileo comenzaron a profundizarla. En forma breve, aun cuando se ajustó a algunos intereses de la Iglesia Católica, debemos la definición a los Griegos, particularmente a Aristóteles.

Aristóteles en sus trabajos, trató de ensamblar el conocimiento sobre todo lo que hay en el mundo. En consecuencia su Física, estuvo fuertemente basada en la Biología y este es por qué, para él, todos los movimientos naturales tuvieron un carácter desarrollista y teológico. En otras palabras, cuando una piedra se mueve, este movimiento no debería estar restringido a un desplazamiento, porque mientras tanto la piedra también se transforma hacia un fin definido. En cierto sentido, este proceso es similar al cambio de la bellota dentro de un alcornoque y es posible establecer que la piedra es más real cuando se aproxima a su lugar apropiado en el mundo, esto es el centro de la tierra.

Siempre podremos decir que este punto de vista es ridículo y recordar el hecho que, a pesar de cualquier parecido superficial, una piedra no es una nuez, pues este último es un objeto vivo, más no el primero. Hablaremos de esto en un momento. Antes que nada, me gustaría hacer una distinción crítica del pensamiento aristotélico, entre los movimientos naturales, donde los objetos se pueden mover en la dirección apropiada sin la acción de fuerzas externas y aquellos denominados movimientos violentos, donde se requiere una fuerza para mover el objeto contra su tendencia natural.

Esto nos lleva a otro concepto básico en Física: el concepto de fuerza. Sorprendentemente, Newton no fue tan sincero como nosotros podríamos haber esperado. De acuerdo a su definición, fuerza es cualquier acción externa que hace que un cuerpo no se mueva exactamente, sino que cambie su movimiento. Pero a la vez, fuerza es también la acción que atrae un cuerpo al centro de la tierra. Como podemos ver, Newton estaba tratando de demoler algunas distinciones establecidas por Aristóteles, tal como la distinción entre movimientos naturales y violentos que mencionamos antes, o entre los movimientos en los Cielos y en la Tierra, en tal forma que la fuerza se coloca como el núcleo de todas las clases de movimientos que realmente pueden ser encontrados en el universo. Una prueba de su extraordinario talento es el hecho de que él ha tenido más éxito, que cualquier otro filósofo moderno anterior, explicando por lo menos dos resultados nunca completamente superados por Aristóteles y sus seguidores: el recorrido de una flecha sobre la tierra y aquel de los planetas en el firmamento. Pero esto no debe escondernos de la laxitud de su definición de fuerza ni del vacío que hay en sus denominadas «leyes». El mismo Newton advirtió en su libro que él solamente estaba interesado en dar una noción matemática de fuerza, en especial la fuerza gravitacional, sin considerar su causa física. El proclamó «no invento hipótesis».

Entonces no nos sorprende que muchos estudiantes puedan difícilmente tener un entendimiento físico de los símbolos y fórmulas que ellos manipulan. En el caso de los conceptos modernos de movimiento y fuerza, como podemos ver, ellos tenían su significado desde su nacimiento por encima de la geometría y las matemáticas. En realidad, el reconocimiento de una superioridad en matemáticas no fue nuevo en el siglo 17. Es muy bien sabido que los filósofos modernos de aquellos años se orientaron hacia los Griegos para dar legitimidad a su práctica, citando el dictado de Platón que «el mundo fue escrito en letras matemáticas». Lo realmente nuevo fue su intento en dar precisión de matemáticas al mundo de los artefactos y cuando nosotros leemos las palabras de Newton en la Introducción de Principia Mathematica su cautela sobre las posibilidades prácticas de la mecánica parece asombrosa.

2.1.2 Las objeciones

Pero la fama de las matemáticas tuvo otras consecuencias y produjo muchas objeciones en esa época. Por ejemplo, en la definición de movimiento propuesta en un principio por Galileo, aun cuando nosotros no estamos enterados del hecho, hay una condición para que esto suceda. El espacio alrededor del cuerpo que se mueve tiene que ser absolutamente infinito y vacío, precisamente como el espacio abstracto de la geometría. Solo en este tipo de espacio se puede concebir un movimiento como traslación, esto es, un movimiento que no afecte el cuerpo, sin importar a donde se dirige, porque solamente en el infinito absoluto no hay centro, ni hay arriba, ni hay abajo. Todos conocemos la resistencia de los Aristotélicos contra la noción de infinito, lo que no es hasta hoy en día una simple idea sacada del mundo de la geometría. La noción de vacío tampoco es tan simple. Por ahora, el aspecto importante a destacar es que aquellas complejidades nos ayudan a entender por qué es intuitivo para algunos estudiantes contestar que una piedra más pesada cae más rápido que una piedra más liviana, aun en un ambiente sin fricción. Todos vivimos en un mundo donde las piedras son objetos pasivos, que no tienen ningún propósito en sus movimientos y la gente educada aprende en el colegio que las piedras caen únicamente porque están sometidas a la misma fuerza externa, denominada gravitación. Pero la idea de que cada caída libre es un movimiento único hasta un centro de un pedazo de materia, es a veces más fuerte que todo lo demás.

Para la gente que vivió en el siglo 17, la concepción matemática de espacio había planteado otro tipo de problema. No mencionaremos aquí todos los pasos cubiertos desde

Copérnico antes de que nuestro mundo pudiera tener contacto con las fronteras físicas. En su lugar, prefiero recordar la importancia de los experimentos de Boyle con su bomba de aire, cuando pudo mostrar la posibilidad de existencia en naturaleza no exactamente de un vacío absoluto, sino de un vacío operativo. Newton se había referido a estos experimentos y agradeció los esfuerzos de sus colegas en la Real Sociedad.

En efecto, sobre los hombros de Boyle y de otros gigantes como Galileo y Copérnico, Newton había sido el primero en visualizar, sin lugar a dudas, un infinito y un universo vacío, donde la tierra y los humanos no son más que polvo. Esto fue un reto para los aristotélicos quienes tenían la creencia de un Cosmos finito y centrado en la tierra; pero, también fue un reto para algunos de los denominados filósofos modernos, tal como muchos seguidores de Descartes, cuya teoría corpuscular, fue ampliamente aceptada en ese momento en el Continente. Ellos argumentaban que con su definición de gravitación como una fuerza que podía atraer cuerpos distantes a través del vacío del universo, sin explicación física consistente, Newton en efecto volvió a introducir una clase de «potencia activa» en los objetos que no estaban vivos. Para estos filósofos mecánicos, dentro de la cuenta material de todo el fenómeno, la interacción de los cuerpos sin la mediación de algo fue simplemente ininteligible.

Para entender la objeción presentada contra el concepto Newtoniano de fuerza dentro de la atracción gravitacional, el historiador americano Steven Shapin, en un reciente libro, se refiere a la metáfora comúnmente usada por los filósofos modernos, incluyendo a Boyle y a Descartes, para describir la naturaleza en contraste con la visión Aristotélica tradicional: el reloj [3]. Este artefacto, una novedad relativa en el siglo 17, en verdad muy popular, fue visto como un sistema complejo que, aun cuando inanimado, podía ejecutar las intenciones planeadas por su diseñador. Por otra parte, el movimiento de sus componentes tenía la ventaja de ser un ejemplo de uniformidad e regularidad. Estas características hicieron que el reloj fuera completamente inteligible y predicable, tal como era la naturaleza. Dios había creado una máquina similar al mundo, para estar de acuerdo con los filósofos mecánicos aun cuando no era posible explicar en forma concluyente ciertos fenómenos, se podría requerir de otros recursos diferentes a la materia y el movimiento para tener un conocimiento apropiado de él.

2.2 Historia de la Tecnología

Esta visión de la naturaleza como máquina se tomó como punto de partida para la segunda mitad de la disciplina, dedicada a la Historia de la Tecnología. En realidad, hay un fuerte consenso entre los diferentes autores contemporáneos de que el siglo 17 de la revolución científica representó un paso fundamental en el desarrollo de la tecnología en las sociedades occidentales, aun cuando todavía hay muchas divergencias en la definición de las características que fueron más decisivas. En este sentido, me gustaría hacer acá algunas reflexiones sobre la tecnología en las sociedades modernas, lo cual sería útil para los estudiantes de ingeniería. Nuestra preocupación en esta parte de la disciplina, es la falta de conocimiento mostrada por algunos de los que inician su carrera profesional sobre el principal objetivo de la selección que han efectuado y nuestro método, una vez más, se encuentra en la Historia.

2.2.1 Los Orígenes de la Tecnología

Una convicción del mandato perentorio de usar el conocimiento para controlar la naturaleza se presentó en los inicios del siglo 17 con los trabajos de Francis Bacon y muchos de los escritos de los filósofos modernos que le precedieron. Nos sorprende que ello fue justificado desde el punto de vista religioso, con la idea bíblica de que la humanidad había perdido el poder por la caída de los dones concedidos en el Jardín del Edén y la creencia de que a la filosofía mecánica se le había asignado el trabajo de cambiar substancialmente esta situación. Sin embargo, cuando aquellos hombres indicaron que el conocimiento debería ser puesto bajo los intereses mundanos de la humanidad, ellos estaban tomando simultáneamente esta responsabilidad de la Iglesia Católica, que reclamaba hasta entonces el monopolio y dejaba una puerta abierta al patronato de la aristocracia y de los reyes. En efecto, hasta su muerte, Galileo tuvo el apoyo económico de la familia Medici, quienes a la vez contribuyeron a la creación de la Accademia del Cimento, mientras que la Royal Society, a la cual Newton estuvo ligada durante toda su vida, recibió alguna protección de los Stuarts.

A pesar del optimismo inicial de Bacon y de todos los esfuerzos que hizo, aquellos científicos en ciernes no ofrecieron nada diferente al prestigio de sus patrones. En el siglo 17, el significativo avance técnico que podría haber demandado algún conocimiento de la Mecánica, tuvo dos campos de acción, el militar y los viajes marítimos. Pero estos avances

fueron producidos por una comunidad creciente de artesanos. De todas maneras, la primera conclusión importante que nosotros sacamos es que desde un comienzo no hubo algo diferente a una «ciencia pura y desinteresada». Bacon, Galileo, Descartes, Newton y Pascal estuvieron igualmente preocupados con el uso de sus teorías. Por otra parte, puede haber una distancia entre la retórica de los científicos y su traducción en la realidad. Como se sabe, la emergencia de un sistema científico militar y/o industrial es un logro que se alcanzó en el siglo 19.

2.2.2 El Desarrollo de la Tecnología

El impulso requerido para poner las intenciones prácticas de los científicos en acción fue económico: el desarrollo del capitalismo. Ya he mencionado aquí que la literatura sobre la Historia de la Tecnología no es tan rica como la de la Historia de la Ciencia. Es el momento de añadir que la mejor literatura disponible hoy en día se enfoca al análisis económico, que ciertamente refleja el papel de las fuerzas económicas capitalistas en la formación de la tecnología [4]. De acuerdo a ello, los ingenieros, más que otros profesionales, están pendientes del hecho de cualquier enfoque serio de la historia del capitalismo en los dos últimos siglos, y especialmente en nuestro siglo, en cuanto tiene que ver con el progreso tecnológico. Sin perder el punto de vista de la interdependencia, considero que esto podría ayudar a establecer unas pocas distinciones conceptuales. Unas de nuestras pautas en esta dirección podría ser el mismo Marx, un autor bastante pasado de moda en nuestros días, quien fue muy agudo para entender en toda su profundidad la revolución que le rodeaba y que nosotros ahora sabemos que solo fue el comienzo [5].

La primera distinción nos regresa al siglo 17, donde se conservan las raíces del conocimiento científico. En este sentido, muchos historiadores habían señalado la exactitud como una característica particular de la filosofía mecánica que hizo posible la unión potencial entre la ciencia y la tecnología. Como consecuencia, en este tipo de definición, la tecnología nació separada de algo similar que es la técnica (del Griego techné). Cuando se lee con caracteres económicos, esta diferencia nos lleva a la historia de la producción a través del desarrollo del capitalismo y nos induce a la gigantesca brecha entre una herramienta y una máquina o entre una fábrica y una moderna industria. En una industria, el operador de la herramienta no es un hombre, como lo es en una fábrica, sino una máquina - algo así como si en un reloj los engranajes fueran responsables de mover las manos. Además, una máquina es un sistema complejo capaz de poner en acción muchas

herramientas en forma simultánea. El resultado acá no es la fuente de energía, sino la uniformidad y regularidad con que se fabrican los bienes de consumo, puesto que desde esta perspectiva, aun el más experto artesano no se puede comparar con la máquina «auto-activa».

La segunda distinción está entre los conceptos similares de invento e innovación, y en este caso algunos historiadores tradicionales han contribuido a crear interpretaciones falsas, dando una apariencia científica a uno de los mitos más ampliamente difundidos en la historia del progreso tecnológico. Estoy pensando en el inventor solitario, cuya misma existencia es una sobresimplificación, sin correspondencia con la realidad, aun cuando en los inicios del siglo 19, James Watt y Thomas Edison, por ejemplo, habían desarrollado sus proyectos en asociación con los industriales, se encontraban muy preocupados sobre la viabilidad económica de sus inventos. Una palabra clave en esto es difusión» y el número de inventos que se han dejado abandonados en las oficinas de patentes en todo el mundo puede confirmar su importancia. En realidad, hay una atención creciente entre los autores contemporáneos hacia la difusión tecnológica, a través de lo que se llama el «modelo umbral», esto es, la búsqueda por las últimas mejoras o los cambios ambientales que podrían explicar la adopción de una nueva tecnología. Otro caso de tecnología exitosa es el sugerido por el historiador americano Thomas Hughes, por medio del concepto de «saliente en reversa» [6]. Para él, quien en particular estudió el desarrollo de un sistema eléctrico en Estados Unidos, el progreso tecnológico en las sociedades modernas ha estado sobre el resultado de todos los esfuerzos concentrados de los científicos e ingenieros para vencer estos componentes ineficientes o no rentables encontrados en las tecnologías previas. En palabras del famoso Edison: «los inventos son en un 99 por ciento transpiración y en un 1 por ciento inspiración».

La suposición de que las consideraciones sobre costos y utilidades juegan un papel decisivo en la selección de los científicos e ingenieros, no implica que la economía es el único factor que tiene que ver con el progreso tecnológico. En un artículo clásico, Langdon Winner argumenta que los artefactos no son neutrales, como nuestro sentido común nos lo indica hoy en día [7]. En efecto, sabemos que una tecnología puede causar bienestar o daño, pero estamos convencidos que estas consecuencias se deben a lo que la gente decide sobre sus usos y no sobre los mismos objetos. A pesar de todo, Winner mostró que algunas innovaciones tecnológicas se pueden determinar mediante consideraciones políticas y sociales en forma flexible - por ejemplo, el desarrollo de una nueva máquina bien puede aumentar la producción o provocar una huelga, tal como Marx nos lo recuerda.

Pero en otras ocasiones, las innovaciones tecnológicas pueden tener características políticas o sociales inherentes, que no pueden ser fácilmente cambiadas en un contexto diferente. Un bien conocido ejemplo nos lo suministra la bomba atómica, que tiene propiedades letales, y otro menos obvio es el de las plantas nucleares, que solo pueden ser construidas dentro de un sistema político fuertemente centralizado. Podríamos mencionar otros en la historia de la tecnología. La conclusión que me gustaría presentarles acá es casi una paradoja. Las tecnologías forman las sociedades, hoy más que nunca, dentro de las redes militares, industriales y científicas en que vivimos. Pero esto no significa un determinismo tecnológico, esto es, la creencia de que todo el proceso tecnológico es el resultado de un tipo de dinámica interna. En este sentido, lo más importante para los ingenieros del futuro es estar alerta de su poder cuando ellos estén formando nuevas tecnologías.

3. Enfoque de los Estudiantes de Ingeniería

Antes de finalizar este artículo, me gustaría hacer un último comentario. Mencioné antes que para aproximarnos a la Historia de la Ciencia y la Tecnología deberíamos partir de los cursos de pregrado de ciencias sociales. Quiero hacer esto más claro y la vez justificarlo. En las ciencias sociales en general, además de las charlas del profesor, es común asignar lecturas a los estudiantes, en el caso específico de historia, así como en los de literatura secundaria y aquellos que nosotros denominamos recursos primarios, frecuentemente seguidas por discusiones en el aula. Aun cuando dentro de un curso de Ingeniería, una disciplina de Historia de la Ciencia podría hacerse en esta misma forma, adaptada a su propio panorama dentro de las disciplinas del programa. Es algo muy similar a lo que sucede en las ciencias exactas, donde aprender significa poder resolver problemas prácticos, mientras que en las ciencias sociales la comprensión significa llegar a estar por encima de un participante crítico en este mundo.

4. Referencias

- 1) Pinch, T. & Bijker, W., «The Social Construction of Facts and Artifacts; or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might benefit each other», In: Bijker, W., Hughes, T. & Pinch, T. (eds) The Social Construction of Technological Systems, London, Cambridge: The MIT Press, 1990, pp. 17 - 50.
- 2) Koyré, A., Études Newtoniennes, Paris: Gallimard, 1968.
- 3) Shapin, S., The Scientific Revolution, Chicago, London: The University of Chicago Press, 1996.
- 4) Rosenberg, N., «Views of Technical Progress», In: Inside the Black Box; Technology and Economics, Cambridge: Cambridge University Press, 1982, pp. 1 -51.
- 5) Marx, K., «Maquinaria e Grande Indústria», In: O Capital, São Paulo: Abril Cultural, 1984, Vol. I, t. 2, pp. 7 - 102
- 6) Hughes, T., «Edison and Electric Light», In: MacKenzie, D. & Wajcman, J. (eds) The Social Shaping of Technology, Philadelphia: Open University Press, 1993, pp. 39 - 52.
- 7) Winner, L., «Do Artifacts have Politics?», In: MacKenzie, D. & Wajcman, J. (eds) The Social Shaping of Technology, Philadelphia: Open University Press, 1993, pp. 26 - 38.

El computador en la educación en ingeniería: Una experiencia

*N.N.de Almeida, D.Sc., M.E.M.de Gouvêa, M.C., P.C.G.S.Velasco, Ph.D.,
D.M.S.Gerscovich, D.C, M.C. F.J. Soeiro, Ph.D., and B.S. Silva Filho, M.Sc.*

College of Engineering, State University of Rio de Janeiro

Rio de Janeiro - RJ - CEP 20550-013

COMPENDIO

No hace mucho tiempo que la Facultad de Ingeniería de la Universidad Estatal de Río de Janeiro (UERJ), tenía unos limitados recursos computacionales. Los computadores disponibles estaban concentrados en el Departamento de las Ciencias de Computación. Aun cuando ellos estaban a disposición para todos los estudiantes de ingeniería, solo unos pocos de los demás departamentos utilizaban las máquinas. Usaban el software de propósito general tal como los procesadores de palabras y las hojas de cálculo. En otras palabras, el computador no se usaba como una herramienta de diseño.

Todo comenzó a cambiar cuando la Facultad de Ingeniería obtuvo fondos de un programa para la modernización de la educación en ingeniería (REENGE) patrocinado por el gobierno federal. Se recibieron varios computadores personales y en lugar de concentrarlos en un gran laboratorio, se crearon pequeños laboratorios vinculados a los diferentes programas de ingeniería. Eso fue hace casi dos años y los resultados promisorios de esta decisión han funcionado como una nueva motivación para estudiantes y profesores. Un ejemplo claro de este cambio se observa en los proyectos finales de grado que han sido desarrollados, utilizando software como AutoCad, Matlab, MathCad, ANSYS y muchos otros.

Este artículo describe la experiencia mencionada anteriormente y a la vez muestra los planes para continuar el proceso de modernización de la educación en ingeniería. El siguiente paso es dar al estudiante la oportunidad de practicar o construir el modelo real sobre el cual ha aprendido la teoría y ha efectuado la simulación en el computador en lo que se llama poner en obra el proyecto. Esto requiere la existencia de buenos laboratorios y asociaciones con las industrias y otras instituciones de ingeniería.

Introducción

Este artículo describe brevemente la evolución histórica de las facilidades computacionales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Estatal de Río de Janeiro, UERJ. Esta evolución no está únicamente conectada al desarrollo de los sistemas computacionales, sino que también tiene una relación estrecha con la creación y desarrollo de la universidad.

El principal objetivo de la presentación de este artículo es la descripción de nuevas metodologías utilizadas en los Laboratorios Computacionales. Estas metodologías buscan la modernización y reestructuración de las técnicas de enseñanza/aprendizaje con base en el trípode: teoría, simulación y experimentación. A manera de ejemplo se presenta la descripción de un proyecto desarrollado en el Laboratorio Computacional de Ingeniería Civil.

Historia

La universidad Estatal de Río de Janeiro (UERJ) tiene una historia muy peculiar en su área computacional. En 1974, cuando el anterior Estado de Guanabara y el Estado de Río de Janeiro estaban unidos, la UERJ tenía algunas de sus facultades en la vecindad de São Cristóvão y otras en Maracanã. En particular, la Facultad de Ingeniería, con sus laboratorios y biblioteca, estaba localizada en São Cristóvão. Sin embargo, los cursos básicos del programa de Ingeniería, incluyendo ciencias básicas de computación, se ofrecían en Maracanã.

En 1997 se inauguró el João Lira Filho Pavilion localizado en el nuevo campus universitario Negrão de Lima. Las diferentes Facultades del Centro de Educación y Humanidades y

del Centro de Ciencias Sociales fueron transferidas a este edificio. Durante este periodo, el Centro de Computación de la UERJ fue absorbido por la nueva Compañía de Procesamiento de Datos de Río de Janeiro (PRODERJ). A pesar de que el PRODERJ estaba localizado en el mismo edificio, prestaba servicios a otras compañías del Estado y a algunas secretarías con el mismo nivel de prioridad dado a la UERJ. Este hecho distanció prácticamente a la UERJ de las herramientas computacionales disponibles en ese momento.

Al comienzo de los años ochenta, con la consolidación de sus cursos en el Campus de Maracanã, las demandas para uso computacional, administrativo y académico se intensificaron y el PRODERJ creó un centro de apoyo computacional para estudiantes y profesores. En la práctica, esta iniciativa se puede resumir como un acceso para correr programas en FORTRAN a través de tarjetas de información y unos pocos terminales.

En 1983, la Facultad de Ingeniería también fue transferida al Campus de Maracanã, con excepción de los laboratorios de ingeniería mecánica y civil. Por la misma época, la Universidad se encontraba preocupada por la brecha tecnológica y la dependencia del PRODERJ e instaló un ambiente computacional centralizado IBM 4341 con 3,270 terminales a través de una asociación con IBM y PRODERJ. Esta medida mejoró inmediatamente el curso Introducción al Procesamiento de Datos, el cual es parte fundamental del ciclo de ingeniería. Sin embargo, la centralización computacional no permitía nuevos mejoramientos en las metodologías de enseñanza que se estaban implementando en otros cursos de ingeniería.

La evolución y la consiguiente migración de sistemas computacionales centralizados hacia el uso de computadores personales (PCs) han afectado significativamente el ambiente computacional de la Facultad de Ingeniería. A fines de los ochenta, la Facultad de Ingeniería ya poseía unos pocos PCs, los cuales permitieron disminuir la dependencia del PRODERJ. Como los recursos computacionales eran escasos, la Facultad de Ingeniería creó un centro computacional centralizado a pesar de la gran demanda de todos sus departamentos.

En 1991, la administración central de la UERJ comenzó a invertir en computadores personales y en la expansión del uso de terminales IBM. Posteriormente, dentro de esa estructura centralizada, algunos profesores de ingeniería comenzaron a hacer uso del BITNET. En 1993 se consolidó, aunque en forma limitada, el primer acceso a INTERNET.

En este periodo, los Departamentos de Electrónica y Ciencias de la Computación ya estaban haciendo uso de los microcomputadores para correr programas de ingeniería pero casi todos los otros departamentos sólo los utilizaban como procesadores de palabras y hojas de cálculo.

En 1996 todos los departamentos de ingeniería poseían unos pocos computadores personales. Este hecho motivó el uso de aquellos recursos para estudiantes y profesores de todos los departamentos de ingeniería. Casi al mismo tiempo, como parte del programa intergubernamental REENGE/PRODENGE patrocinado por FINEP, CAPES/SESU, CNPq, la Facultad de Ingeniería se movilizó para desarrollar un proyecto de descentralización computacional que permitiera impulsar la motivación de estudiantes y profesores por el uso de nuevas metodologías computacionales y de enseñanza. Se crearon tres nuevos laboratorios: los Laboratorios Computacionales de Ingeniería Civil y de Ingeniería Mecánica y el Laboratorio de Simulación como parte del Laboratorio de Ingeniería Eléctrica que ya existía.

Como parte del programa REENGE, se creó una red de computadores que unía a todos los departamentos con los laboratorios computacionales y buscaba mejorar la comunicación interna y permitir el acceso a Internet. En este momento, el Laboratorio Computacional de las Ciencias Básicas de Ingeniería está siendo concluido. Este laboratorio hará posible un mejor desempeño y una mayor participación de los estudiantes registrados en los cursos fundamentales del programa de Ingeniería.

LABORATORIOS COMPUTACIONALES

Esta sección presentará la descripción del uso general y las nuevas metodologías adoptadas en los Laboratorios Computacionales de la Facultad de Ingeniería.

Actividades regulares

Los laboratorios computacionales fueron creados como parte del esfuerzo realizado por la Facultad de Ingeniería de la UERJ para descentralizar sus facilidades computacionales. Esta acción fue apoyada por la siempre creciente necesidad de acceso a programas específicamente diseñados para ingeniería. Estos programas han cambiado la forma

utilizada por los diseñadores para resolver tareas difíciles como es el análisis estructural y la dinámica de fluidos, al simplificar estos trabajos y permitir que los ingenieros pongan su atención en aspectos más significativos. Antes de la descentralización de los computadores, el uso de los mismos en los diferentes cursos era una excepción.

Los laboratorios computacionales son frecuentemente utilizados por los estudiantes. Estadísticamente se encuentra que unos 50 estudiantes utilizan a diario cada laboratorio. Los usuarios no solamente tienen acceso a los procesadores de palabra y a las hojas de cálculo, sino que también utilizan diferentes programas como herramientas de diseño en ingeniería. Programas tales como AutoCAD, Mathcad, Maple, MATLAB, TQS, ANSYS, CYPECAD y otros, son ahora herramientas regulares para las tareas de los cursos. Otra actividad regular en los laboratorios es el uso del Internet que conecta a la universidad con el mundo entero.

Experiencias educacionales

El uso de cualquier programa para análisis y diseño en ingeniería debe ser seguido por una supervisión cercana y adecuada. La gran mayoría de estos programas se concibe como un sistema hermético (denominado «caja negra») que produce resultados, consistentes o no, de acuerdo a la información de entrada. Algunos de los errores más frecuentes están asociados con el uso incoherente de unidades, los conceptos erróneos de las condiciones límites, etc. Es muy claro que cada ingeniero debe desarrollar su sensibilidad para valorar los resultados de estos programas y decidir si ellos son o no consistentes.

Teniendo presente esto, los laboratorios iniciaron la implementación de cursos cortos sobre el uso del software antes mencionados. El primero en implementarse fue AutoCAD y vale la pena describir esta experiencia. El ofrecimiento de ese curso fue motivado básicamente por dos razones: los estudiantes estaban pidiendo constantemente un curso específico sobre este software y, adicional a lo anterior, el mercado estaba descartando los dibujos técnicos hechos a mano y aceptando únicamente aquellos producidos en un formato electrónico, en el cual el AutoCad es el estándar.

Hasta el momento más de 200 estudiantes han tomado este curso, el cual constantemente se ha actualizado de acuerdo con la época en que una nueva versión de AutoCad ha aparecido en el mercado. Recientemente se ha implementado una nueva versión de



AutoCad 14. Como parte del esfuerzo de REENGE, se están implementando dos nuevos cursos sobre el uso del AutoCad, uno de nivel intermedio y otro de nivel avanzado.

Un aspecto interesante sobre este curso fue que no tuvo ningún costo para las estudiantes, a pesar de que otros cursos similares de otras instituciones si lo tuvieron. Para obtener el certificado de asistencia, los estudiantes tienen que asistir como mínimo a un 80% de las clases y elaborar un proyecto final usando AutoCad. Teniendo presente lo anterior, se origina la pregunta: cómo pueden ser financiados estos cursos? La respuesta se divide en dos partes: la Facultad de Ingeniería y sus laboratorios ofrecen las facilidades computacionales; los instructores y los monitores son seleccionados entre los estudiantes que han logrado el máximo desempeño en los cursos de AutoCad, realimentando en esta forma el sistema (una tercera generación de instructores está actualmente ofreciendo el curso de AutoCad).

Otro curso fue recientemente organizado y produjo resultados muy interesantes. Este curso corto (30 horas) se enfocó en la enseñanza del lenguaje de programación C y los fundamentos para producir una herramienta gráfica simple. La meta de esta herramienta gráfica es servir como interface amistosa a los programas y los procesos de ingeniería. Para evaluar su comportamiento, se calificó los estudiantes involucrados en la clase piloto con un proyecto final para su graduación, un programa científico de iniciación o un programa de capacitación en el laboratorio. El objetivo de selección de estos estudiantes específicos fue medir rápidamente el impacto del curso en sus proyectos. Los resultados fueron notables, puesto que se produjo un mejoramiento grande en la calidad de los proyectos estudiantiles y se despertó el deseo en otros estudiantes, quienes quieren ser parte de esta iniciativa.

Esta última iniciativa es parte del objetivo de producir, capacitar y dar apoyo y orientación a una nueva generación de ingenieros capaces de producir software con calidad. Muy pocos de estos profesionales están dispuestos hoy a cambiar su área de trabajo en ingeniería. Como se estableció antes, el laboratorio está actualmente enfocado a capacitar estudiantes involucrados con su proyecto final de grado o con un programa de iniciación científica, pero a término medio todos los estudiantes interesados en el programa serán aceptados.

Para mostrar algunos de los resultados que se han logrado, se presentará una breve descripción de uno de los proyectos finales desarrollados en el Laboratorio computacional

de Ingeniería Civil [1]. La principal motivación para desarrollar este proyecto específico fue el conocimiento de que una gran mayoría de estudiantes de ingeniería civil tienen grandes dificultades para visualizar y entender adecuadamente el análisis estructural y en particular, el comportamiento del alabeo de una columna en tres dimensiones.

Se concibió el programa de computador Column para enseñar a los estudiantes los procedimientos necesarios en el diseño de columnas de acero soldadas. Este sistema fue desarrollado en Pascal como parte de un ambiente Delphi. El ambiente Delphi fue seleccionado para producir un programa compatible a Windows 95, usando la técnica de un objeto orientado. El programa fue dividido en módulos independientes para producir la capacidad portante necesaria y mejorar el mantenimiento del sistema.

La Figura 1 muestra la caja principal de diálogo del programa donde la barra menú, las variables de diseño, los resultados y cuatro imágenes de los objetos se presentan.

Una característica interesante para producir diseño con diferentes longitudes de alabeo en los ejes «x» y «y» se está implementando, Figura 2. Esta característica actúa como una ayuda que permite a los estudiantes vencer la dificultad de comprensión del comportamiento estructural real de las columnas en 3-D.

Finalmente, en la Figura 3 se muestra un listado de todas las secciones de acero en las cuales la relación carga/resistencia (N_d/N_r) está limitada en el intervalo definido por: $1,2 \geq (N_d/N_r) \geq 0,8$.

CONCLUSIONES

La presencia del computador en el proceso educativo de los diferentes departamentos ha mejorado substancialmente la calidad de los programas ofrecidos. En un corto periodo de tiempo, los estudiantes comenzaron a familiarizarse con las herramientas modernas que los preparan mejor para su carrera de ingeniería. Además, los laboratorios crearon un ambiente donde los estudiantes se reúnen, discuten y resuelven problemas de ingeniería. Hay una demanda creciente por más y más poderosas máquinas que mantengan actualizada la universidad con las últimas versiones de software y hardware. El programa de capacitación con monitores ha logrado resultados muy interesantes. Hay una

nueva motivación para que los estudiantes continúen sus estudios y estén involucrados en actividades de enseñanza e investigación.

El siguiente paso hacia el futuro es ofrecer al estudiante la oportunidad de practicar o construir un modelo real con base en lo que aprende en la teoría y ha simulado en el computador, en lo que se denomina un proyecto «a la mano». Por otra parte, esta propuesta requiere la existencia de laboratorios bien equipados, lo cual es costoso. La asociación con las industrias y otras instituciones educativas de ingeniería será una de las formas para hacerlo posible.

REFERENCIA

- (1) Almeida, M., B.Sc. Final Project, Structural Engineering Department, College of Engineering, State University of Rio de Janeiro, UERJ, 1998.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. José Guilherme Santos da Silva, D.C., al Dr. Sebastião Arthur Lopes de Andrade, Ph.D y a todos los estudiantes de pregrado REENGE por los esfuerzos para lograr el éxito del programa REENGE. Gracias también a CNPq, CAPES/ SESU y FINEP por el apoyo económico para el desarrollo de este proyecto.

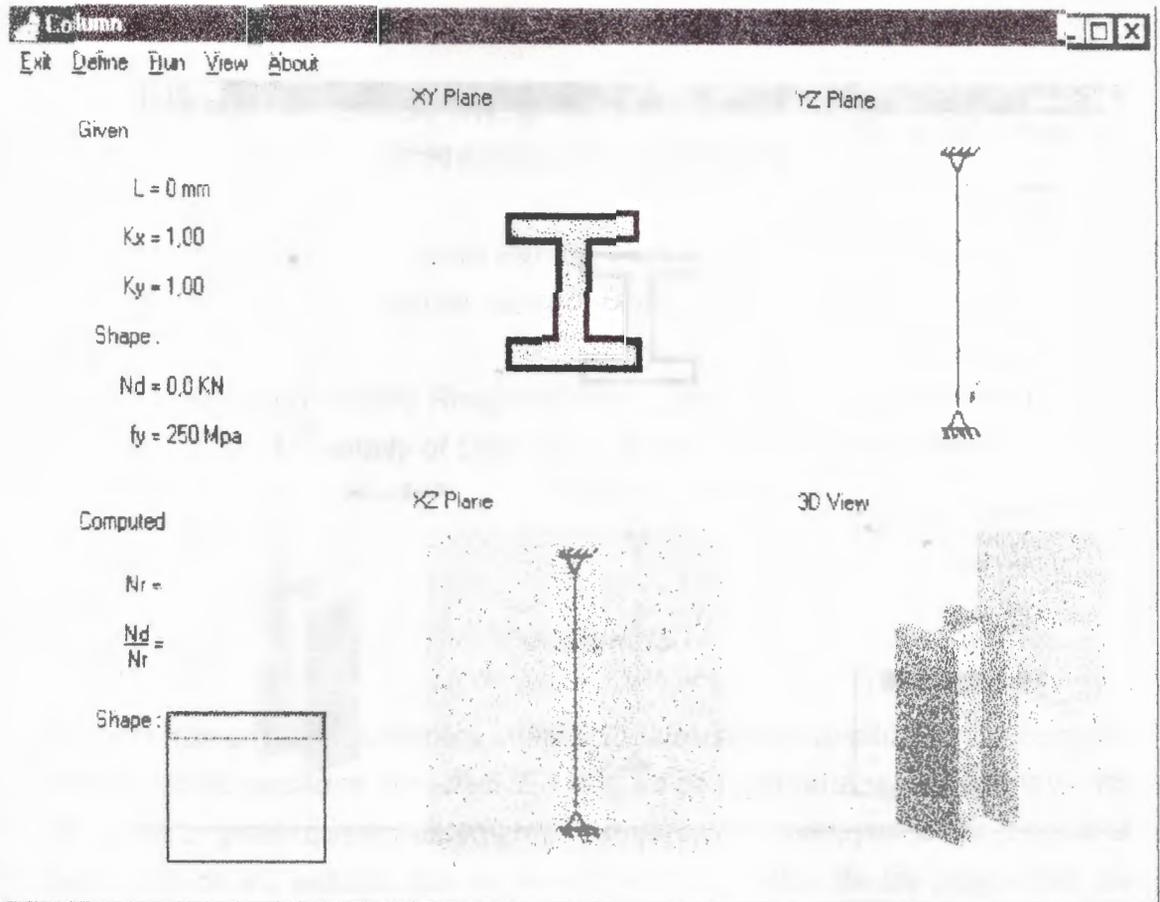


Figura 1. Diálogo principal de Column

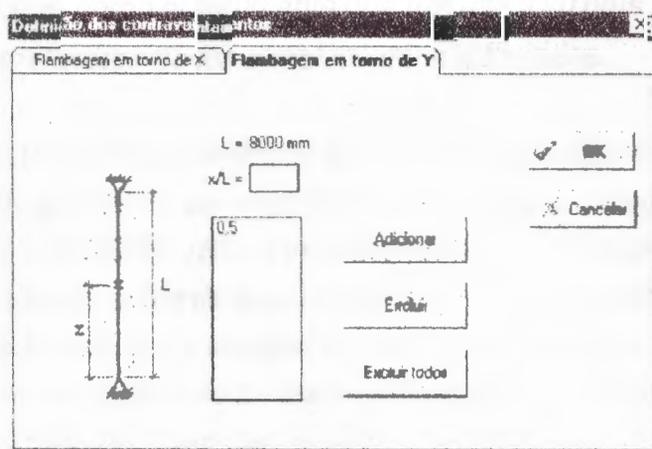


Figura 2. La definición de puntos laterales de la armadura

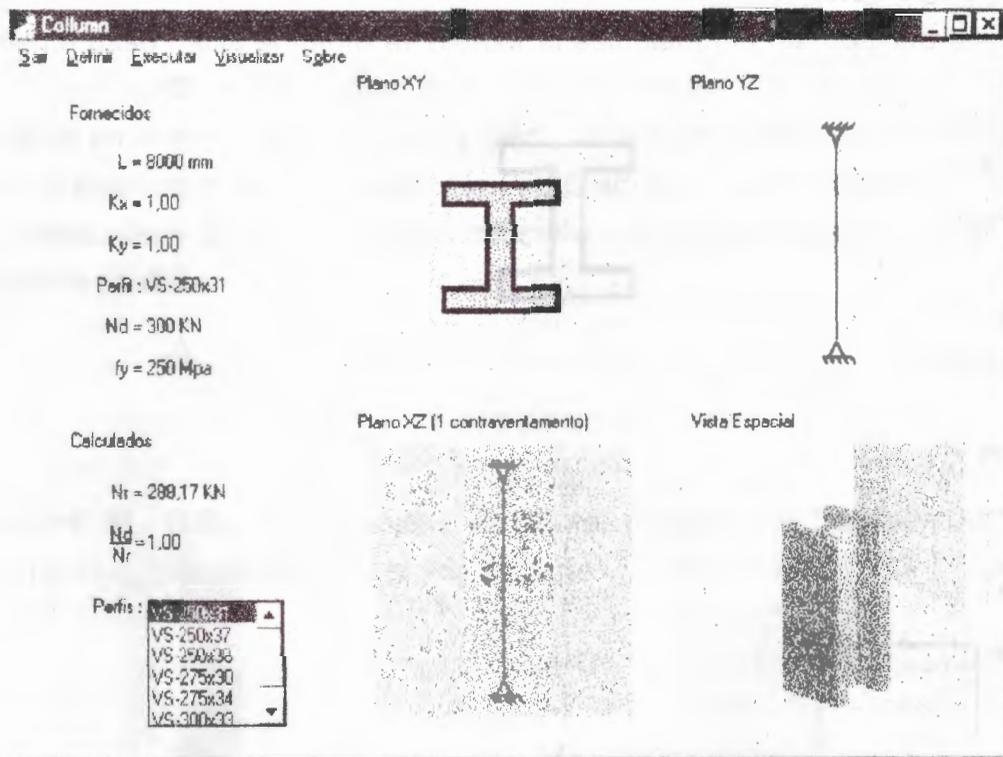


Figura 3. Diálogo del Diseño Final

Experiencia de Integración Internacional en la University of Oklahoma

*Helio Santos, Petrobras,
Rio de Janeiro, Brazil, 21949*

*Jean-Claude Roegiers, Rock Mechanics Institute,
University of Oklahoma, Norman, OK, 73019*

Compendio

Un gran número de estudiantes internacionales se ha educado en los Estados Unidos en las pasadas décadas. En el caso de ingeniería, el escenario no es diferente, al grado que los estudiantes extranjeros constituyen la mayoría de la población de los estudiantes de postgrado. Los retos de los programas de estas Universidades son:

- (i) cumplir con las expectativas de estos estudiantes,*
- (ii) orientar la forma como el estudiante que regresa a su país de origen pueda aplicar y beneficiarse de los conocimientos adquiridos.*

Este artículo resume una experiencia exitosa llevada a cabo en la University of Oklahoma (OU) en donde se implementó un enfoque integrado dentro del programa NFS's S/UCRC (State/Industry/university Cooperative Research Center). Se definió un tópico de disertación de Ph.D. en la Facultad de Petróleos e Ingeniería Geológica, para abordar un serio problema al cual se enfrentaba Petrobras dentro del desarrollo de las reservas de hidrocarburos en la porción subacuática del Sinclinal Campos. Este problema ya está siendo investigado dentro de la compañía a través de un proyecto interno realizado con la Catholic University of Rio de Janeiro (PUC-Rio). Sin embargo, se necesitaba una comprensión más profunda de los fenómenos asociados y la compañía decidió

continuar esto a través de programa de investigación de postgrado. La selección de la universidad se basó en las facilidades experimentales apropiadas para conducir las pruebas necesarias y, a la vez, debido a la existencia de un consorcio industrial (Consortio de Mecánica de Rocas (RMC)), ofreciendo la posibilidad de intercambiar experiencias de campo y de laboratorio con varias compañías productoras de petróleo.

Este artículo describe todos los pasos del programa, considerando los puntos de vista de la compañía y de la universidad. Combinando la experiencia de campo y la comercial, el apoyo teórico, la interacción con otros expertos del área, los datos de campo, la información de las muestras y el fuerte apoyo de las compañías, el proyecto se definió e inició para complementar el realizado por Petrobras. El intercambio constante de información fue esencial para reorientar continuamente los planes futuros, buscando como meta maximizar la curva de aprendizaje. Este artículo concluye con las recomendaciones para mejorar la eficiencia de los programas vigentes de ingeniería y, a la vez, maximizar los beneficios para la universidad y para el estudiante.

Introducción

Cualquier programa educacional debería permitir el ofrecimiento de una experiencia benéfica para dos estamentos: la Universidad y los estudiantes. Este punto es de especial importancia para los estudiantes extranjeros. Las diferencias en estilo de vida, cultura y principalmente el idioma, pueden hacer de la adaptación al nuevo ambiente, una experiencia muy frustrante, que toma mucho tiempo. Cuando se involucran las esposas y niños, la adaptación puede tener resultados críticos. Por lo mismo, es importante incluir a la familia dentro del esfuerzo total, bien sea haciendo vida social con otros estudiantes graduados y/o haciéndolos parte del éxito cuando se vencen los obstáculos como los Exámenes de Calificación.

Este artículo describe un programa de doctorado que se realizó en la Facultad de Petróleos e Ingeniería Geológica de University of Oklahoma de 1994 a 1997 [1]. Se presentan los principales puntos del programa, la definición del programa, la selección de la Universidad y los principales resultados obtenidos. El programa tiene algunas particularidades porque fue patrocinado por una compañía con restricciones estrictas de tiempo. Se le da

un énfasis especial a los beneficios obtenidos por la interacción con profesionales de varias compañías involucradas con el Centro Investigación de Mecánica de Rocas.

Definición del Programa

Puesto que los estudios son patrocinados por una compañía, el tema se enfocó sobre algunos problemas específicos en los que la compañía estaba directamente interesada. A la vez que el programa estaba siendo definido, los problemas de estabilidad de barrenado en las secciones esquistosas de los pozos abiertos en las aguas profundas de Campos Basin, aumentaron los costos de desarrollo de los grandes campos. Para optimizar la operación de taladrado, y por consiguiente, reducir los costos totales del proyecto de explotación, se seleccionó la estabilidad de los esquistos como uno de los tópicos a desarrollar dentro del Programa Tecnológico de Aguas Profundas orientado por la compañía.

Este proyecto se inició en 1992 e involucró no solo al Centro de Investigación, sino también la unidad operacional, las compañías de servicio, y las universidades en Brasil y en el exterior. Debido a la complejidad del tópico, la compañía aprobó un programa doctoral en estabilidad de esquistos, con énfasis en Mecánica de Rocas. La idea era lograr un conocimiento más profundo de los mecanismos básicos y fundamentales conducentes a resolver los problemas encontrados en el campo. Además, se consideró que un subproducto interesante era el apoyo del Laboratorio de Mecánica de Rocas, localizado en el Centro de Investigación de la compañía. Una de las más serias limitaciones a las que se enfrentó el programa fue el tiempo límite establecido y posteriormente exigido por la compañía. Todo el programa doctoral no debería sobrepasar los 3.5 años, incluyendo todos los requerimientos exigidos por la Universidad, tales como trabajo de los cursos, exámenes de calificación y generales, defensa de la disertación, etc. Puesto que se tiene esta limitación, se hace absolutamente esencial que el candidato llegue a la Universidad con idea muy clara de su enfoque. En este caso, se han formulado varias preguntas al proyecto desarrollado en Petrobras, El programa doctoral fue aprobado, y por lo mismo se le dio inicio, dos años después de la iniciación del proyecto. Durante este «periodo de preparación» preliminar, se buscó importante información, como: recolección de los núcleos de los esquistos, definición de la forma de preservarlos, tanto como sea posible, condiciones de humedad in situ, y el desarrollo de pruebas innovadoras para evaluar la interacción esquisto-fluido.

Selección de la Universidad

El paso más importante del programa doctoral es la selección correcta de universidad. No siempre el candidato tiene la oportunidad de visitar la universidad con anticipación, lo cual aumenta las dudas de éxito. Por lo tanto, este paso se debe tomar cuidadosamente, teniendo en cuenta las facilidades disponibles (incluyendo laboratorios y computadores) para desarrollar el programa propuesto, el interés del Director en la orientación de los estudios, la existencia de una masa crítica de expertos, y principalmente la participación de las compañías en las actividades del grupo. Este último ítem es esencial, puesto que demuestra la habilidad del grupo para desarrollar una investigación interesante y aplicada. A la vez, la interacción con profesionales de diferentes compañías permite la reducción del tiempo invertido en aprender y desarrollar puntos complejos.

Petrobras ha estado involucrada en el Consorcio de Mecánica de Rocas en la Universidad de Oklahoma desde 1992. El Consorcio, en este momento está en su primera fase dirigiendo 6 proyectos fundamentales de investigación con aplicación potencial a la industria del petróleo, pero ninguno de ellos está relacionado directamente con la estabilidad de esquistos. Sin embargo, uno de los proyectos está enfocado a la estabilidad de los pozos barrenados, principalmente en formaciones permeables. La primera fase fue planeada para finalizar en 1994, y para la segunda fase, se permitió la propuesta de nuevos tópicos y éstos fueron clasificados por las compañías.

En 1992, la National Science Foundation (NSF), junto con el Oklahoma Center for the Advancement of Science and Technology (OCAST), seleccionaron a la University of Oklahoma para actuar como anfitrión del Centro de Investigación de Mecánica de Rocas. La creación de un centro de investigación implica el apoyo financiero de los gobiernos estatal y federal. Esto permitió un significativo incremento en las inversiones realizadas por las compañías del Consorcio. El reconocimiento efectuado por la NSF y el OCAST demostraron que la University of Oklahoma tenía las mejores facilidades en la nación.

Por lo anterior, no fue difícil seleccionar la universidad más adecuada para desarrollar el programa doctoral propuesto en estabilidad de esquistos, con énfasis en la mecánica de rocas. Aun cuando algunas otras universidades realizan investigación en esta área, University of Oklahoma es la única entidad que tiene todos los ingredientes necesarios.

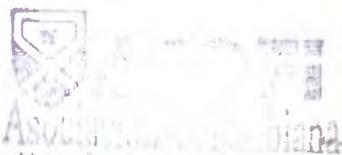
Resultados, Metas Logradas y Beneficios

El primer semestre se dedicó a la adaptación de los estudiantes a la nueva cultura, incluyendo la familia, y a la vez identificando dentro de la universidad las fuentes del conocimiento que se utilizarían durante el programa. El trabajo académico fue definido con el Comité de Consejeros, incluyendo asignaturas dentro del departamento de geología. La excelente infraestructura ofrecida por la universidad, no solo por la Facultad de Petróleos e Ingeniería Geológica, permitió una definición de amplio campo de acción. Además, los profesionales de las compañías afiliadas con el Centro de Investigación de Mecánicas de Rocas fueron invitados a participar en la discusión del proyecto de estabilidad de esquistos, ofreciendo una invaluable experiencia. Esta interacción fue responsable de un considerable ahorro en términos del periodo de aprendizaje.

En términos de capacidad intelectual, el Centro de Investigación de Mecánica de Rocas tiene un equipo único, compuesto por especialistas en varios campos, la mayoría de ellos están relacionados con la mecánica de rocas aplicada a la industria petrolera. Esta diversidad de conocimientos crea un ambiente propenso para un rápido aprendizaje, debido a la disponibilidad de expertos in situ que están ávidos de los últimos desarrollos en su campo. Este factor es extremadamente importante cuando los programas doctorales tienen una limitación de tiempo. La unión de la capacidad intelectual y las excelentes facilidades del laboratorio, podrían permitir el desarrollo de nuevas pruebas que den las respuestas necesarias a las preguntas formuladas.

Una investigación exitosa del laboratorio en la industria petrolera necesita la disponibilidad de sacanúcleos para que los resultados sean representativos y útiles. Las compañías involucradas en el consorcio jugaron un papel decisivo en este aspecto. Se analizaron núcleos de diferentes campos en Brasil, México y Mar del Norte. Esta diversidad de núcleos permitió el desarrollo de un laboratorio comprehensivo de investigación, casi único en la industria petrolera dada la extensión y amplitud de los resultados obtenidos.

Otra característica importante del Centro de Investigación en Mecánica de Rocas son las reuniones bianuales. En estas reuniones, los representantes de las compañías ayudan a orientar los diferentes proyectos y sugieren continuamente nuevos cambios para el proyecto, si es necesario, con base en su experiencia doméstica. Durante estas reuniones, el estudiante tiene la oportunidad de compartir sus puntos de vista y los resultados con algunos de los más importantes profesionales del área. El Proyecto de Estabilidad de



Esquistos no fue la excepción. La estrategia del proyecto fue revisada cada seis meses por los «mentores» y los representantes más interesados en el proyecto, y la interacción y el intercambio de conocimientos fueron decisivos para alcanzar los excelentes resultados logrados. Algunas compañías también participaron directamente en el proyecto, realizando algunas pruebas estándares en sus campos y compartiendo sus datos. Esta interacción no solo ahorró dinero y tiempo del proyecto, sino que permitió las comparaciones de diferentes métodos para alcanzar ciertos parámetros. Casi inesperadamente, algunos métodos llevaron a producir discrepancias. La uniformidad y la normalización de los proyectos de laboratorio son importantes en el sentido que los parámetros se usan para diseñar las operaciones de campo. La disertación fue parte del proyecto de Estabilidad de Esquistos. Durante el estudio, se diseñaron y condujeron algunas pruebas innovadoras para dar respuesta a algunas preguntas. Durante la tenencia del proyecto por parte del estudiante, se produjeron siete artículos, antes de la defensa de la disertación, y se han aprobado cinco artículos más para ser presentados posteriormente. La nueva tecnología para caracterizar las rocas ricas en arcilla, usando el análisis térmico, y la nueva prueba para evaluar la reactividad de los esquistos en contacto con los fluidos son dos nuevos procedimientos que causarán impacto sobre la forma como la industria petrolera evalúa los fluidos barrenados. Además, se ha probado que el taladrado de fluidos no es correcto bajo las condiciones de extracción, donde el esquisto tiene su contenido de agua natural. La antigua idea de que los esquistos son fuertemente reactivos en contacto con soluciones acuosas probó ser una consecuencia de los procedimientos inadecuados de manejo de los núcleos. El trabajo propone finalmente un modelo conceptual totalmente nuevo para analizar la estabilidad de los pozos barrenados usando energía como el parámetro crítico. La meta es detectar efectivamente el mecanismo correcto responsable de la causa de los problemas y por lo mismo, adoptar la solución apropiada. Los ahorros potenciales involucrados pueden alcanzar 1 billón de dólares, una cantidad que se estima tiene relación con los problemas de estabilidad de los pozos barrenados.

Conclusiones

El éxito de los programas educacionales avanzados, especialmente las maestrías y los doctorados, retiene atención específica en algunos puntos. Cuando el programa es conducido por un estudiante extranjero, estos puntos resultan ser más importantes. La adaptación a la nueva cultura, la habilidad para comprender y comunicarse en un nuevo idioma y la definición avanzada del tópico a estudiar durante el programa son algunos de los temas claves.

El artículo presenta un programa doctoral exitoso que se realiza en la University of Oklahoma y discute los principales pasos antes de la admisión que pueden ayudar al candidato a terminar el programa en forma satisfactoria. Los puntos que hacen la diferencia son:

- La buena definición del tópico a estudiar durante el programa.
- La selección de la universidad apropiada, es decir con buenas facilidades, know-how, y personal técnico;
- Apoyo de las compañías involucradas en el Centro de Investigación en Mecánica de Rocas, que ofrecen experiencia y agilizan el proceso de aprendizaje.

Referencias

1. Santos, H. A New Conceptual Approach to Shale Stability, Ph.D. Dissertation, The University of Oklahoma, School of Petroleum & Geological Engineering, 1997.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a Petrobras por el apoyo financiero para un grado doctoral en la University of Oklahoma, a la Fundación Científica Nacional, al Oklahoma Center for the Advancement of Science and Technology, y a las compañías afiliadas que apoyan el Centro de Investigación de Mecánica de Rocas y el Consorcio de Mecánicas de Rocas.

INGENIEROS PARA EL DESARROLLO RURAL

Europa y Latinoamérica están en armonía

Gilles MARECHAL

AGRENA

Association des Etablissements d'Enseignement Supérieur et de Recherche Agronomique, agro-alimentaire, horticole et vétérinaire de Rennes, Nantes et Angers.

Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes

65 rue de Saint-Brieuc - 35042 RENNES - FRANCE

COMPENDIO

El programa Europeo ALFA (América Latine - Formation Académique), ha trabajado en 12 universidades latinoamericanas y 10 europeas con un marco de referencia para crear una Maestría Internacional en Desarrollo Rural (IMDR), Globalización, integración regional (EU, MERCOSUL, NAFTA) y sostenibilidad crea una serie de preguntas para las áreas rurales, tanto en Europa como en Latinoamérica. Aun cuando los dos continentes son diferentes, aquellos problemas que nos ligan y que no pueden ser resueltos con los antiguos paradigmas, ni con los graduados «tradicionales». La movilidad internacional y la interdisciplina son las principales herramientas utilizadas por la red ESTRELA para educar a los especialistas en desarrollo.

Los problemas prácticos para integrar los grados de maestría de los 12 países diferentes se han resuelto regresando a las preguntas fundamentales.

Qué es un ingeniero? Las relaciones del ambiente físico y humano como un medio educacional, de interdisciplinaridad activa, de aprendizaje de por vida son las líneas principales de los ingenieros del mañana.

Qué es desarrollo rural? Desde el punto de vista teórico, los profesionales europeos generalmente insisten en el desarrollo agropecuario, cuando los

colegas Latinoamericanos son más dedicados a los estudios socioeconómicos. Estas opciones fundamentales generan normas diferentes en la práctica.

Cómo pueden converger las instituciones? Sobre la base de los diferentes conceptos y en la práctica para definir un ingeniero comprometido con el desarrollo rural, se ha tratado de hacer converger los programas existentes antes que crear un currículo nuevo.

El resultado de dos años de trabajo cooperativo es una maestría internacional con base en el currículo existente para integrar la innovación en las instituciones. Los programas integrados para estudiantes, los intercambios de profesores y la investigación en los países extranjeros son herramientas eficientes y muy bien conocidas.

El desarrollo rural ha sido siempre un reto para las universidades o facultades agrícolas. En un mundo académico donde se considera la excelencia disciplinaria como la habilidad máxima (y ocurre que es ésta la única forma), los estudios de desarrollo rural son considerados discordantes. Puesto que ellos se enfocan sobre un objeto y no sobre una aproximación, un método o una disciplina, a ellos les parece muy difícil definir y más aún, integrarse dentro de las organizaciones educacionales. A pesar de todo, la red de 22 universidades y facultades ha estado trabajando durante dos años para definir un nuevo perfil de los especialistas en desarrollo rural y la forma de educar a los estudiantes dentro de este marco de referencia. Ellos provienen de 12 países: 5 de Latinoamérica (Brasil, Chile, Cuba, México, y Venezuela) y 7 de Europa (Bélgica, Francia, Grecia, Italia, Holanda, Portugal y España). El programa ALFA (Amérique Latine - Formation Académique: ver el servidor www.alfa-program.com) de la Unión Europea ha dado la oportunidad para desarrollar el pensamiento prospectivo. Este programa busca reforzar la cooperación entre las universidades europeas y latinoamericanas, la organización institucional, los estudios de pregrado y postgrado y la investigación. Este artículo es un punto de vista personal de un proceso complejo, que parte de un participante activo. No se puede considerar una «historia oficial» de los proyectos de la red, sino una contribución a la historia que todavía no se ha escrito.

A pesar de las diferentes tradiciones, o debido a ellas, las instituciones en la red ESTRELA tienen que definir un conjunto de nuevos retos del desarrollo rural. La mayoría de estos retos son preocupaciones comunes a todos los académicos de la última parte del siglo

20, aun cuando estén expresadas de una forma específica a través del filtro del desarrollo rural.

- ⇒ **La globalización crea una escala diferente para el tiempo y el espacio.** En algún sueño de la villa planetaria de Mac Luhan, los comerciantes construyen en forma concreta un mercado planetario. El desarrollo rural, una ciencia tradicionalmente enfocada a los problemas locales, está amenazado en sus más profundas raíces. Tratar de entender la realidad aquí («hic») para actuar sobre ella ahora («nunc») es el paradigma dominante en la mente de los desarrolladores rurales. Lo que sucede «aquí» se extiende desde un mercado africano hasta un templo chino y «ahora» se acorta a unos pocos segundos (lo instantáneo de la nueva información y las tecnologías de la comunicación)?
- ⇒ **Nunca más la finca de la abuela significa rural.** A través de la globalización, el agricultor de hoy está ligado con otros agricultores ubicados a 5,000 km de distancia, por medio de los precios, información, ambiente, alianzas políticas, y depende de ellos. En cualquier forma, el marco de referencia de la sociedad globalizada es una red de megaciudades, que irradian su vecindad en una extensión grande a cientos de kilómetros. En Brasil, la sociedad ha cambiado en 60 años de 3 rurales/1 urbano a 3 urbanos/1 rural, y en Francia, si la población rural continúa aún creciendo, es porque la gente que vive en las ciudades suburbanas de menos de 2,000 habitantes es considerada rural. Lo rural debe ser estudiado incluyendo los vínculos con el mundo urbano.
- ⇒ **La sostenibilidad tiene que llegar a ser una herramienta operacional.** El concepto de sostenibilidad ha tenido diferentes definiciones. De todas formas su significado global está actualmente dominado por estudiantes y profesionales. La «sostenibilidad abierta», basada en las inquietudes sociales y económicas, así como en el medio ambiente es ampliamente aceptada, pero las herramientas para implementar programas sostenibles se están perdiendo. Con frecuencia se usan algunos macroindicadores para evaluar la salud del planeta: temperatura, emisión de CO₂, polución con metales pesados. Los indicadores sociales o económicos, como el índice de desarrollo humano, no son ampliamente aprobados. Llegando a problemas micros o locales, la falta de indicadores es obvia. ¿Cómo puede un profesional evaluar la sostenibilidad de la finca de Juan? Y del pueblo de Juan? ¿Cómo se puede comparar con la situación de Abdullah, Pedro o Boris? Las herramientas

operacionales tienen que ser experimentadas, luego discutidas y aprobadas por un componente científico y la comunidad social para establecer un lenguaje común.

⇒ **La integración regional trabaja.** Las áreas regionales, tal como son definidas por los tratados E.U., NAFTA o MERCOSUR, están ahora en la situación correcta para discutir sobre el desarrollo rural. La producción de trigo del Brasil, como un resultado de su voluntad política, no podría resistir las ventajas competitivas de Argentina. En esta forma, los productores de trigo tienen que encontrar una nueva actividad. En Europa, los presupuestos más significativos para el desarrollo rural provienen de Bruselas. La integración de diferentes países significa la apertura a un rango de situaciones que deben ser tenidas en cuenta: cuando al agricultor del sur de Italia, el «desarrollado» agricultor holandés parece ser igual a la mayoría de los pequeños agricultores holandeses. Y la integración regional significa también una forma de enfrentar la globalización: una agricultura de mayor producción y más fuerte se puede usar, bien sea para preservar las políticas o para entrar a la competencia internacional con ventajas comparativas.

⇒ **Las instituciones públicas están buscando una nueva función.** Desde el inicio, las políticas de desarrollo rural se han basado en un mandato político. La preservación del medio ambiente y del paisaje, el balance de la población en el territorio, o aún las funciones que se conservan de raíz fueron objetivos que escaparon del orden económico. Una nueva ideología desmiente cualquier relevancia de la acción pública. Si esta tendencia crea nuevos espacios para que las comunidades sean escuchadas o para que se les permita hablar, la meta es transferir la legitimidad del Estado a las organizaciones benéficas. Los desarrolladores rurales tienen que ver no solo con los nuevos conceptos, sino también con los nuevos actores que encarnan esas opciones. Puesto que ellos fueron capacitados para tener una visión política de largo alcance, su cultura está claramente en conflicto con la nueva clase media ideológica.

Estos retos tienen efectos muy concretos sobre los ingenieros agrícolas (incluyendo las ciencias relacionadas). En Latinoamérica, los agrónomos están encontrando dificultades para ubicarse en el mercado laboral. La mayoría de ellos son vinculados como colaboradores civiles o como administradores en grandes fincas industrializadas. Pero la mayoría de las instituciones públicas están ahora desempleando más que empleando y los «latifundios» tienen un trabajo intensivo, pero requieren pocos profesionales. Inclusive en

Europa, hay crisis de empleo para los agrónomos. Parece ser que los representantes en la red ESTRELA que capacita estudiantes para que sean capacitadores rurales, acercándose a los nuevos retos identificados, abrirían nuevas oportunidades de empleo. De acuerdo a nuestra experiencia, el medio ambiente, la biotecnología y la agricultura relacionada con la industria están abriendo nuevos frentes de empleo para nuestros estudiantes. El desarrollo rural puede ser otro frente, de acuerdo con el siguiente programa:

1. En un mundo globalizado, la movilidad internacional le da un valor agregado a la educación. En el desarrollo rural, considerado como una disciplina de acción orientada, los enfoques comparativos y la creatividad relacional son destrezas eficientes. Muchas agencias financiadoras de desarrollo rural son ahora internacionales. Por ejemplo, la Unión Europea a través de sus fondos enviados a las instituciones de diferentes países que están conectados en red. Los profesionales deben estar capacitados para pensar y trabajar a escala internacional. La competencia y las alianzas, opuestas a la unión de los territorios, son una preocupación usual para el desarrollo rural.
2. Los estudiantes deben estar capacitados para integrar una nueva visión de lo «rural», uniendo la sociedad global y el mundo urbano.
3. El desarrollo debe ser rural y no solo agrícola. El turismo, la industria, el medio ambiente y las actividades sociales son áreas claves, así como la agricultura.
4. La forma de capacitar estudiantes para que sean interdisciplinarios. Los enfoques sistémicos son una forma común de apoyo científico a los programas académicos que buscan ser interdisciplinarios.

Sobre la base de este programa de amplio rango, 22 instituciones tuvieron que imaginar un currículo; y cuando volvemos a hablar de desarrollo curricular nos enfrentamos a las inquietudes prácticas: duración, financiación, título concedido y manejo administrativo. Después de algunos intentos, la red ESTRELA consideró que las ideas generales no eran suficientes para producir una acción práctica. Tuvimos que regresar a este punto y pensar de nuevo sobre 3 preguntas:

- Qué es un ingeniero?
- Qué es desarrollo rural?
- Cómo convergen las instituciones?

Se debe enfatizar que esta forma de presentar el proceso es una re-creación de la realidad. Algunas preguntas nunca se ha escrito en la agenda de la red como se muestra aquí. Pero, volviendo a lo que se ha hecho, parece que aquellos puntos han vuelto a ser el centro de nuestras discusiones. En un desorden latino, bastante sofisticado, hemos hablado de cada una de las asignaturas, las hemos abandonado, luego hemos vuelto a ellas después de algún tiempo, con nuevas ideas y discusiones con colegas. Esto aparentemente es una organización no-racional que puede ser vista como una poderosa ayuda a la creatividad, evitando las luchas de poder.

Qué es un ingeniero?

Cuando se reúne la experiencia de 12 países, parece que las prácticas son diferentes. Primero, la palabra «ingeniero». En algunos casos, un ingeniero es un profesional técnicamente calificado, a un nivel intermedio en la jerarquía. Por otra parte, un ingeniero puede ser considerado como un ejecutivo, capaz de cubrir un amplio rango de funciones. El primer significado, el título de ingeniero es más o menos equivalente al BSc, y el ingeniero así visto es como un «ejecutivo para formar». Para alcanzar altos niveles de responsabilidad por medio de la educación formal, debe alcanzar una maestría o un doctorado. La forma para llegar de ingeniero a magister y de ahí al doctorado es progresiva y consistente. Un ingeniero es algo como un «subdoctor». Puede considerarse que es un «producto intermedio» puesto que la evolución es posible a través de la educación continuada. En la segunda concepción, un ingeniero es una «mercancía semi-terminada». Se supone que domina las habilidades básicas para alcanzar un nivel profesional rápidamente. Aquellas habilidades no sólo son técnicas, sino científicas y administrativas. En esta forma, los estudios de postgrado son considerados como una forma posible de alcanzar la excelencia, que es diferente al trabajo del ingeniero. A manera de ilustración, los doctores, quienes eran anteriormente ingenieros, encuentran en Francia dificultades para conseguir un trabajo. Considerado, por una parte como de una calidad intermedia y por la otra, como un producto preciso que no se puede comparar con otros, la palabra ingeniero es una fuente de interpretaciones erróneas.

La red ESTRELA tuvo que definir las clases de habilidades que necesita tener el profesional que se va a capacitar. En la discusión, la palabra «master» pareció que se acomodaba a la plataforma. Siendo menos especificada culturalmente que «ingeniero», parecía más flexible. Las principales habilidades características fueron:

- ⇒ Una fuerte relación con el medio ambiente físico y humano, que solo puede lograrse a través de un casi profesional «con los pies en la tierra». La investigación teórica no puede considerarse como la mejor forma de capacitar estudiantes que tienen que ser capacitadores rurales. Un medio educacional para entender el mundo como es y no como debería ser es actuar sobre la realidad, en lugar de volar sobre ella.
- ⇒ La pluridisciplinaridad es una condición para tratar de evaluar la pregunta como un sistema complejo en lugar de una agregación de hechos. Esto no significa que un estudiante debe saber nada de todo (como el ultra-especialista que sabe todo de nada). Un estudiante debe preferiblemente dominar un área científica, pero a la vez, debe estar en capacidad de comunicarse con sus colegas en otras áreas complementarias.
- ⇒ El aprendizaje de por vida debe iniciarse tan pronto como sea posible. Las habilidades a desarrollar implican un conjunto de destrezas, más que una acumulación de conocimientos. El estudiante debe estar firmemente comprometido a aprender por sí mismo, sacando ventaja de su experiencia. En esta forma, la movilidad internacional, cuando se está cuidadosamente preparado, evita que se produzcan choques. Tal como dijo Sócrates, «lo primero que usted debe saber es que no sabe nada». Es más fácil descubrir algo en una atmósfera extraña.

Qué es desarrollo rural?

En Latinoamérica, el desarrollo rural es casi siempre un territorio para la investigación económica o sociológica. A la vez, las ciencias humanas parecen despreciar el currículo de ingeniería. Por otra parte, la tradición europea insiste en el desarrollo agrícola. En algunos casos, por ejemplo en los países del sur de Europa, las ciencias económicas y sociales son todavía muy teóricas. Los contactos físicos con los territorios, las empresas o las instituciones necesitan ser reforzados. De todas maneras, la mayoría de los profesionales consideran que deben tener en cuenta el ambiente humano y las necesidades del hombre, así como el marco físico. Lo anterior nos conduce a la necesidad de la interdisciplinaridad, la necesidad de construir lenguajes comunes, la necesidad de escuchar y entender los diferentes enfoques. En forma significativa, solo el equipo de trabajo puede compenetrarse con los enfoques complementarios. La habilidad para hacer trabajo cooperativo es por lo mismo una destreza a desarrollar.

Puesto que aún no tenemos indicadores ampliamente aceptados para evaluar la sostenibilidad, necesitamos estudiar y comparar diferentes enfoques en desarrollo rural. La investigación fundamental y práctica debe llevar al establecimiento de un conjunto coherente de indicadores tanto a nivel de la finca como a nivel del país. El establecimiento de un índice de sostenibilidad para las fincas resulta ser no satisfactorio si no se puede congregarse como macrovisión de una región. Los profesionales del desarrollo rural tienen que ver tanto con los agricultores, los intermediarios, las autoridades locales y el gobierno nacional. Su experiencia es muy importante para que el concepto de sostenibilidad llegue a ser una herramienta común a todos los actores. Desde el punto de vista práctico, la experiencia nacional y la historia se generan sobre una forma original de manejar las cosas. La forma de plantear un problema es una aptitud que se construye culturalmente y el actor involucrado en un mundo concreto puede actuar ciegamente mediante una reacción que parece «obvia». En esta forma, debemos insistir en «mercancías comunes» para todos los estudiantes, sin importar las áreas del conocimiento de donde provienen. Por ejemplo:

- ⇒ Estructuras. Cuáles son los actores en el problema a resolver? De dónde proviene su legitimidad? Por ejemplo, las oficinas públicas y las firmas privadas parecen diferentes a los ojos de un agricultor en Chile o en Francia. La palabra comunidad, y obviamente el concepto que la expresa, no es usual en dentro de la tradición europea del desarrollo rural. Es esto un concepto importado?
- ⇒ Tiempo. El desarrollo rural no tiene significados si no hay proyectos o programas. Sin embargo, los estándares de tiempo son diferentes entre un sociólogo que trata de entender las raíces culturales de emigrantes y un ingeniero que implementa un sistema de riego. Aparte de las diferencias internas, el administrador de un proyecto tiene que ver con el tiempo dedicado al campesino del altiplano, así como con las fechas de pago de los compromisos con el Banco Mundial.
- ⇒ Relaciones entre actores. La forma sistémica del enfoque de las preguntas establece relaciones que son tan importantes como los actores o como la realidad física. La interpretación de las relaciones es una habilidad clave para cualquiera cuya función sea actuar concretamente sobre la realidad.

Cómo pueden estar a tono las instituciones?

En primer lugar, la red evalúa si la convergencia entre los conceptos y las instituciones es necesaria. Convergencia no significa que cualquiera tiene que borrar todo lo que no está en el libreto. Es una inquietud de largo aliento que permite promover la comprensión entre los profesores, los investigadores y sus instituciones. Se requiere un conocimiento más preciso de las instituciones extranjeras. En la práctica, muchas dudas que tienen que tienen que ver con el progreso de las tareas provienen de un deficiente conocimiento de las otras universidades. Se debe comprender que el trabajo para las universidades europeas es más fácil, ya que han trabajado juntas dentro del marco del programa ERASMUS (<http://europa.eu.int/en/comm/d22/socrates/erasinf.html>). La movilidad de los estudiantes es una herramienta eficiente para entender como una universidad socia trabaja concretamente.

Cuando se intercambian conceptos pedagógicos, la primera idea es crear algo completamente nuevo. La implementación de un nuevo currículo es algo que suena placentero a los oídos de muchos estudiantes. Podemos añadir que es más fácil construir una casa nueva que reformar la vieja.

A pesar de todo, la red tiene como meta integrar algunos de los principales parámetros (movilidad internacional, interdisciplinaridad, sostenibilidad) dentro de un currículo ya existente. Un currículo en desarrollo rural, como ha sido definido por la red, debe estar en capacidad de integrar diferentes perfiles de estudiantes: el ingeniero técnico con experiencia laboral, el profesional especializado en sociología, así como en la industria de alimentos. Nuestra meta es preparar estudiantes de diferentes disciplinas para tener ventajas del «enfoque del desarrollo rural». La red debe proponer soluciones flexibles porque solo unos pocos especialistas desean ampliar su visión en lugar de operar únicamente en su propia área de trabajo.

Hemos escogido los siguientes:

- ⇒ El currículo de maestría busca capacitar profesionales en el campo del desarrollo rural, dentro de un contexto de trabajo en equipo. No se considera como un título «pre-Ph.D.».
- ⇒ Los estudiantes deben matricularse en un currículo de maestría existente (o equivalente) al de su universidad de origen. Dentro de la Maestría Internacional en Desarrollo Rural (IMDR), los estudiantes simplemente cambian o añaden créditos a

su currículum regular. Solo algunos estudiantes del grupo total están involucrados como estudiantes regulares en su universidad de origen.

- ⇒ El IMDR da a los estudiantes la oportunidad de alcanzar su maestría en una forma diferente. Deben completar por lo menos 20 créditos (evaluados de acuerdo al Sistema Europeo de Transferencia de Créditos, \pm 4 meses, ver europa.eu.int/en/comm/dg22/socrates/ects.html) en un país extranjero, bien sea como créditos académicos, de investigación o de trabajo de grado. Deben tener también 16 créditos interdisciplinarios, para ampliar el panorama de sus habilidades. La red tiene 6 áreas interdisciplinarias definidas: teorías de desarrollo rural, metodología de investigación, ciencias sociales y económicas, agroecología, conocimiento y comunicación.

Como resultado, la red ESTRELA evaluará ahora la calidad de su trabajo a través de la atracción hacia la maestría. Obviamente, sufre de algunas enfermedades congénitas: su identidad es compleja, la movilización internacional es costosa, los colegas que administran maestrías existentes tienen que estar convencidos. De todas formas, el trabajo que se ha desarrollado durante dos años dentro un contexto intercontinental ya está en operación. Los contactos con los primeros estudiantes muestran su clara percepción de la ventaja comparativa que ellos tienen a través de la movilización internacional, la interdisciplinariedad y la educación para la sostenibilidad.

Pero todavía necesitamos un rango de herramientas para un mejor conocimiento mutuo:

- ⇒ La movilidad de los estudiantes hace posible identificar concretamente las diferencias o las malas interpretaciones (sean pedagógicas, científicas o culturales) entre instituciones;
- ⇒ Los programas intensivos permiten una discusión abierta sobre aspectos científicos y pedagógicos. Ya se han organizado algunos con duración de una semana. Se están planeando otros sobre investigación común e intercambio con duración de un mes. Estos se organizan sobre una base continental para reducir los costos en cuanto sea posible (Brasil en 1998, Francia o Cuba en 1999, Portugal en el 2.000).

La investigación común, como un apoyo indispensable para alimentar la enseñanza, es el próximo paso para la red. La estrategia de implementación busca beneficiar progresivamente las acciones existentes:

1. Primera tesis codirigida a nivel de maestría;
2. Luego una tesis de doctorado codirigida;
3. Finalmente, programas comunes de investigación sobre bases colectivas.

Anexo 1. Documentos Internos discutidos en la Red

Información general

- «ESTRELA News», n° 1 to 7. 1996-1998. (francés, inglés).
- J. BARLOY «Objectifs principaux du programme ALFA du réseau ESTRELA». 1996. (francés).
- G. MARECHAL «Rapports intermédiaires et rapport final à la Commission des Communautés Européennes du réseau ESTRELA». 1996-1997. (francés).

Propuestas de currículo

- G. GONZALEZ «Maestría internacional de desarrollo rural: objetivos (proposición colegio)». 1996. (español).
- R.J. MOREIRA, R. BERBARA, A.L. BARBOSA, S. GOI «Programme de post-graduation en développement rural durable (proposition UFRRJ)». 1996. (inglés, francés, portugués).
- S. BERGAMASCO «Programme de post-graduation en développement rural durable (proposition UNICAMP)». 1996. (francés, portugués).

Generalidades sobre educación en ingeniería

- V.J. CAVALET, F. ZANETTE «Inovação educativa no ensino superior». 1996. (portugués).
- R.J. MOREIRA «Professional training in agrarian sciences». 1996. (inglés, portugués).

Generalidades sobre desarrollo rural

- G. DURAND «Développement rural: contribution au débat». 1995. (francés, inglés).
- F. DI IACOVO «Lo sviluppo rurale». 1996. (francés, italiano, portugués).

Documentos básicos sobre destrezas en las áreas de interdisciplinaridad

- J. SILICEO «Creación de un sistema integral de diagnostico». 1996. (español).
- M. SCARDAMALIA, Carl BEREITER «Computer Support for Knowledge-Building Communities». 1996. (inglés).
- J. WHITE, W. VANDENBOOR «Curriculum as reality: a dynamic tool for active learning». 1997. (inglés).
- P. ALBERTI, E. ZAPATA «Inclusión de la perspectiva de género en la maestría». 1996. (español).
- R. VERHE «Innovation and technology» 1997 (inglés).
- J.P. ROSSIGNOL «L'espace 1997 « (francés).
- E. ZAPATA «La perspectiva de género en los programas de mujeres». 1996. (español).
- G. MARECHAL «Le développement rural comme construction culturelle». 1996. (francés).
- S. INTANTE «Los aspectos cuantitativos en un programa académico en desarrollo rural». 1996 (español)

Anexo 2. Instituciones en la Red

EUROPA

- **Bélgica:** Université de Gand - Faculté Agronomique et de Sciences Biologiques Appliquées
- **España:** Universidad de Córdoba - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes (ETSIAM)
- **Francia:** Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes (ENSAR) Institut National d'Horticulture (INH) d'Angers
- **Italia:** Università degli studi di Pisa - Facoltà Agraria
- **Grecia:** Agricultural University of Athens
- **Holanda:** Wageningen Agricultural University
- **Portugal:** Universidade do Algarve, Faro
Universidade de Évora
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real

AMERICA LATINA

- **Brasil :** Universidade Estadual de Londrina
Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Agrícola
Universidade Federal do Paraná, Curitiba
Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
- **Chile :** Pontificia Universidad Católica de Chile - Facultad de Agronomía
- **Cuba :** Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias La Habana
Universidad de Holguín
- **México :** Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo
Universidad Autónoma de Zacatecas
Universidad Veracruzana, Xalapa
- **Venezuela :** Universidad Central de Venezuela - Facultad de Agronomía, Maracay

Un Modelo de Aula para Uso de WWW en la Educación de la Ingeniería Moderna

Ricardo M. Barcia, PhD

*Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis, SC
Brasil 88040 970*

Roberto Pacheco, PhD

*Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis, SC
Brasil 88040 970*

Leslie C. Paas, BA

*Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis, SC
Brasil 88040 970*

Compendio

Este artículo describe el proyecto piloto para un modelo de sitios WWW construidos especialmente para las clases fuera del campus del Departamento de Graduados de Producción e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Santa Catarina, Brasil. Este proyecto está siendo integrado al sistema STELA del Departamento, el primer Java Brasileño y la administración de la universidad se basa en el sistema databank. Los componentes del aula de los sitios WWW facilitan la enseñanza y el aprendizaje a través de un acceso mejorado a los recursos internos y externos, y de la comunicación mejorada mediante colaboración estudiante/estudiante y estudiante/profesor. El propósito de este proyecto es incorporar el uso de las redes de aprendizajes a la aula presencial con la meta de familiarizar tanto a estudiantes como a profesores con el uso y

las ventajas de las tecnologías de la información, que por último buscan ayudar a los usuarios a estar mejor preparados para ingresar a la fuerza de trabajo. Se describen, los aspectos técnicos del sistema y se discuten los ambientes para la interface y la enseñanza/aprendizaje hipermedia.

Introducción

En la era de la globalización y la rápida diseminación de las nuevas tecnologías de información, el concepto de «virtual» está llegando a ser una realidad que rompe las viejas barreras y crea otras nuevas en los negocios y en el estudio. La educación superior es un área donde esto es realmente aparente. Las universidades alrededor del mundo están comenzando a usar el Internet y otras tecnologías de la información, tales como el video y los sistemas de teleconferencias para incluir cursos completos en línea, en formatos más interactivos y flexibles que la tradicional educación a distancia. Por ejemplo, el Gobernador del Consorcio Oeste de más de 20 universidades de 13 estados de los Estados Unidos, ofrece a los estudiantes la oportunidad de tomar cursos variados y planeados para completar los requisitos de grado, ofreciendo así muchas mas opciones que las que una universidad podría ofrece [Hamilton, K. & Miller, S.]. Los administradores que trabajan en São Paulo pueden ahora obtener un MBA del Massachusetts Institute of Technology vía video conferencia, permitiendo la obtención de un prestigioso grado sin tener que renunciar a sus trabajos, ni desplazarse a los Estados Unidos mientras estudian. Puesto que las barreras de ubicación y el panorama se encuentra lejanos, se abre un mundo de oportunidades en el campo educativo. Esta será la norma para las futuras generaciones. Para la generación universitaria actual, que ha aprendido en los salones de clase donde se utiliza poca tecnología, la transición significa avanzar hacia un proceso de actualización de destrezas en computadores y redes, comprendiendo los nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje y los nuevos formatos para adquirir información, todos los cuales representan barreras. Esto conlleva a una metodología donde los estudiantes (y los profesores) se pueden familiarizar con el uso y las ventajas de las tecnologías de información y las posibilidades que se logran mediante la colaboración e interacción.

Este artículo describe el proyecto piloto para incorporar a las aulas que existen en el campus las redes de aprendizaje en la forma de sitios interactivos WWW del Departamento de Graduados de Producción e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Santa Catarina, Brasil. Este proyecto tiene como meta ayudar a los estudiantes a vencer las barreras en un mundo de oportunidades que presentan las tecnologías de información, y

por último preparar mejor a los ingenieros que van a entrar a la fuerza laboral de hoy en día.

Justificación

La necesidad de crear un modelo WWW para las clases en este departamento era evidente. El PPGEF está muy avanzado en las tecnologías de la educación a distancia y en el software de la administración de la universidad. Conserva las oficinas centrales del centro multipunto de videoconferencias entre todas las universidades del estado, que están suplementadas por los sitios Internet, trabajando en coordinación con la Secretaría Estatal de Educación en proyectos de capacitación tecnológica y actualización de currículo a profesores de las escuelas primarias. También hay programas a nivel de especialización y maestría que se ofrecen completamente en línea, integrados con la industria y con el apoyo y capacitación de profesores. El sistema STELA del departamento es el primer Java Brasileño y la administración de la universidad se basa en el sistema databank, donde los estudiantes hacen personalmente el registro de asignaturas, la solicitud de documentos oficiales, revisan las calificaciones y la información pertinente al departamento, disminuyendo así la carga de trabajo de la dirección. El sistema ofrece a la vez un módulo profesoral que da información estadística sobre las clases, etc.

Los sitios de las aulas han emergido como una extensión natural y necesaria del sistema STELA y un paso importante para acomodar el nivel avanzado de las tecnologías del departamento a la educación a distancia. Mucha de la información que está representada en los sitios WWW de los salones de clase ya ha sido capturada en la base de datos de STELA y la interface STELA se encuentra accesible en el Internet, lo que hace que tenga más sentido simplificar los programas de uso, en lugar de generar y actualizar los sitios WWW que tienen una intensa labor en las páginas HTML creadas manualmente para cada uno de los salones de clase. También, los estudiantes en el campus deben tener la oportunidad de sacar ventajas de las nuevas tecnologías de información, de las cuales disfrutaban los estudiantes de educación a distancia. Es verdad que no sólo les ayuda a preparar las eventuales oportunidades que ofrece la educación virtual, y el uso de la tecnología en el lugar de trabajo, sino que también ellos se pueden beneficiar de los resultados de la investigación, la evaluación y los nuevos modelos pedagógicos que han surgido de la experiencia del Laboratorio de Educación a Distancia del Departamento. Las ventajas del uso de la tecnología de información en la educación se están descubriendo rápidamente por medio de los investigadores líderes y las instituciones existentes

alrededor del globo. Se sabe que la tecnología del Internet es benéfica desde la perspectiva de un usuario y es relativamente fácil de entender y operar [Trentin, G. 1996] y tiene 5 cualidades que son ventajosas para estudiantes y profesores:

1. La independencia de tiempo (se puede acceder en cualquier momento)
2. La independencia de ubicación (accesible desde cualquier lugar)
3. La plataforma cruzada (se puede acceder a la información desde varias plataformas de computador)
4. El material es fácil de producir, publicar y acceder
5. El bajo costo.

También ofrece oportunidades de colaboración y participación de recursos desde un nivel local hasta un nivel internacional, una cualidad de extrema importancia a la luz de la globalización.

Descripción

Este proyecto tiene dos componentes principales: el modelado de los sitios comunes WWW para las disciplinas del departamento y la creación de las «herramientas» interactivas del Internet para la generación de las «páginas» en los sitios. El modelo de sitio que se creó incluye un total de 10 «páginas»: una página de bienvenida (ver Figura 1); un tablero para boletines, los lineamientos del curso; la descripción del curso, bibliografía, vínculo WWW relevantes; estudiantes; foros de discusión; seminarios y resúmenes de los trabajos finales.



Figura 1. Página Común de Bienvenida

Las herramientas utilizadas para generar automáticamente las páginas, incorporan manuscritos para integrar tanto las páginas estáticas HTML así como las páginas dinámicas de la información derivada de la base de datos STELA. Al llenar los patrones de los formatos HTML, los profesores hacen disponible información como la descripción del curso, materiales de lectura, vínculos WWW relacionados, etc. Los estudiantes contribuyen a enriquecer el sitio, al exterior del salón de clase, por medio de foros y proyectos abstractos de actualización, presentaciones, biografías, trabajo de grupo, etc. La Figura 2 muestra el formato, el cual, una vez completado por el profesor, genera automáticamente la página de bienvenida de la clase, que se muestra en la Figura 1.

Figura 2. Formato para la creación automática de la página de bienvenida

Ideales, Interface e Hipermedia

La tecnología del Internet permite tener acceso a la información y hacer un intercambio a través de la interface gráfica e hipermedia. Cuando se modelan los sitios, es útil recordar tres funciones que este modo de presentación de la información debe efectuar, como bien lo describe Glenn and Chignell [Faust, R. 1996]:

1. Hacer que la información sea fácilmente accesible
2. Hacer más obvias las vías de información
3. Hacer que el sistema pueda ser comprendido por mucha gente

Para dar cumplimiento a estas tres funciones, el proyecto fue estructurado alrededor del principio de la simplicidad. Los formatos hipertexto e hipermedia ofrecen muchas ventajas que se pueden convertir en desventajas si no son bien planeados. Por ejemplo, los usuarios tienen libertad para seguir (o no) los vínculos en lo que tiene que ver con estos

formatos, pero puesto que los vínculos no están bien definidos, el usuario puede perder tiempo buscando información, o no puede tener acceso al material más importante. En esta forma, un sistema de navegación seleccionado con descripciones claras de los vínculos, permite a los estudiantes acceder a cualquier página dentro del sitio en el salón de clase. Otro aspecto importante es la relevancia de los vínculos para que existan metodologías de la enseñanza. Por ejemplo, *los vínculos de los seminarios y los resúmenes de los trabajos finales* reflejan el formato de enseñanza comúnmente usado en el departamento.

A los tres aspectos fundamentales mencionados antes, se podría añadir un cuarto: mantener en mente el objetivo general de usar ambientes de hipermedia y de tecnología de la información. Los ambientes WWW modelados dentro de este proyecto están diseñados para facilitar la enseñanza con base en el salón de clase y el aprendizaje a través de la comunicación mejorada, la colaboración y el acceso a recursos internos y externos. Puesto que esta meta se ha logrado en extremo fuera de las horas regulares de clase, es útil considerar la teoría de Micheal Moore de los tres tipos principales de interacción que son importantes en la educación a distancia: estudiante/profesor, estudiante/estudiante y estudiante/contenido [Moore, M. 1989]. Este proyecto utiliza el Internet para facilitar las tres áreas de interacción en la educación presencial, puesto que tradicionalmente, el aprendizaje y la interacción no solo se presentan durante las horas de clase. Para una interacción mejorada estudiante/profesor, el profesor utiliza el e-mail o una sección de la página de la clase para informar a los estudiantes de las fechas de entrega de trabajos, las notas de las tareas, la lista de preguntas que deben preparar para la siguiente clase, etc. En la misma forma, los estudiantes utilizan el e-mail o un formato Web-page para contactar al profesor, evitando las molestias telefónicas o las visitas a la oficina. Las tareas administrativas del profesor han disminuido en vista de que a los estudiantes se les ofrecen herramientas para registrarse en los seminarios y definir los grupos de trabajo en formatos en línea. La interacción estudiante/estudiante es muy conveniente a través de e-mail y el foro del salón de clase electrónico que ofrece a los estudiantes un lugar centralizado para concretar las reuniones, comparar el trabajo producido y compartir con camaradería e ideas fuera de las horas de clase. La interacción estudiante/contenido se hace buscando en WWW el contenido de los cursos, su programación y cualquier otro material suplementario en línea, así como los vínculos con documentos relevantes.

Los beneficios de los sitios automáticamente generados dentro del salón de clase son obvios para los usuarios y para el departamento. Mientras que los estudiantes están en

línea, pueden tener acceso a una mayor información sobre cada disciplina antes de tomar la decisión de registrarla y los sitios de los semestres anteriores se archivan en el databank como un recurso valioso para el grupo del semestre siguiente. En esta forma, los estudiantes del semestre colaboran no solamente con sus colegas del mismo semestre, sino también con los pasados y los futuros. Esta base de datos ofrece a los profesores y a la institución la historia del trabajo y el progreso de los diferentes cursos durante varios semestres, lo cual es útil para ajustar o actualizar el currículo y el contenido del curso. El punto fuerte del sistema es que ni los profesores ni los estudiantes necesitan saber programar en HTML, y aún así pueden participar y contribuir con material a la WWW. Esto ayuda a romper las barreras percibidas de complejidad y facilita el aprendizaje con los beneficios que traen las tecnologías de información en la educación moderna de la ingeniería.

Conclusión

Este artículo describe el proyecto piloto para un modelo de sitios WWW, generados automáticamente en Departamento de Graduados de Producción e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Santa Catarina, Brasil. Este modelo incorpora una interface simple y fácil de entender, relevante para el estilo de enseñanza que corrientemente se utiliza dentro del departamento e incluye varios formatos interactivos y herramientas con base en databank, diseñadas para facilitar la enseñanza y crear redes de aprendizaje para profesores y estudiantes dentro del campus. Se espera que a través de estas herramientas fundamentales del Internet, los usuarios lleguen a estar familiarizados con los beneficios de las tecnologías de información, y por último ayudarles a competir en la fuerza laboral moderna. Los sitios para e-mail y WWW son los componentes básicos de la tecnología Internet. El alcance de esta tecnología incluye realmente todo lo que tenga que ver con: capacitar con base en el computador (un tutor inteligente), y compartir los tableros blancos y los grupos colaboradores para trabajar sobre texto/audio, video conferencias y mundos virtuales. Aun cuando las herramientas todavía no son óptimas, puesto que las capacidades y las nuevas tecnologías de enseñanza evolucionan, las aplicaciones de la tecnología en red llegarán a ser más sofisticadas y potencialmente presentan muchos más beneficios en el aprendizaje (esto es cierto si los profesores y los estudiantes están preparados para hacer buen uso de ellos). Mientras tanto, se debe hacer todo el esfuerzo para asegurar el uso de la tecnología de la información en los salones de clase de hoy en día, especialmente a nivel de universidad, donde los estudiantes adultos entrarán pronto a la fuerza laboral. También es importante hacer mención que aun cuando la tecnología de

Internet puede ser un suplemento maravilloso para facilitar la enseñanza y el aprendizaje en la clase, también tiene el potencial para ser incorporada dentro de las nuevas tecnologías de enseñanza y dar a los estudiantes destrezas importantes para la vida en la era de la información. Lauren Rosen [Rosen, L. 1997] ha compilado una lista extensa de ejemplos que muestran las diferentes formas como los recursos encontrados en el Internet se puedan incorporar dentro de las actividades del salón de clase; la posterior visión de la tecnología incorporada y las metodologías de enseñanza se pueden consultar en Sandholtz et. al. [Sandholtz, J; Ringstaff, C; Dwyer, D. 1997]. Estas destrezas se logran practicando actividades que reflejan la realidad del sitio de trabajo moderno, donde la globalización y la informática han causado cambios radicales internos. Puesto que se ha mostrado evidente que esta nueva época necesita un aprendizaje continuo, flexible, disponible a toda hora y en cualquier lugar, se debe hacer un esfuerzo para que los métodos pedagógicos apropiados refuercen la auto-responsabilidad y la colaboración del estudiante, quien usa los beneficios de los computadores y la conexión a la red.

Referencias

Glenn, B., and Chignell, M.
Hypermedia: Design for Browsing
Faust, Richard, (Ed.) 1996.

Hamilton, K., and Miller, S.
«Internet U - No Ivy, No Walls, No Keg Parties»
Newsweek, March 17, 1997, pg. 10

Rosen, L.
«Teaching with the Web
«<http://polyglot.lss.wisc.edu/lss/lang/teach.html>
(above resource last updated 05/12/97 at time of research)

Sandholtz, J., Ringstaff, C. and Dwyer, D.
Teaching with Technology: Creating Student-Centered
Classrooms
© Teachers College, Columbia University, 1997.

Trentin, G.
«Internet: Does It Really Bring Added Value to Education?»
International Journal of Educational Telecommunications
2(2/3), 1996, pp. 97-106

Proceso de reingeniería en el Tele-aprendizaje y la Educación a Distancia

Dulce Marcia Cruz, MSc.
Fulbright/CAPES Visiting Scholar
College of Communication - CMA 6.118
University of Texas
(512)471-4071 (phone) 471-4077 (fax)
dmcruz@ccwf.cc.utexas.edu

Marialice de Moraes, MA
Doctorate Student
Graduate Program in Production Engineering PPGEP
CTC- UFSC
(048) 2317018 (phone) 2334718
mariali@eps.ufsc.br

Ricardo Miranda Barcia, PhD
Program's Coordinator
Graduate Program in Production Engineering PPGEP
CTC- UFSC
(048) 2317018 (phone) 2334718

Compendio

La adopción y uso de nuevas tecnologías interactivas en la Educación a Distancia, especialmente el Tele-aprendizaje es una tendencia creciente en los países más avanzados. Esta tendencia es hoy en día tan fuerte que, siendo interactiva se torna como pre-condición necesaria. Algunas razones para ello son: el valor percibido del trabajo en equipo; la popularización del modelo constructivista en donde el proceso y el contexto en que ocurre el aprendizaje tiene un valor significativo; la disminución de los precios de los equipos de telecomunicaciones; y los costos de transmisión, que facilitan su aplicación a una amplia variedad de propósitos y objetivos. El tele-aprendizaje puede ser visto como la respuesta a la demanda del aprendizaje abierto y flexible, utilizando

diferentes tecnologías en diferentes contextos, entre diferentes niveles y estilos del aprendizaje. También da respuesta a las preguntas pedagógicas y curriculares de las diferentes instituciones, educacionales o no, así como las diferentes metas filosóficas y estratégicas. En este artículo se intenta discutir los problemas y beneficios y a la vez, dar respuesta a lo que la adopción del Tele-aprendizaje plantea a la realidad brasileña. El artículo analiza la investigación vigente sobre la Educación a Distancia basada en la Tecnología y compara los resultados de una investigación realizada con 87 estudiantes y 6 profesores de las dos Maestrías en Ingeniería ofrecidas por el PPGE (Programa de Graduados en Ingeniería de Producción de la Universidad Federal de Santa Catarina, UFSC) para organizaciones privadas. En estos Programas de Maestría, PPGE, se ha estado usando el equipo para el estado-de-arte de las Videoconferencias (video en dos direcciones) en las clases, y mediante una selección de herramientas con base en Internet que ofrece a estudiantes y profesores un ambiente interactivo fuera de las actividades del salón de clase. El primer resultado indica que el Tele-aprendizaje permite no solo el mejoramiento del proceso enseñanza-aprendizaje sino también una reingeniería pedagógica a través de la combinación de las diferentes técnicas pedagógicas con los recursos disponibles, como nunca antes se había visto.

Introducción

Estamos viviendo en un mundo globalizado, donde la información y el conocimiento se ven como una poderosa ventaja. En el mundo en que vivimos, y por consiguiente, en la globalización, la palabra parece ser un concepto del momento y está marcada no solo por la importancia creciente de la información, sino ante todo, por la distribución y producción del conocimiento. El tener acceso a la información y la posibilidad de usarla para producir y difundir el conocimiento es parte fundamental del mercado (el proceso productivo). Por esta razón, hay una demanda creciente de la Educación Continuada, el Aprendizaje Flexible y todas las formas de capacitación profesional ofrecidas mediante el uso de la Tercera Generación o las Técnicas de Educación a Distancia con base en la Tecnología.

Usando la amplia selección de medios interactivos a los cuales tenemos acceso hoy en día, es posible mejorar el potencial de la educación continuada y otros modelos de Educación a Distancia. Las universidades y colegios pueden abrir al mundo el uso de la

tecnología de las telecomunicaciones, venciendo sus propios límites (Tiffin, 1995). Los estudiantes y los profesores pueden intercambiar información, trabajar conjuntamente en investigación y proyectos de clase, y/o comunicarse con sus colegas, haciendo la vida académica más motivante y productiva.

El Tele-aprendizaje es posible debido a las últimas innovaciones tecnológicas. Sin embargo, no es solo el resultado de la revolución tecnológica, sino que implica la adopción de nuevos paradigmas educacionales, donde los estudiantes tienen más poder y los profesores son vistos como orientadores que muestran las rutas que ellos pueden seguir. No existe una respuesta única, sino la construcción de una comprensión de la colaboración. Para trabajar dentro de este nuevo concepto, los profesores deben replantear sus prácticas, al igual que los estudiantes. El nuevo paradigma existente considera al aprendizaje como un proceso social y el uso de las tecnologías interactivas parece ser muy importante para el éxito de los programas educativos.

A pesar de los beneficios destacados, el Tele-aprendizaje no se ha adoptado en Brasil. Una de las barreras a esta adopción es el precio de la tecnología necesaria (todavía muy alto), en contraste con las inversiones gubernamentales (todavía muy pequeñas). En las dos últimas décadas, los recursos económicos entregados a la Ciencia y Tecnología estuvieron entre el 0.5 y el 0.6% del Producto Interno Bruto. La mayoría de los países desarrollados invierten alrededor del 2.5% durante el mismo periodo. Brasil es hoy en día 8º en la economía mundial, pero ocupa el puesto 30 en Ciencia y Tecnología. Hay más de 1.500 programas de pregrado en Brasil con alrededor de 1.150.000 estudiantes inscritos. De éstos, únicamente 150.000 siguen programas de ingeniería. Las dos terceras partes (2/3) de los estudiantes de pregrado cursan Humanidades. La mayoría de ellos no encuentran empleo cuando egresan de la universidad. Todos los estudiantes de Ingeniería requieren algún tipo de capacitación especializada después de completar sus programas. Por lo menos el 50% de ellos son usuarios potenciales de los cursos de Educación Continuada en Ingeniería, ya que requieren una actualización permanente para conservar sus trabajos en la industria, o para obtener una ayuda financiera estatal que les permita continuar un programa de graduados o realizar una investigación independiente.

Este panorama refleja la situación política y económica de Brasil, lo cual no es el enfoque de este artículo. Sin embargo, es significativo entender qué tan importantes son las iniciativas en educación a distancia usando el Tele-aprendizaje para el desarrollo de una mejor calidad de la Producción Científica y Tecnológica en Brasil. En el caso de las



universidades brasileñas, la enseñanza a distancia permite la planeación y el mejoramiento de la calidad de los programas en todo el país, al igual que la integración de éstos con el sector productivo. En este sentido, la enseñanza a distancia puede ser considerada como una alternativa para la mejor distribución del «know-how» existente en los centros del conocimiento de Brasil, así como el mejoramiento de la producción.

Desde 1995, el Laboratorio de Educación a Distancia (LED) del Programa de Graduados en Ingeniería de Producción (PPGEP) ha estado concentrando esfuerzos para ofrecer una alta calidad de los programas de educación a distancia. Algunos de los programas desarrollados en este periodo, y los que están actualmente en desarrollo, son especialmente diseñados para apoyar al profesional en el área de la Ingeniería, y a aquellos que están trabajando en diferentes sectores de la economía. En este artículo presentamos algunos de los resultados de la investigación que se está realizando con profesores, estudiantes y personal técnico de los dos programas de maestría ofrecidos por el PPGEP a dos compañías: a) Equitel/Siemens, un líder en productos de telecomunicación, y b) Petrobras, la compañía estatal petrolera de Brasil.

La nueva generación de la educación a distancia

La mayoría de teóricos de la educación a distancia están de acuerdo sobre una definición básica del campo que incluye cuatro características: «a) el profesor y el alumno deben estar separados en la mayoría de los procesos de aprendizaje; b) el curso o programa debe estar influenciado o controlado por una institución educacional organizada; c) se debe usar algún tipo de formato, para vencer la separación física que hay entre el profesor y el estudiante y cumplir con el contenido de los cursos; d) en alguna forma, se debe establecer comunicación de doble vía entre el profesor y el estudiante». (Mood, 1995, p. 19).

Sin embargo, los cambios rápidos en la sociedad y en la tecnología están desafiando estas definiciones tradicionales. Varios autores consideran que el mejoramiento tecnológico ha producido una redefinición de la educación a distancia. Edwards (Apud Schlosser, 1997, p.3) establece que el aprendizaje abierto va desde la producción en masa y el consumo en masa hasta el enfoque de las necesidades y requerimientos locales e individuales. Esto puede ocurrir fuera de la organización tradicional de la educación. «La educación a distancia ofrece oportunidades de aprendizaje, usando una masa que produce contenidos de los cursos a un mercado de masas. Por el contrario, el mayor énfasis se

debe dar en los lugares del aprendizaje abierto, sobre las necesidades específicas vigentes y/o los mercados disponibles mediante el reconocimiento de los requisitos locales y las diferencias, en lugar de entregar un currículo preestablecido» (Apud Schlosser, 1997, p. 3).

Los salones de clase electrónicos virtuales están haciendo posible, por primera vez, enseñar a distancia en un proceso cara a cara. Esto explica el por qué el aprendizaje abierto y flexible es considerado más descriptivo, siendo que las nuevas actividades utilizan telecomunicaciones, lo que está cambiando también el ambiente educacional tradicional. La «distancia» no es el parámetro más importante, sino la forma como la comunicación lo hace. En este sentido, la nueva generación de la educación a distancia se puede denominar como «tele-aprendizaje» debido a la habilidad para hacer conexiones entre personas y recursos a través de las tecnologías de la comunicación, usadas para el aprendizaje (Collis, 1995, p. 9).

El tele-aprendizaje se puede denominar televisión educativa, transmisión, documentales, comunicación con base en el computador, computadores con conexión en red, probablemente con acceso a Internet o e-mail; World Wide Web; televisión interactiva, videos interactivos comprimidos, conferencia por video. El Tele-aprendizaje «puede tener lugar de diferentes formas, en diferentes direcciones, con o sin profesor, dentro de diferentes organizaciones de instrucción, incluido en un curso o sin que un curso lo involucre, entre diferentes niveles y tipos de estudiantes, por medio de una variedad de tecnologías y a través de una variedad de pedagogías y enfoques del aprendizaje y por una variedad de motivaciones filosóficas y de aprendizaje» (Collis, 1995, p. 11). Esta larga definición se puede usar como marco de referencia cuando usamos el término común «Educación a Distancia».

Una de las principales características del tele-aprendizaje es la interactividad. Se ha usado en forma indiscriminada, la mayoría de las veces como sinónimo de retroalimentación, por lo cual hoy en día, el término interactivo se ve como una pre-condición necesaria. Como necesidad humana que es, aumenta la motivación y el interés. En casos de capacitación, se incrementa la velocidad de asimilación y el grado de retención de las oportunidades de información para que el estudiante se exprese. El nivel de aprendizaje profundo y el desarrollo del pensamiento crítico están relacionados (Mason, 1994, p. 26).

Uno de los medios de uso más promisorio en los cursos interactivos es la videoconferencia. Se define como «gente observando un monitor y hablando con la gente que ellos están observando» (Collis, 1995); la videoconferencia es una facilidad de las telecomunicaciones que permite que dos o más sitios, separados mediante una distancia geográfica, interactúen con sonido y visión (Abbot, 1995). Como medio para crear la presencia social, especialmente en grupos pequeños, la videoconferencia se puede usar en trabajos compartidos. El incremento de grupos de trabajo comercial e industrial, aumenta la demanda para hacer prácticas en proyectos de aprendizaje colaborativo, discusiones y presentaciones en educación y capacitación para adultos (Mason, 1994, p. 31).

A la vez, el paso de la difusión de la denominada Comunicación Mediante Computador (CMC - término de propósito general que se aplica a una variedad de tecnologías de comunicación e información, inclusive en Internet) y de los medios electrónicos relacionados, está presentando un reto significativo a la educación (Paulsen, 1995). Entre los nuevos medios que se han introducido en la educación a distancia, el Internet aparece ampliamente adoptado y exitoso. La difusión del Internet, especialmente como medio principal o secundario de los cursos de Educación a Distancia, lleva a la necesidad creciente de tener una mejor comprensión de sus implicaciones para las interacciones estudiante-profesor y estudiante-estudiante. «El ambiente activo del aprendizaje social ofrecido por un computador con acceso a redes locales, nacionales e internacionales aumenta la interacción y la comunicación entre estudiantes, profesores, compañeros de otras entidades y otros miembros de la comunidad mundial» (Berge y Collins, 1995).

Los computadores en red están siendo usados en la mayoría de universidades, aun en aquellas que ofrecen programas de Educación Continuada, con el fin de intercambiar e-mails, acceder a los sitios WWW e implementar discusiones o nuevos grupos. Sin embargo, hay una adopción creciente de la denominada «Universidad Virtual», donde los recursos ya se encuentran en Internet y se han adaptado a la enseñanza-aprendizaje, creando una metáfora de la escuela real.

Si vemos el tele-aprendizaje como un fenómeno pedagógico, podemos pensar cómo mejorar los componentes instruccionales que se pueden combinar para producir una lección o un curso (Collis, 1995, p.14-15):

1. la presentación de conceptos e información por parte del profesor
2. la comunicación entre el profesor y los estudiantes o entre los estudiantes sobre el contenido del aprendizaje

3. la comunicación en forma de discusión entre más de dos personas sobre los materiales del aprendizaje
4. el auto-estudio que involucra la lectura primaria
5. la práctica individual y las actividades de consolidación, tales como ejercicios o ensayos, con alguna forma de retroalimentación
6. las actividades de grupo
7. la valoración y actividades de prueba

Haciendo las mismas cosas, pero mejor, se puede enriquecer la práctica pedagógica a través del tele-aprendizaje. «El tele-aprendizaje puede ser usado para enriquecer la práctica pedagógica; se puede usar para cambiar el balance entre los componentes dentro de esa práctica o traer nuevas combinaciones de componentes que no aparecieron antes o quizás no fue posible antes». (Collis, 1995, p. 17). La pregunta central es: cuáles son las diferentes vías para que las actividades puedan ser adaptadas, tanto en su balance como en su combinación, a través del tele-aprendizaje para lograr una reingeniería pedagógica?

Antes de continuar, es importante hacer claridad que los resultados de la investigación, descritos en este artículo, son los primeros de un esfuerzo a seguir en los cursos interactivos del PPGE. Se basa en las observaciones en clase, las charlas informales con los profesores y la aplicación a estudiantes de los pre y post cuestionarios. Estamos presentando un conjunto preliminar de los resultados, puesto que el proceso de investigación continúa y pronto tendremos nuevos resultados. Los resultados que tienen que ver con las videoconferencias se relacionan con la observación de los programas de Maestría ofrecidos por el PPGE, donde los resultados del Internet solo son utilizados en uno de ellos (el programa de Maestría con Petrobras).

El desarrollo de los cursos de educación a distancia de la PPGE

El uso de la videoconferencia:

Durante la primera etapa de los cursos de educación a distancia, el PPGE seleccionó la videoconferencia como el principal medio para divulgar el contenido del currículo. Se pueden citar algunas razones positivas para explicar el por qué del uso de las tecnologías interactivas para dar a conocer los cursos de educación a distancia:

1. La videoconferencia permite hacer pequeños cambios en los métodos instruccionales cara a cara
2. Es posible usar varios medios para complementar la comunicación entre profesores y estudiantes (e-mail, fax, teléfono, correo, reuniones personales, etc.)
3. En los cursos por videoconferencia es posible usar varias actividades instruccionales y materiales didácticas como audio, video, WEB, software gráfico, ilustración de objetos en 3D, etc.
4. El diseño de los materiales que se van a usar en las clases de video, es más económico y menos sofisticado que producir otras producciones de tele-aprendizaje tales como transmisión ITV de clases, CBT, CDROMs, los cuales involucran equipos técnicos de televisión, apoyo de personal especializado, producción costosa de TV, tiempo de transmisión, etc.
5. La videoconferencia permite establecer un lugar para socializar el aprendizaje y trabajar en grupo.
6. Es posible escoger el uso de cursos más interactivos (pequeñas clases) o menos interactivos (grandes clases).
7. Puede ser entregado directamente a organizaciones, instituciones, universidades, etc. tanto públicas como privadas.
8. Hay varias formas de llegar (líneas telefónicas, satélites, ISDN, cable, fibra óptica, microondas, etc.).

Sin embargo, no es posible ignorar el otro extremo. La videoconferencia también presenta algunos aspectos negativos, que se pueden considerar desventajas, y hay una problemática para poder tener la implementación total. Algunos de estos son:

1. Los problemas relacionados con la novedad de la tecnología, tales como la calidad del sonido y del video, la dificultad de adaptación del salón de videoconferencias a una situación didáctica, y el uso no adecuado por falta de experiencia del equipo de apoyo técnico.
2. El alto costo de la implementación, instalación y mantenimiento del equipo, comparado con su utilización.
3. Los altos costos de transmisión y la inestabilidad de la infraestructura de transmisión.
4. La falsa comprensión del material didáctico, reduciendo su uso a la situación de la clase, con una baja interacción y una falta de intercambio entre los participantes. Este problema es una consecuencia de la falta de capacitación de los profesores y estudiantes involucrados en los cursos por videoconferencia.

La videoconferencia: qué estamos haciendo?

Se presentaron varios retos al grupo de profesores del PPGE, cuando ellos planearon el primer Programa de Maestría a Distancia que se ofreció a Equitel. Los cursos se iniciaron en Septiembre de 1996 con 36 estudiantes seleccionados por los gerentes de la compañía. Con la experiencia pedagógica y la falta de experiencia técnica sobre el uso de la videoconferencia, la opción fue crear cursos tan cercanos como fuera posible a las clases tradicionales. A los profesores se les dio alguna capacitación técnica antes de iniciar las clases. Se redactó un manual para ayudar a los profesores a entender los resultados técnicos sobre los nuevos medios y lo que ellos deben saber para crear sus cursos.

A pesar de que los profesores involucrados en el programa no estaban realmente preparados para enseñar usando la videoconferencia, usaron su amplia experiencia en el salón de clase tradicional y pronto descubrieron la forma de evitar las faltas comunes (como la falta de atención de los estudiantes en las presentaciones orales) y su creatividad para mejorar sus clases. Ellos utilizaron su «teoría práctica» (Marland, 1997) para responder a los retos que establecía el nuevo medio. Los profesores involucrados con el programa de Maestría de Petrobras usaron la misma estrategia.

Mirando las evaluaciones de los estudiantes, percibimos que los profesores involucrados en ambos programas conservaban sus características particulares de enseñanza, pero trataron de adaptar y hacer sus clases más flexibles y en armonía con el nuevo modelo. Los estudiantes lo percibieron y disfrutaron esta «apertura total» de las clases. Sintieron que podían participar y comunicarse con sus profesores y que su participación era vista como importante para la interactividad de las clases. Pero, a pesar de que disfrutaron del cambio, los estudiantes respetaron el conocimiento acumulado de los profesores más experimentados y durante las clases de ellos escucharon y aprovecharon la información transmitida, la cual fue considerada como motivante (Cruz e Moraes, 1997).

A pesar de la opinión positiva sobre el curso y sus profesores, algunos estudiantes se quejaron de lo que llamaron «distancia del contenido en relación con los objetivos de su trabajo». Esto sucedió porque, como adultos y empleados, esperaban respuestas directas a los problemas de su trabajo práctico», no «abstracciones científicas». En la literatura se encuentra esto como «Estilo de Memo o Estudiante Profesional». De acuerdo a Nipper, los estudiantes profesionales son «bloqueadores del curso, limitados y hasta cierto punto, neutrales, pasivos y formateados... También pueden ser altamente sensitivos al

tiempo y a los factores de costo cuando se comprometen con el aprendizaje profesional en su lugar de trabajo» (Apud Collis, 1996, p. 156). Puesto que algunos profesores ignoran esta situación, algunos cursos no fueron considerados «adecuados» por parte de los estudiantes. Por lo mismo, algunos estudiantes fueron muy críticos sobre los cursos, pero no hubo referencia directa a sus profesores.

Los resultados obtenidos hasta ahora señalan la necesidad clara de un periodo de preparación para la institución educacional que desea adoptar esta nueva propuesta pedagógica - el Tele-aprendizaje. La experiencia del PPGEP fue exitosa, pero sin una capacitación adecuada a profesores, estudiantes y técnicos involucrados, el riesgo de fracaso es grande.

Uso del Internet en el Programa de Maestría en Logística/Petrobras Una iniciativa pionera en su fase de maduración

A comienzos de Agosto de 1997, el Programa de Maestría Tecnológica en Logística, ofrecido a los directivos y técnicos de Petrobras, se enfrentó con el reto de ser el programa pionero del PPGEP en el uso de Internet. Este suceso se considera fundamental para mejorar las inversiones del programa en esta área. Era de común comprensión que todos los estudiantes deberían tener la familiaridad necesaria con Internet y WWW para poder entender los servicios propuestos y usarlos sin problema o con un apoyo cercano. Se debería tener el escenario ideal. A pesar del hecho de que la mayoría de los estudiantes tenían un contacto previo con el Internet, solo lo usaban como diversión. La mayoría tenía acceso únicamente a los servicios de correo electrónico y nunca habían bajado un archivo del Web. No eran usuarios muy capacitados, y requerían más ayuda de la que e habíamos planeado ofrecer. Ese fue nuestro primer problema.

Para vencer las dificultades de uso del curso de WWW en el sitio, establecimos un diálogo fructífero con los estudiantes a través del e-mail, tratando de darles a entender el por qué del uso de los servicios ofrecidos en el Programa. Los estudiantes tenían acceso al uso de un e-mail especial, que distribuía los servicios recibidos a un grupo de apoyo formado por un técnico (el Webmaster), un pedagogo y dos investigadores, quienes respondían todos los mensajes recibidos, ayudando a los estudiantes a familiarizarse con el medio (Internet) y logrando un mejor uso de los servicios ofrecidos. Los servicios ofrecidos a los estudiantes del programa son el de noticias en el sitio - Novedades - que pueden ser visto como una clase de «tablero de noticias» electrónico, donde pueden encontrar toda la

información que tiene que ver con horarios, programas alternativos, cambios de programación, etc. también se puede usar para mostrar información sobre eventos interesantes, que tienen que ver con el área de estudio. Se creó una biblioteca virtual, donde los profesores envían programas, artículos, tareas, etc. a sus estudiantes para ser recuperados o consultados.

Otra herramienta importante es la denominada «Sala de Trabalhos», donde los estudiantes pueden dejar sus tareas cuando las han completado, las diapositivas para presentación por computador, etc. y los profesores pueden tener acceso al material y evaluarlo. Otras herramientas desarrolladas son una lista de discusiones, denominada «Sala de Discussão», un servicio de conversación (Sala de Reunião), y una biblioteca de casos (Banco de Cases), que puede ser usada por estudiantes y profesores, para enriquecer las discusiones del salón de clase. Las otras herramientas son el servicio de e-mail (mailbox) y un calendario. (Cruz e Moraes, 1997).

La principal meta del sitio WWW es aumentar las posibilidades de interacción entre los estudiantes, entre los estudiantes y los profesores y entre los estudiantes y la tecnología y el contenido, en todo momento del proceso enseñanza/aprendizaje. Por esta razón, el objetivo del sitio WWW es algo más que duplicar las características de la escuela tradicional, sino el uso del potencial del Internet para lograr en forma amplia estas interacciones.

Los problemas técnicos se presentaron - el montaje de seguridad de la red de la compañía, la velocidad de acceso¹ y la dificultad de tener actualizado el sitio. Para vencer estas dificultades, se han dado algunas soluciones paliativas como la adopción de un suministrador externo de Internet, la adopción de otros medios no considerados antes como el fax y el teléfono (para enviar y recibir documentos y para promover la discusión de los estudiantes con el equipo de profesores).

Estos problemas fueron claramente observados como el factor que redujo la motivación de los estudiantes para usar el sitio. En un cuestionario aplicado al final del primer trimestre del programa, los resultados indicaron que el acceso y la navegación en el sitio eran difíciles o muy difíciles (80%). Sin embargo, ellos hacen énfasis en que el problema de la

¹ Este problema es causado por la configuración de acceso a Internet en Brasil. Como resultado de una indefinición política, tenemos dos redes diferentes: una científica (RNP) y una comercial (embratel) que trabajan en paralelo y con una interferencia permanente cuando las dos se conectan.

velocidad de la red es el más difícil de sobreponer (alrededor del 80%). A pesar de los problemas, los estudiantes encontraron que el sitio WWW era muy útil, especialmente para bajar copias de las presentaciones en PowerPoint del profesor y conocer los últimos cambios en el calendario del programa.

Qué está ocurriendo ahora?

Algunos de los servicios se sacaron del sitio, porque ellos no llenaban las expectativas de los estudiantes (reveladas en conversaciones informales vía VC o por teléfono) y porque ellos implicaban una mayor inversión de apoyo técnico en tiempo y mantenimiento. Los servicios como el «Banco de Cases», que se vislumbró como una herramienta poderosa para mejorar la interacción y enriquecer las discusiones en el tiempo de clase, no atrajeron a los estudiantes. Este servicio está siendo reformulado y puede ser desactivado, puesto que estuvo en uso durante los dos primeros trimestres del programa.

Servicios como el de la biblioteca virtual, ampliamente aceptada por la mayoría de los estudiantes, y que fue manejada solo mediante apoyo técnico, están completamente automatizados hoy en día, y los estudiantes pueden realizar sus propias publicaciones. Lo mismo ocurrirá pronto con otros servicios. La idea es ofrecer un conjunto de servicios que puedan ser fácilmente utilizados por los estudiantes y fácilmente manejados por el equipo de apoyo. A la vez, se ofrece una capacitación especial a todos los profesores involucrados en el programa que utilizan Internet. Los profesores serán los mejores vendedores de este modelo cuando comprendan este propósito y sepan como usarlo en todo su potencial.

Conclusión

La experiencia del PPGEF con el tele-aprendizaje muestra la importancia de la adopción de nuevas tecnologías en el desarrollo de la producción científica y técnica en el Brasil. A la vez, muestra que hay muchos obstáculos a vencer para lograr su difusión a un mayor número de usuarios. Algunos de los problemas están relacionados con la infraestructura (calidad de las líneas de transmisión/medios, etc.), otros con la política (la falta de recursos naturales) y con la capacitación del personal involucrado. El tele-aprendizaje es un campo amplio y fértil de investigación y este artículo describe solo las experiencias del PPGEF en esta área.

Para concluir, es importante decir que los programas que se han ofrecido, como se enfoca en este artículo, tienen un carácter experimental. Se centran en el desarrollo de una metodología adecuada y los mecanismos para lograr la utilización del potencial total de las tecnologías que tenemos a mano, para aumentar así el número de estudiantes que asisten a nuestras universidades y la calidad del conocimiento producido.

Bibliografia

- Abbot, L., Dallart, J., Livingston, R, Robinson, A. Videoconferencing and Distance Learning. Northern Ireland:University of Ulster, 1993.
- Collis, Betty. Tele-learning in a Digital World: the future of Distance Learning. London: International Thomson Computer Press, 1996.
- Cruz, Dulce M., Moraes, Marialice. Tecnologias de comunicação e informação para o ensino a distância na integração universidade/empresa. 4o. Congresso Associação Brasileira da Educação a Distância (ABED): «EAD -Enfoques Formais e Nao-formais». Dezembro, Sao Paulo, 1997.
- Marland, Perc, Towards more effective open & distance teaching. Kogan Page/Institute of Educational Technology, Open University, Open and distance learning series, London.1997.
- Mason, Robin. Using communications media in open and flexible learning. London: Kogan Page, Open and distance learning series,1994.
- Mood, Terry A. Distance education: an annotated bibliography. Englewood, Colo: Libraries Unlimited, 1995.
- Pessoa, Marcos L. Personal contributions to the discussion about Science and Technology in Brazil, hosted by Bras-net (bras-net@fppsp.fapesp.br), August/September 1995.
- Rajasingham, Lalita, Tiffin, John. In search of the virtual class: education in an information society. London: Routledge, 1995.
- Paulsen, Morten Flate. The Online Report on Pedagogical Techniques for Computer-Mediated Communication, NKI, Oslo, Norway, Aug. 1995. [URL: <http://www.hs.nki.no/~morten/cmcped.htm>]
- Schlosser, Charles A. Distance Education: Review of the Literature, 2 nd Edition. Washington, DC: Association for Educational Communications and Technology, 1994.
- Berge, Zane and Collins, Mauri. Computer-Mediated Communication and the Online Classroom in Distance Learning. In: Computer-Mediated Communication Magazine, volume 2, Number 4, April 1, 1995, p 6. [URL: <http://sunsite.unc.edu/cmcmag/1995/apr/berge.html>]

fundamentales y las ecuaciones (por ejemplo, la Ley de Fick, la Ley de Fourier, etc.) a un nivel introductorio, ellos experimentan el razonamiento de la ingeniería química, los cálculos, las decisiones y las aplicaciones, incluyendo algunos problemas abiertos. El nivel del material está diseñado para retar a los estudiantes a que estimulen su interés y planteen los problemas con el sentido del rigor del currículo de ingeniería química. El curso ha recibido evaluaciones muy positivas por parte de los estudiantes, aún de aquellos que posteriormente se trasladan a otras áreas después de reflejar su experiencia en este curso. A la vez, los que aprueban el curso perciben que están mejor preparados para los cursos avanzados de ingeniería química. A partir de esta experiencia, tienen una visión más integrada del área y pueden aprender tópicos más avanzados por las perspectivas de conexión con otras asignaturas del programa. Los beneficios son bien juzgados y valen la pena, por los limitados recursos que se ofrecen, para este curso de 2 créditos.

Introducción

Proponemos un curso que presenta, al currículo de ingeniería, algunas de las características de una clase bien diseñada. Partimos de la suposición de que nuestra meta para un periodo particular de clase era enseñar a los estudiantes una asignatura compleja con muchos componentes. Probablemente, nos gustaría comenzar describiendo cada componente en detalle, uno por uno, hasta que se describan todos. En su lugar, ofreceremos una visión, describiendo el tópico como un todo e introduciendo las partes del componente con relación a cada uno de los otros y a la asignatura total. Esta introducción es la base para las descripciones siguientes de las partes individuales.

Así, la mayoría de currículos en ingeniería comienzan enseñando tópicos específicos, sin tener una visión inicial de los fundamentos de esos tópicos. Los estudiantes de primer año dudan sobre la selección de su carrera cuando se les expone el primer tópico (o los dos primeros) para ayudarles a comprender lo que es su disciplina, antes de que tomen una decisión final sobre su área de estudio, mientras que los primeros cursos que se les dictan presentan un panorama inadecuado, o distorsionado, de la disciplina. Posteriormente, aquellos estudiantes que deciden permanecer estudiando en su área continúan formando lentamente su comprensión, semestre a semestre. Si no existe una perspectiva amplia como de andamio, con frecuencia ven cada tópico como una nueva asignatura,

sin relacionar el conocimiento adquirido previamente. En la mayoría de los casos, los estudiantes obtienen el primer vistazo de la disciplina como un todo en un curso de finalización, cuando se está completando el currículo, pero se han perdido muchas oportunidades de conexión e integración antes de tomar ese curso.

Un curso introductorio al iniciar una disciplina de ingeniería puede ofrecer el mismo tipo de visión y fundamentación que se ofrece al inicio de una buena clase. En este curso del primer año, los estudiantes realizan un trabajo introductorio en una amplia gama de tópicos organizados para ofrecer una visión integrada de la disciplina. El trabajo debe ser lo suficientemente riguroso para que los estudiantes tengan un indicador significativo de la naturaleza de su disciplina, en tal forma que los estudiantes puedan evaluar su interés y aptitud en el área. La integración se puede lograr, configurando el material alrededor de un proyecto que tenga que ver con todo el material del curso y lleve a una concepción típica del proyecto y a una conclusión significativa. Por otra parte, este enfoque se acomoda bien a problemas abiertos, al pensamiento creativo y a la interacción en equipo, junto con los principios técnicos de una disciplina. Finalmente, esta experiencia introductoria puede ser ofrecida a los estudiantes del primer año sin invertir recursos significativos, por ejemplo, a través de un curso sencillo de un semestre y dos horas crédito.

En esta presentación, describimos un curso introductorio de ingeniería química para el primer año con el fin de ilustrar la factibilidad y el valor del enfoque descrito antes. El curso semestral de dos horas crédito se comenzó a dictar hace cinco años y ha evolucionado y mejorado, con un material que ha sido publicado para el curso en forma de texto [1]. Mientras que la descripción del curso se refiere específicamente a ingeniería química se puede adaptar el mismo enfoque a otras disciplinas de la ingeniería.

Metas para el curso

Un curso de una disciplina específica para estudiantes de primer año debe cumplir los objetivos descritos antes y puede tener un número de metas específicas, dentro de las cuales se incluyen:

1. Familiarizar al estudiante con la disciplina particular de la ingeniería, tanto a nivel de información como de participación.
2. Ofrecer una visión integrada de la disciplina de ingeniería, como de las bases para

los siguientes cursos.

3. Enseñar principios significativos de ingeniería, tales como:
 - Conceptos fundamentales y relaciones cuantitativas
 - Conexiones con experiencias anteriores de los estudiantes
 - Cálculos y análisis típicos de la disciplina específica
 - solución múltiple de problemas de diseño de extremo abierto.
4. Promover la interacción de estudiantes de primer año y los profesores del departamento.
5. Promover la interacción entre los estudiantes del primer año para desarrollar una «comunidad» de estudiantes de la disciplina.
6. Evitar añadir requerimientos significativos de grado y carga a los docentes.

Familiarización de los Estudiantes con la Disciplina

Una recomendación importante de esta presentación es que damos a los estudiantes una introducción amplia a la disciplina en la iniciación de sus estudios. La introducción debe incluir no solo resultados técnicos, sino aspectos sociales (tales como el impacto de la disciplina en sus vidas y la conexión entre la disciplina y sus experiencias «diarias»). Un propósito de esta introducción es ayudar a los estudiantes a evaluar sus intereses y aptitudes para la disciplina y tomar finalmente una decisión sobre su área principal de estudios; un acoplamiento inteligente entre el estudiante y su área de estudios incrementa la efectividad de la educación posterior del estudiante. Un segundo propósito en la enseñanza de primer año es generar interés y motivación entre estudiantes, con un aprendizaje creciente. Una tercera ventaja es que los estudiantes se equipan para comenzar a reconocer las aplicaciones de la disciplina en sus experiencias en otras clases y fuera del campus, lo que enriquece en forma invaluable su educación. Finalmente, el aprendizaje alrededor de la disciplina y la contribución a la fundamentación se discutirán posteriormente en este artículo.

Para lograr los objetivos descritos, la introducción de los estudiantes de primer año a la disciplina de ingeniería debe ser más que superficial. Esto incluye ayudar a los estudiantes a entender los tópicos y las actividades relacionadas con la disciplina, dentro de los cuales se incluye el razonamiento, los cálculos, las decisiones y las aplicaciones. Los estudiantes no solo deberán tener conocimiento de estos resultados, sino que es importante que ellos tengan experiencias personales al efectuar aquellas operaciones. Estas

experiencias deberían incluir una introducción a algunos de los principios fundamentales y las ecuaciones usadas en el área. Por ejemplo, en el curso introductorio de ingeniería química que desarrollamos, los estudiantes tienen conocimiento de la práctica usando las leyes de la conservación (masa y energía), la Ley de Fick de difusión molecular, la Ley de Fourier de convección de calor, las ecuaciones de reacción, etc. A los estudiantes se les debe dar la oportunidad de evaluar y sacar conclusiones de los resultados numéricos, como lo haría cualquier ingeniero. Ellos deben estar expuestos a los problemas de «diseño» que son de extremo abierto y tienen soluciones múltiples. Por ejemplo, los estudiantes en nuestro curso introductorio de ingeniería química generan y evalúan varias soluciones a un problema ambiental propuesto, en términos generales. De acuerdo a lo anterior, el material debe desafiar a los estudiantes a estimular su interés y ofrecerles el sentido del rigor del currículo específico de ingeniería.

Ofrecimiento de un Fundamento Integrado

Este curso introductorio debe jugar un papel significativamente positivo como parte del currículo de pregrado, ofreciendo un fundamento y perspectivas para las clases posteriores. Antes del desarrollo de nuestro curso introductorio de ingeniería química, observábamos que los estudiantes del segundo al cuarto año parecían visualizar cada curso del programa académico como una entidad aislada, y no lo relacionaban con las otras asignaturas que habían cursado. En lugar de construir sobre una perspectiva forjada por el aprendizaje anterior, los estudiantes con frecuencia parecían estar empezando con cada nueva asignatura. Por lo mismo, los estudiantes no tenían una visión de la disciplina como un todo hasta cuando iban muy avanzados en el programa, si lo hacían. Por lo mismo, un objetivo clave de nuestro curso introductorio fue presentar una visión integrada que pudiera ofrecer una perspectiva amplia y servir como marco de referencia de los cursos posteriores. Este objetivo incluía una ayuda al estudiante para que entendiera dónde los cursos posteriores se acoplan dentro de una perspectiva más amplia y también como el conocimiento obtenido de otras disciplinas (por ejemplo, química, matemáticas, física, economía, etc.) es esencial. En un sentido figurativo, el curso introductorio se hizo para construir el «esqueleto» mediante un amplio cubrimiento superficial de la disciplina y en los cursos posteriores se adicionaría la «comida» a ese esqueleto.

Para entregar los fundamentos de los cursos posteriores, el curso introductorio deberá exponer a los estudiantes los mismos tópicos que ellos verán en los cursos posteriores.

La exposición será, necesariamente, a un nivel bajo apropiado para los estudiantes de primer año y deberá requerir de muy pocos prerrequisitos. Posteriormente, los tópicos de los cursos individuales deberán conectarse en forma lógica. La conexión se puede lograr estructurando el curso alrededor de un problema de diseño en ingeniería. En el caso de nuestro curso introductorio de ingeniería química, el problema de diseño es uno que puede ser resuelto mediante el diseño de un simple proceso químico. Sin importar la disciplina, la integración de los tópicos se puede lograr durante todo el semestre y todo el material del curso está dedicado a un problema de diseño. En esta forma, los estudiantes pueden ver la forma como los tópicos se ajustan al gran total de la disciplina. A ellos se les puede ayudar a reconocer la forma cómo tópicos aparentemente separados se basan en principios comunes. Para ilustrar el uso del problema de diseño a lo largo del semestre, describiremos la estrategia utilizada en nuestro curso introductorio de ingeniería química.

Ejemplo: El Problema de Diseño en el Curso Introductorio de Ingeniería Química

El escenario del problema orientado se inicia el primer día de clases, cuando a los estudiantes se les solicita imaginarse que «usted es un ingeniero químico que trabaja para la compañía química ABC». El estudiante ingeniero recibe un memo de su supervisor informándole que el contratista que ha estado sacando el ácido hidroclorehídrico que sale como subproducto de «nuestro» proceso de fabricación sale al mercado. El memo se le solicita responsabilizarse de la solución del problema y el resto del curso debe estar encaminado a colaborar con el estudiante que lidera esta solución. El problema está orientado ambientalmente, ayudando así a los estudiantes a relacionar su importancia. Esto también involucra una química muy simple que todos nuestros estudiantes conocen. Lo más importante es que este problema de diseño ofrece el marco de referencia para la integración del material presentado a través del semestre.

Los tópicos generales de los cursos se muestran en la Figura 1. Este curso de dos créditos está diseñado para ser dictado en catorce semanas, que es el periodo académico de un semestre en BYU. En la Figura 1 también se indica la cantidad aproximada del tiempo dedicado a cada tópico, mediante la longitud de un segmento al cual se le anexa el título del tópico como recientemente se ha combinado en el texto (1) y donde cada tópico forma un capítulo separado.

Los tópicos se introducen sobre la base «justo a tiempo» como solución al problema de diseño desarrollado a lo largo del semestre. Por ejemplo, después de discutir estrategias para generar y evaluar soluciones posibles, la decisión se hace para diseñar un proceso químico en el cual el hidróxido de sodio se usa para neutralizar el ácido hidrociorhídrico. Se les enseña balance de materiales para determinar cuánto hidróxido de sodio se requiere. Se introducen las hojas de cálculo por computador como herramienta de ingeniería. A los estudiantes se les enseña una mecánica de fluidos simple para ofrecer las bases de la salida de hidróxido de sodio y de ácido hidrociorhídrico del centro de almacenamiento al punto de reacción. Este enfoque continúa a medida que se analizan los resultados de mezclar el ácido y el hidróxido (se les enseña transferencia de masa), el volumen del reactor que se requiere (se hace una introducción a la ingeniería de reacción) y el enfriamiento del producto final a una temperatura aceptable para distribución (se analiza el balance de energía y la transferencia de calor). El paso final es una evaluación de la rentabilidad del proceso propuesto (se hace una introducción a la economía). Al finalizar el semestre, los estudiantes han desarrollado habilidades preliminares en un número de subdisciplinas que componen la ingeniería química que se han aplicado a la solución de un problema de diseño en ingeniería. Estas destrezas representan un subconjunto útil de aquellos que se aprenderán posteriormente en los cursos de ingeniería química.

Los diagramas de flujo del proceso se utilizan a lo largo del curso para ayudar a los estudiantes a visualizar los diferentes aspectos que conectan el curso con el problema de diseño. A los estudiantes se les introduce en aquellos diagramas y se les pide usarlos desde el mismo comienzo del semestre. Posteriormente, a medida que se introduce cada nuevo tópico y se le utiliza para diseñar un componente adicional del «proceso», el diagrama de flujo del proceso y la tabla de flujo se actualizan para reflejar la nueva adición y su relación con los componentes previos del proceso.

Otras Características de un Curso Introductorio

Para reforzar los principios aprendidos que se usan en el problema de diseño a lo largo del semestre, a los estudiantes se les asigna al final del semestre la solución de un estudio de casos similar en grupos de estudiantes. En nuestro curso introductorio de ingeniería química, este estudio de casos requiere el uso de balances de material y de energía, el tamaño de la bomba, el reactor y algunos intercambiadores de calor, la preparación de un diagrama de flujo del proceso y la realización de un análisis económico elemental.

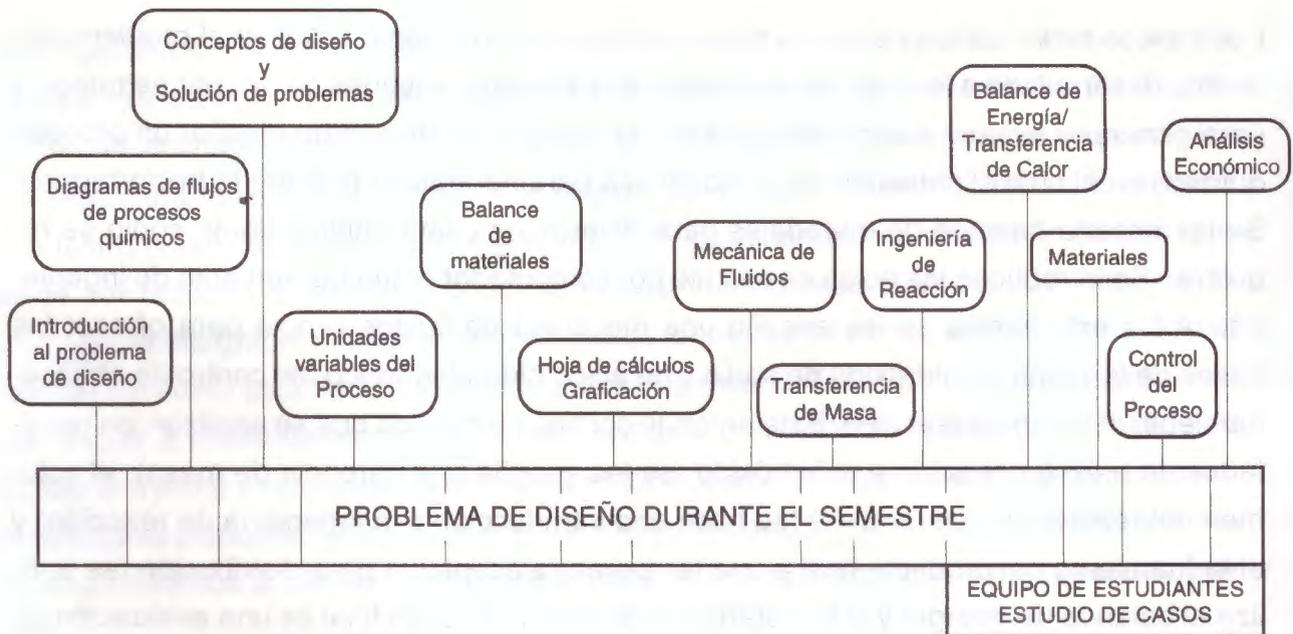


Figura 1. Esquema de los tópicos cubiertos en el curso de ingeniería química para el primer año, donde el periodo de tiempo para cada tópico se representa por la longitud de la barra

Esto se hace al final del semestre y da a los estudiantes la oportunidad de trabajar en equipo, aprendiendo cada uno del otro, y aplicando casi todos los conceptos y principios que ellos han aprendido durante el semestre. La dinámica del equipo y las destrezas organizacionales se aprenden al ir desarrollando el proyecto. Los estudiantes periódicamente deben entregar al «supervisor» un informe de avance donde se indica el progreso realizado y cada equipo debe entregar un informe del diseño final. El uso de un estudio de casos, casi al final del semestre, se ajusta bien a la situación de presentar unos pocos tópicos como parte del curso. Con algunas de las asignaturas de ingeniería a dictar en el primer año, la introducción será necesariamente breve y cualitativa. En nuestro curso introductorio de ingeniería química, tales tópicos incluyen control de procesos, materiales para ingeniería y economía. Este material se puede presentar en clase (con un mínimo de tareas asignadas) durante la semana que los estudiantes están trabajando en la tarea del estudio de casos, dándoles así tiempo para enfocar éste.

El programa para el primer año debe estar diseñado en tal forma que los conceptos enseñados sean reforzados en los cursos posteriores. La nomenclatura, la terminología y el enfoque usados en este curso deben estar de acuerdo, en cuanto sea posible, con la de los cursos posteriores. En esta forma, los estudiantes que toman los cursos posteriores reconocerán el material cuando sea repetido y ampliado. Aún más, el curso para el

primer año deberá ofrecer una visión de las diferentes áreas que contribuyen al todo. Así, los estudiantes enfocarán el estudio posterior sobre cada tópico individual con habilidad para reconocer las nuevas relaciones. Este reconocimiento ayudará a la comprensión posterior del tópico y a la vez, combatirá la tendencia a la compartimentalización. Un curso introductorio es también una ayuda social valiosa para los estudiantes de primer año, quienes necesitan una estrecha interacción con los profesores del departamento y con cada uno de sus compañeros. Mientras que se facilita la interacción estudiante/profesor por las actividades sociales del departamento y las reuniones requeridas por los consejeros, se ha encontrado que nuestro curso introductorio ofrece mucho más tiempo de contacto profesor/estudiante que cualquier otro método. Un curso introductorio puede ayudar a promover las interacciones entre estudiantes y a desarrollar el sentido de «comunidad» entre estudiantes de la misma área de aprendizaje. El uso de equipos de aprendizaje y actividades en grupo dentro del curso refuerza aún más la «comunidad».

Hay razones significativas para minimizar las horas-crédito y los recursos de los profesores que tienen que ver con la clase introductoria del primer año. No se puede añadir simplemente un curso nuevo al currículo; el currículo tiende de por sí a rebasar y estamos comprometidos con la disminución del número de horas créditos para ayudar a los estudiantes a que se gradúen más rápidamente. En esta forma, insertando un curso introductorio, se puede reducir el número de horas crédito de cursos más avanzados y algunos profesores consideran que esto es un tipo de negociación. Además, muchos de los estudiantes que se inician en ingeniería no continúan después del primer año y un curso introductorio dedicaría recursos de enseñanza a estudiantes que no se graduarán en la disciplina. Por otra parte, en la mayoría de las áreas, el curso no alcanzará las metas que se deben desarrollar, puesto que no hay disponibilidad de tener un texto apropiado, lo cual se suma a los recursos requeridos. Para cumplir con estas metas, nuestro curso introductorio de ingeniería química se diseñó como curso semestral de dos horas-crédito sin laboratorio.

Resultados y Conclusiones

Hemos dictado nuestro curso introductorio en ingeniería química durante cinco años y los resultados han sido muy positivos. Las evaluaciones de este curso, dadas por los estudiantes, están entre las más altas del departamento. Los comentarios expuestos por los estudiantes en los cuestionarios y en las conversaciones informales indican que los

estudiantes tienen una mejor comprensión y apreciación por la ingeniería química después de cursar la asignatura. En ocasiones, se han producido cambios a carreras diferentes a ingeniería química; esta decisión se juzga positiva puesto que lo hacen después de tener un conocimiento y experiencia adecuados. En general, el curso parece haber incrementado la retención de estudiantes en el programa de ingeniería como se describe en otro lugar (2). Se considera de importancia las opiniones que tienen estudiantes y profesores del curso introductorio, que ayuda a preparar los estudiantes para cursos futuros, particularmente los cursos de balance de materiales y balance de energía que toman los estudiantes de segundo año. También creemos que el curso ha ayudado a construir relaciones entre nuestros estudiantes y entre estudiantes y profesores. Finalmente, a pesar de la amplia variedad de tópicos que se cubren en el curso, los datos de muestreos indican que el tiempo gastado por los estudiantes en este curso se acomoda a las pautas de un curso de 2 horas-crédito (2).

Este enfoque de un curso introductorio de una disciplina específica se puede aplicar en varias situaciones. Las universidades que no ofrecen cursos de ingeniería en el primer año, lo pueden hacer como se describe acá. Las Facultades con un curso de ingeniería en el primer año (no una disciplina específica) podrían considerar reemplazarlo por cursos de disciplina específica para estudiantes que tienen un interés significativo en un área particular de la ingeniería o se puede considerar la incorporación de bloques de materiales afines a esta disciplina específica dentro de un curso general ya existente. Donde no sea posible, los cursos de disciplina específica se pueden ofrecer a estudiantes del segundo año en los diversos departamentos de ingeniería. Además, los programas de dos años podrían usar estos cursos introductorios de ingeniería para preparar sus estudiantes a la transferencia a un programa de cuatro años.

Referencias

1. Solen, K., Harb, J., Introduction to Chemical Process Fundamentals and Design, McGraw-Hill, New York, NY (1997).
2. Solen, K.A., J.N. Harb, «An Introductory ChE Course for First-Year Students,» Chemical Engineering Education, 32, 1998, pp. 52-57.

TUTORES MULTIMEDIA PARA CIENCIAS E INGENIERÍA

Beverly Park Woolf, Corrado Poli**, Ian Grosse**, Roberta Day***

* Center for Knowledge Communication
Department of Computer Science
bev@cs.umass.edu

**Department of Mechanical and Industrial Engineering
poli/grosse@ecs.umass.edu

***Department of Chemistry
rday@chem.umass.edu

University of Massachusetts, Amherst, MA 01003

Compendio

Hemos construido varios tutores multimedia para educación en ciencias e ingeniería. Este artículo discute los tutores Design for Manufacturing y un sistema electrónico de tareas que es usado diariamente por más de 2000 estudiantes. Los tutores en ingeniería instruyen a los estudiantes sobre procedimientos para diseñar partes para manufactura. La meta es apoyar un conocimiento más profundo de la interacción entre las características de una parte que está siendo diseñada y los requisitos correspondientes de fabricación de la parte en moldeo por inyección, estampado de lámina metálica y análisis de elementos finitos. Las secuencias animadas de los procesos se generan dinámicamente o se indexan de acuerdo a los diseños posibles. Los estudiantes crean los diseños y la complejidad de la herramienta se demuestra mediante animaciones en 2D y 3D.

Problemas de Ingeniería y su Solución

Hemos desarrollado sistemas de computación que incorporan la educación de la manufactura a través del currículo, dando solución a la escasez de profesionales en ingeniería orientados hacia la manufactura y la creciente especialización de los profesores. Los tutores inteligentes y los sistemas multimedia permiten a los estudiantes tener una oportunidad de trabajar en proyectos simulados de manufactura. El objetivo es mejorar la habilidad del estudiante para resolver problemas de diseño y visualizar las diferentes prácticas de manufactura en el contexto de los procesos específicos que se usan repetitivamente en el currículo.

El problema primario de la manufactura consiste en el modo secuencial de la operación de fabricación, que se inicia con la concepción de una idea para un nuevo producto y los procesos siguientes, con frecuencia aislados, del diseño, la ingeniería y las operaciones de análisis. Los ingenieros de manufactura únicamente ven los dibujos detallados y de producción después de lograr varios pasos en forma aislada. Los problemas son: a) casi el 70% de los costos de manufactura de un producto se determinan en las etapas conceptuales iniciales de diseño, y b) aun cuando la manufactura no está involucrada durante estas primeras etapas y no hay una persona o grupos en esta posición.

Actualmente, los sistemas educacionales presentan varias características: se enseña el diseño de manufactura (DFM) en la etapa inicial del proceso de diseño; se enfrenta a los estudiantes y a los profesores con una comprensión real de los procesos de manufactura; se identifican las mejores prácticas de diseño para la manufactura; y se aprenden los ambientes del estado de arte con base en Web.

Se han construido tres tutores y un sistema de información fácil-de-buscar-y-de-encontrar con base en Web para animar a los estudiantes a tener acceso a información relacionada con el diseño de nivel profesional. Este proyecto tiene financiación del NSF Engineering Educational and Centers Division Grant No. EEC-9410393 a través de la Engineering Academy of Southern New England (la Academia).

Tutores para Ingeniería

Los tutores para ingeniería plantean tópicos tales como el Moldeo por Inyección, el Estampado y al Análisis por elementos finitos. Ellos establecen constricciones a las

alternativas de diseño del estudiante, ofrecen una retroalimentación y muestran una biblioteca de visualizaciones producidas por sistemas comerciales. El poder de los tutores viene de tres fuentes: los estudiantes interactúan con el contenido para cumplir con una tarea de diseño; los tutores ofrecen retroalimentación inmediata (como tareas entregadas manualmente; y las visualizaciones en 3-D suministran una intuición más allá de los problemas geométricos complejos.

Tutor Injection Molding

El Tutor Injection Molding permite que los estudiantes puedan construir y examinar los diseños de partes moldeadas con polímeros, añadiendo características tales como protuberancias, orificios y proyecciones. El Tutor ofrece una herramienta de solución animada en 3D para el diseño del estudiante, critica el diseño, asesora sobre costos relativos y propone alternativas de diseño para ahorrar dinero. Restringe las soluciones de diseño del estudiante, ofrece una retroalimentación y muestra una biblioteca de visualizaciones producidas por sistemas comerciales.

El Tutor muestra una animación de una máquina inyectora de moldeo con un molde simple abierto/cerrado, ver Figura 1. El estudiante crea entonces nuevos diseños usando un "soporte en L" o una caja como base, ver Figura 2.

El estudiante selecciona las características a adicionar y define la dirección del cierre del molde. El tutor critica luego el diseño del estudiante y se requiere una animación en color de la herramienta que muestra el diseño de la parte.

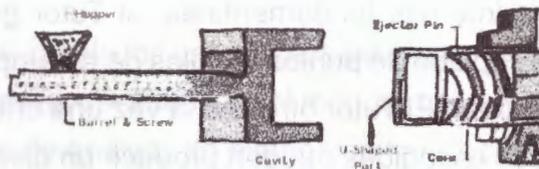


Figura 1. Herramienta del Injection Molding requerida para producir una parte en forma de U

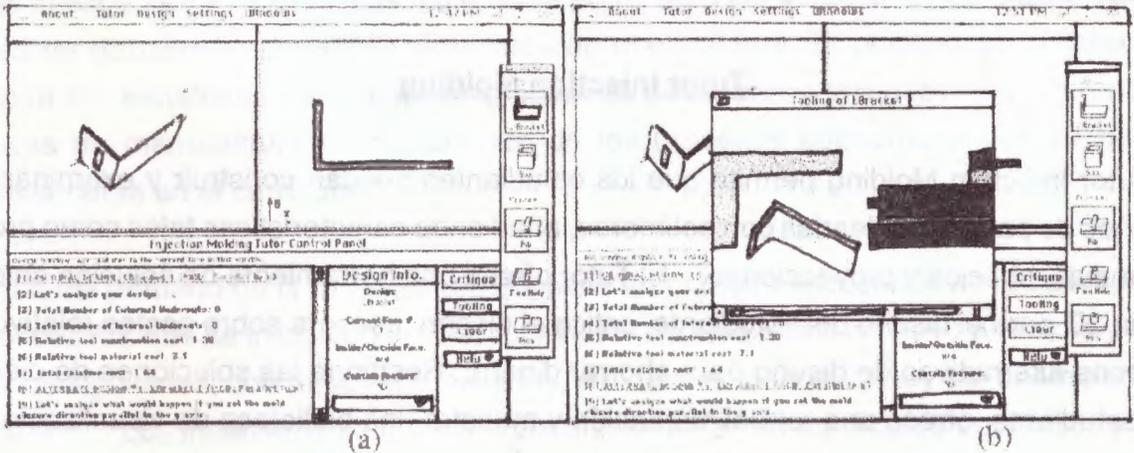


Figura 2. Crítica (a) y animación de la herramienta (b) para un soporte en L

Tutor Stamping

El Tutor Stamping ayuda al estudiante a comprender el diseño de partes de láminas metálicas y los puntos requeridos de estampado. El Tutor identifica los resultados del diseño como son: características diferentes, características cercanas espaciadas, cortes angostos, proyecciones y doblado. Demuestra cuántas estaciones de estampados se necesitan por diseño, mediante animaciones tanto en 2D como en 3D. Entonces el estudiante diseña una parte dentro de un ambiente interactivo, ver Figura 3. Usando una representación de reglas internas fundamentales, el Tutor genera dinámicamente una animación del número apropiado de puntos móviles de estampado que se requieren para construir la parte, ver Figura 4. El Tutor ofrece a la vez una crítica no intrusiva explicando por qué las características escogidas pueden producir un diseño ineficiente. Usualmente, una introducción de plataforma cruzada, un tutor interactivo y las animaciones de los procesos de estampado en 3D están disponibles para distribución.

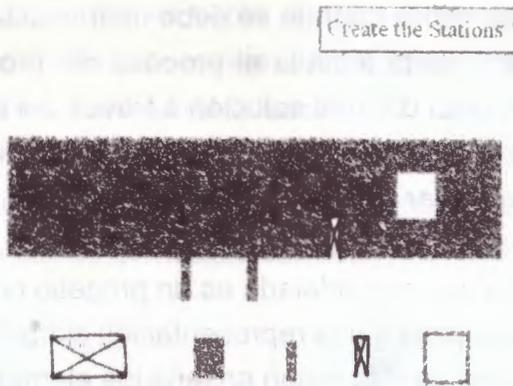


Figura 3. Los estudiantes utilizan un ambiente interactivo para diseñar una parte estampada, mover los cortes por medio de orificios y las proyecciones delgadas o anchas sobre una parte metálica en blanco.

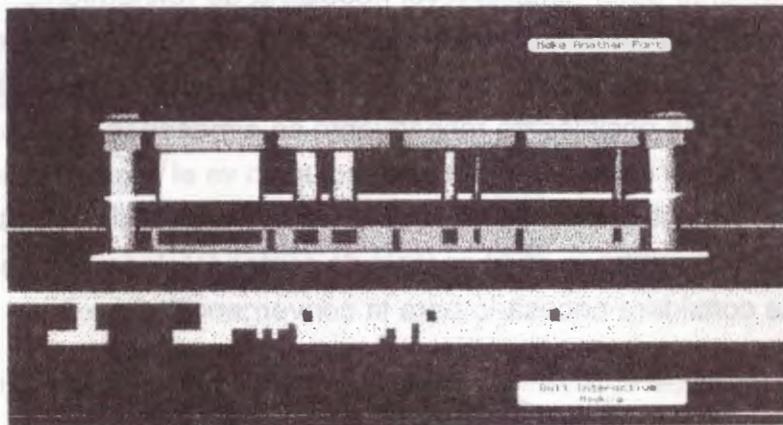


Figura 4. El tutor discute el diseño del estudiante, mostrado en la Figura 3, y produce una animación de cuatro estaciones de estampado requeridas para producir la parte del estudiante.

Tutor Finite Element Analysis

El Tutor FEA mejora la habilidad de los estudiantes de pregrado de ingeniería mecánica y civil para orientar los problemas de diseño en el mundo real que son típicamente analizados mediante herramientas de análisis de elementos finitos con base en el computador. El Tutor ilustra la forma como los sistemas físicos complejos se pueden transformar en representaciones simples y da ideas claras de cuando usar o no el FEA.

El programa con software interactivo inteligente basado en Windows enseña los principios básicos, los conceptos y las pautas involucradas en el análisis de elementos finitos.

El Tutor describe el FEA, identifica cuando se debe usar y cuando no, ilustra los conceptos de modelos y análisis y luego articula el proceso del procedimiento a partir de un problema en el mundo real para dar una solución a través del modelado, la discretización, el análisis y la interpretación de resultados. Se presentan varios objetos físicos y a los estudiantes se les pide identificar la simetría, ver Figura 5.

Otra parte del Tutor enseña que el modelado es un proceso cognoscitivo de transformación de un sistema físico complejo a una representación simplificada y hace simplificaciones del modelado. El módulo de discretización enseña los elementos básicos y los conceptos de punto de unión y la discretización. La solución por elementos finitos es aproximada. Puesto que la discretización está unida en forma estrecha con el concepto de convergencia, estos dos conceptos son enseñados en este módulo.

Se presenta un modelo predefinido, se carga, se establecen las condiciones de frontera y se le pide al estudiante determinar el nivel necesario de refinamiento requerido para la solución que nos interesa (por ejemplo, la máxima deformación o esfuerzo) para converger dentro de una tolerancia específica de la solución exacta, ver Figura 6. Los resultados de todos los niveles posibles de refinamiento se almacenan en la base de datos del Tutor. El Tutor grafica el ítem de interés de la solución vs el nivel de refinamiento en una ventana, así como el costo estimado de cada análisis y el análisis de costos acumulados. Al estudiante lo critica con base en el análisis de costos totales y el nivel de refinamiento que el estudiante considera necesario para la convergencia.

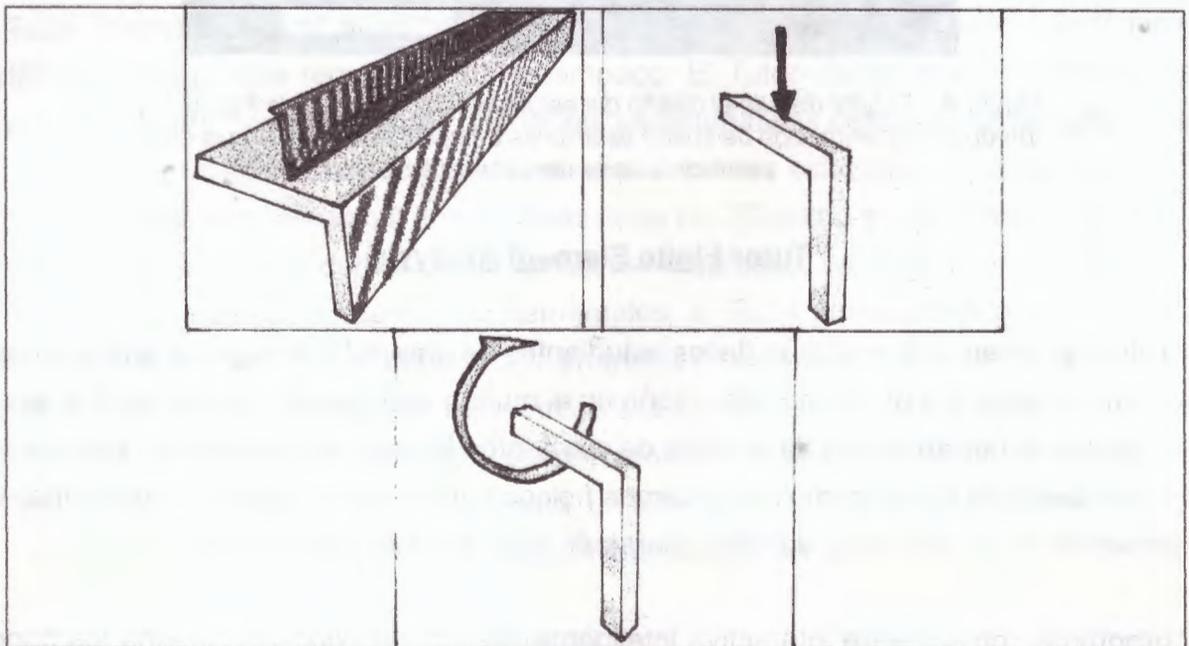


Figura 5. El Tutor FEA enseña los conceptos básicos de simetría en un modelo, las cargas, las condiciones de frontera y la simetría dimensional, incluyendo la asimetría, los esfuerzos y deformaciones en el plano, y la eliminación de características.

Los problemas en el mundo real, tales como un tubo largo bajo presiones internas y la reducción de un collar montado sobre un eje, son animados para dar al estudiante una representación muy visual del material de la lección. Al finalizar el componente de modelado, un módulo experimental reta al estudiante a construir modelos apropiados simples para un número de problemas de análisis. Si el estudiante falla en diversas ocasiones en línea, el sistema responde dando el modelo correcto y la razón del por qué este modelo es el más apropiado.

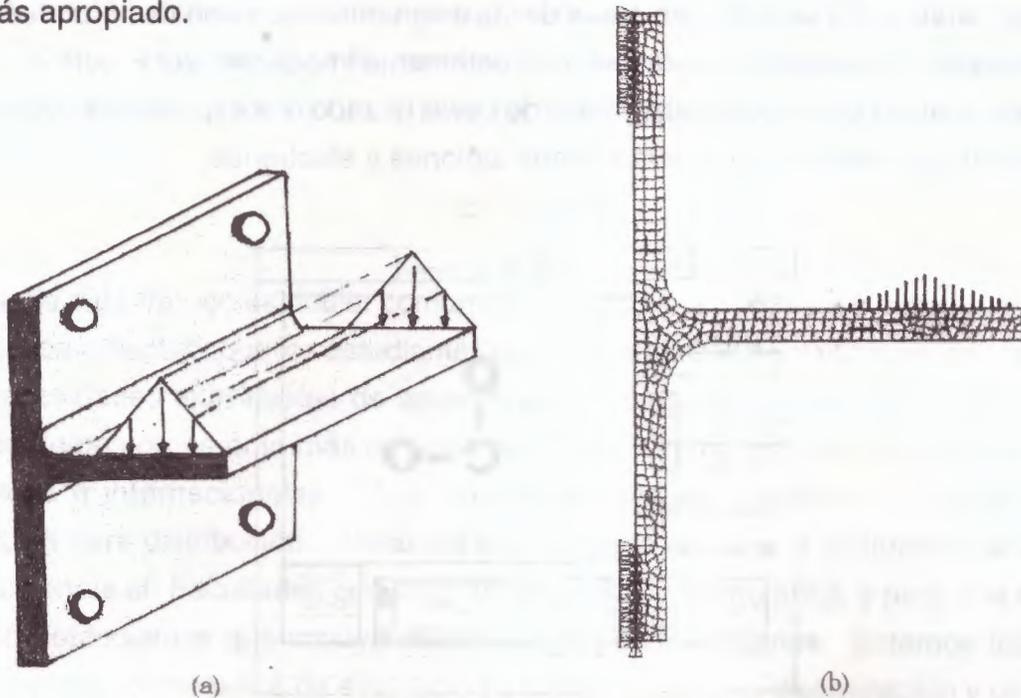


Figura 6. El Tutor presenta al estudiante un modelo predefinido (a), las cargas y las condiciones de frontera y solicita el nivel de refinamiento requerido (b).

Sistema Electrónico de Tareas

Nuestro sistema electrónico de tareas entrega preguntas, respuestas y a la vez se retroalimenta con base en Web. Sirve diariamente a más de 2,000 estudiantes y lo usan los Departamentos de Física y Química en dos universidades. Las herramientas extensivas del autor apoyan la generación de nuevas preguntas, la entrega de preguntas, las preguntas parametrizadas y la codificación de gráficos de animaciones y posee drivers de retroalimentación con respuestas múltiples.

Los módulos de descubrimiento interactivo rastrean el trabajo del estudiante y ofrecen simulaciones interactivas y un incentivo cuando se realiza la actividad de aprendizaje. El descubrimiento de 20 ambientes interactivos desarrollados en Java incluyen tópicos tales como el deterioro radioactivo, las energías orbitales, la espectroscopía uv-vis, el equilibrio

químico, los ácidos y las bases (los fondos provienen de NSF, DUE-9653064 y del Department of Education, FIPSE). En un ambiente integrado, el estudiante es conducido a interactuar con preguntas específicas. Las preguntas ayudan al estudiante a interactuar, asimilar observaciones, formular y probar hipótesis, o sacar conclusiones. La respuesta inicial de los estudiantes a estos ambientes fue favorable, a medida que ellos interactúan con reactivos limitantes y radiaciones electromagnéticas. El segundo tutor sobre “estructura molecular” sirve como prototipo en áreas de las asignaturas que son de naturaleza visual y en las cuales los estudiantes manipulan directamente imágenes, ver Figura 7. En este tutor, el estudiante construye los diagramas de Lewis usando una espátula de herramientas para colocar y mover símbolos para átomos, uniones y electrones.

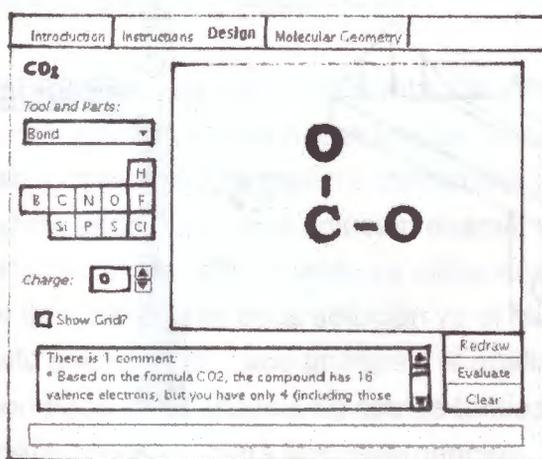


Figura 7. El Tutor de Estructuras de Lewis

Evaluaciones

Evaluamos los tutores de ingeniería y de química y ellos mostraron que son tan efectivos como varias horas de clase y tareas dentro del sistema tradicional del salón de clase. Por ejemplo, el Tutor Injection Molding fue evaluado con más de 100 estudiantes en Uconn y Umass/Amherst, ver Tabla 1. El trabajo se realizó con 6 grupos de estudiantes: los Grupos 1 & 3 utilizaron en un comienzo el Tutor y los Grupos 5 & 6 asistieron a las clases o utilizaron únicamente el Tutor. Después de cada actividad, Tutor o clase, se realizó un examen escrito con una nota total de 32. Los estudiantes que no asistieron a las clases entendieron la geometría de las partes y la complejidad de la herramienta tanto como los estudiantes tradicionales. Una excepción fueron el instructor A quien tiene un dominio en manufacturas y el autor del software. En todos los otros casos, donde el profesor no es un experto en Injection Molding, los resultados muestran que los estudiantes que utilizaron

el Tutor solo lo hicieron para complementar el conocimiento de la relación entre la geometría de la parte y la dificultad de construcción de la herramienta y tener la situación de aquellos que estaban con el dominio de un experto. El Tutor FEA se evaluó con 25 estudiantes. Un grupo utilizó el Tutor y no tuvo otra clase de instrucción formal y el segundo asistió a clases de 45 minutos sobre el modelado FEA. La tarea consistió en el modelado de un recipiente cilíndrico sometido a presión y dos métodos de tapado: acompañando la tapa extrema con una soldadura continua circunferencial o atornillando las pestañas de la tapa extrema usando un tornillo 18 uniforme alrededor de la tapa. Los estudiantes que utilizaron el Tutor FEA hicieron el trabajo un 30% mejor que los que asistieron a la clase tradicional.

Conclusión

La meta de este trabajo es doble: comunicar la ingeniería compleja y el conocimiento de la ciencia para permitir que los estudiantes recibir una retroalimentación inmediata y activa a las necesidades individuales de aprendizaje. Los sistemas descritos anteriormente han sido demostrados ante más de unos cien profesores y en unas veinte conferencias nacionales e internacionales. Los programas son de plataforma cruzada y están disponibles para distribución. Estamos conduciendo ahora una evaluación acumulada de los sistemas en Facultades con programas de dos y cuatro años, y para una variedad amplia de estudiantes que incluye mujeres y grupos minoritarios. Estamos trabajando para completar los estudios de evaluación y hacer una amplia diseminación y un plan de comercialización de esos sistemas.

Los Tutores IMT y Stamping se han producido para CD-ROM y se encuentran disponibles. El Tutor IMT se encuentra disponible en Web en <http://www.ecs.umass.edu/mie/dfm/imm.html>. Para una mayor información sobre el sistema electrónico de tareas haga click en "OWL Overview" en nuestro sitio Web <http://owl.chem.umass.edu/>. El Tutor FEA puede bajarse utilizando el protocolo FTP de medo1.ecs.umass.edu. FTP logon en la cuenta cuyo nombre es NSF FEA con el mismo password. Entre al archivo featutor.zip y utilice el WinZip para mostrar el archivo.

Tabla 1. Evaluación del Aprendizaje utilizando el Tutor Injection Molding (nota perfecta = 32)

Profesor		Primero el Tutor	Segundo la clase	Primero la clase	Segundo el tutor
1,2	Profesor A*	16	25	23	23
3,4	Profesor B	13	14	12	9.6
5	Profesor C			16	
6	Solo Software	17			

Cómo modernizar la enseñanza en las universidades técnicas

*Professor Jindřich CIGANEK, CSc. - Decano
Facultad de Ingeniería Civil,
V_ B- Technical University of Ostrava,
708 33 OSTRAVA, Czech Republic
e-mail: Jindrich.Ciganek@vsb.cz*

*Ing. Zdeněk OSNER, CSc. Director General,
ENERGIE Kladno, ENERGIE Kladno, a.s.
Vasí ékova 3081, 272 04 KLADNO 4, Czech Republic*

Compendio

Los estudiantes que ingresan a las universidades técnicas están familiarizados con la televisión y la percepción visual es la fuente primaria de información. Esto es el motivo por el cual nuestra civilización está siendo rotulada como la «civilización de la ilustración». Las investigaciones psico-fisiológicas contemporáneas, junto con el cono de Dale de la percepción humana, confirman también un nivel superior incomparable de la efectividad de la percepción visual.

La forma real de enseñanza de la universidad, sin embargo, refleja estos hechos. Este es el por qué con frecuencia llega a ser aburridora, no atractiva e inefectiva, en cuanto tiene que ver con los estudiantes.

Por otra parte, uno no debe sobrestimar el incremento de la percepción visual en el proceso de enseñanza, porque también conlleva cuellos de botella y limitaciones. Su sobredosificación podría producir efectos negativos. El autor, después de haber sido director por 15 años del centro de medios audio-visuales, presentará la experiencia de una larga vida en la aplicación de formatos audiovisuales para enseñanza en las universidades técnicas, con todos los prospectos y limitaciones incluidas, con sus pros y sus contras. También discutirá el aspecto económico del problema y la enseñanza programada. Delineará los principios de un uso racional y efectivo de las técnicas didácticas en el proceso de enseñanza universitaria.

Desde tiempos inmemoriales, los profesores se han esforzado para ajustar la enseñanza al nivel de percepción y comprensión de sus estudiantes para alcanzar el mejor efecto. Los profesores más inteligentes siempre han tratado de estimular el interés por el área de conocimiento de su clase y si es posible demostrar la naturaleza de la clase dictada (la muy conocida pintura de Rembrandt «La clase de anatomía del docto Tulp» en 1632, donde el doctor Tulp documenta la clase de fisiología de la mano, diseccionando la mano de un criminal ejecutado. La declaración de John Amos Comenius, quien fue llamado también el profesor de las naciones, en su Gran Didáctica publicada en el siglo 17, postulaba «deja que la regla de oro de los profesores esté presente en todo lo que tiene que ver con los sentidos en cuanto sea posible. La verdad y la certeza de la enseñanza dependen solo y exclusivamente del testimonio de los sentidos».

Esta percepción de la enseñanza está siendo confirmada por la investigación contemporánea. Esta forma de evidencia se encuentra en el trabajo publicado por HAPALA [1], quien sugiere que la distribución de la información aceptada por el hombre a partir de sus ambientes normales de vida sigue el ejemplo presentado en la Figura 1.

Sin embargo, la aceptación del nuevo conocimiento en el actual proceso educacional tradicional es diametralmente diferente y por lo tanto, no natural y de una eficiencia insuficiente como aparece en la Fig. 2.

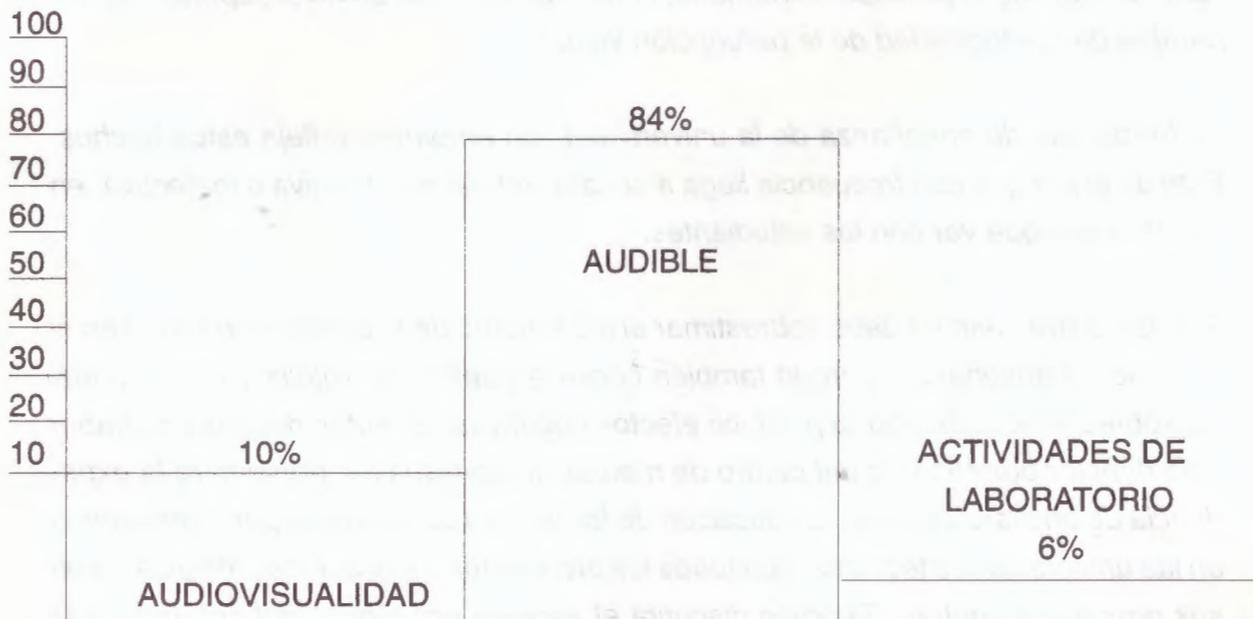


Figura 1. Percepción del nuevo conocimiento en el Proceso Educacional

La tecnología del estado de arte de la enseñanza ofrece un campo amplio de aplicación que va desde los proyectores de diapositivas y proyectores reversibles hasta la proyección a través del computador por medio de paneles LCD y de sistemas interactivos de enseñanza programada.

A primera vista, el uso de estas aplicaciones trae un considerable efecto a la enseñanza. A pesar de todo, tienen sus limitaciones. Su uso indiscriminado puede dañar la percepción de los estudiantes. Con frecuencia estamos confrontados con una serie de «muletillas» en las cuales un instructor no experimentado y auto-consciente desea dejar sin peso su deficiencia profesional mediante el uso masivo de la más moderna tecnología. Naturalmente no se puede lograr ningún efecto positivo.

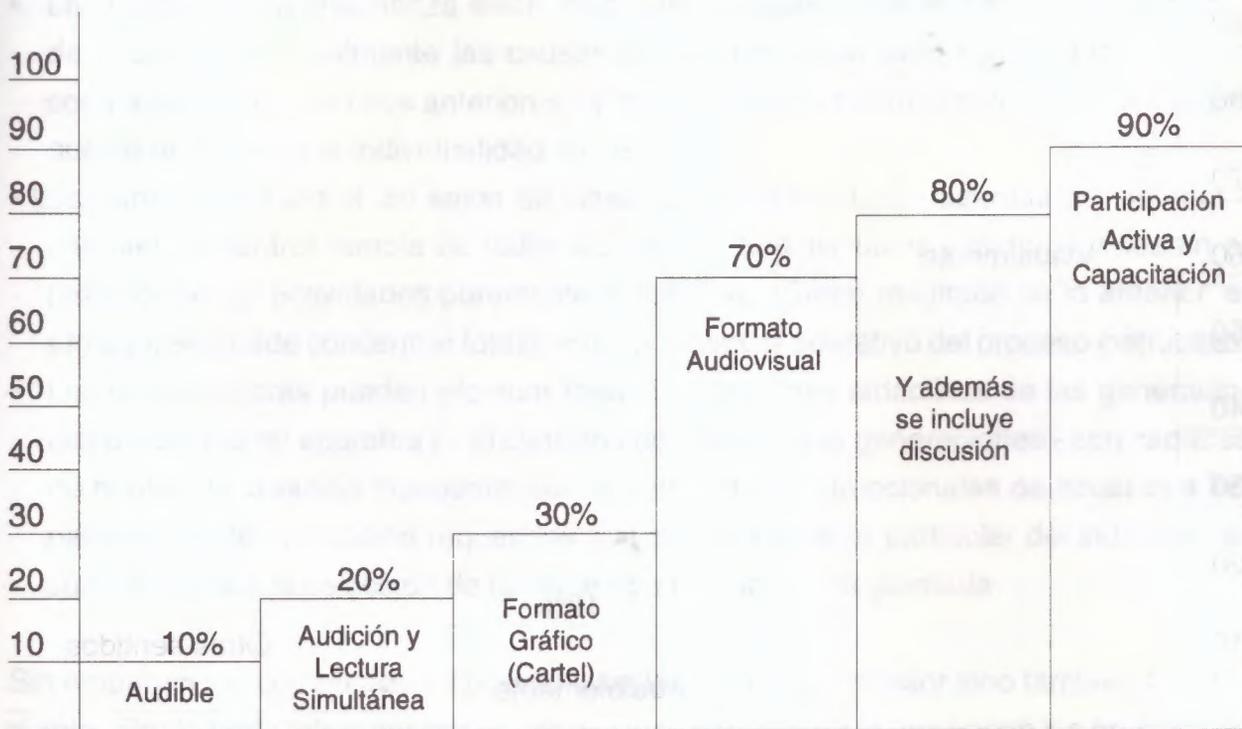


Figura 2. Porcentaje de información adquirida que se recuerda

La experiencia de siglos anteriores en la instrucción nos dice que la mejor forma de presentar los nuevos conocimientos es aquella en la que los estudiantes están involucrados activamente en el proceso de instrucción mediante ejercicios prácticos y capacitación de campo. Después de comparar ambos diagramas, parece apropiado hacer énfasis en el formato visual de presentación de los nuevos conocimientos en todas las ocasiones posibles. Esta conclusión confirma también - entre otras cosas - la investigación sobre la

memoria humana, cuyos resultados sugieren que el hombre recuerda después de un periodo de tres días solo una cantidad porcentual de la información inicialmente presentada, tal como se ilustra en la Figura 3.

Por lo tanto, los métodos audiovisuales de presentación de nuevos conocimientos en combinación con la práctica son los más eficientes.

SCHNIDT [2] publicó algunas conclusiones similares sobre la base de una investigación estadística realizada en la Universidad de Berlín en 1980.

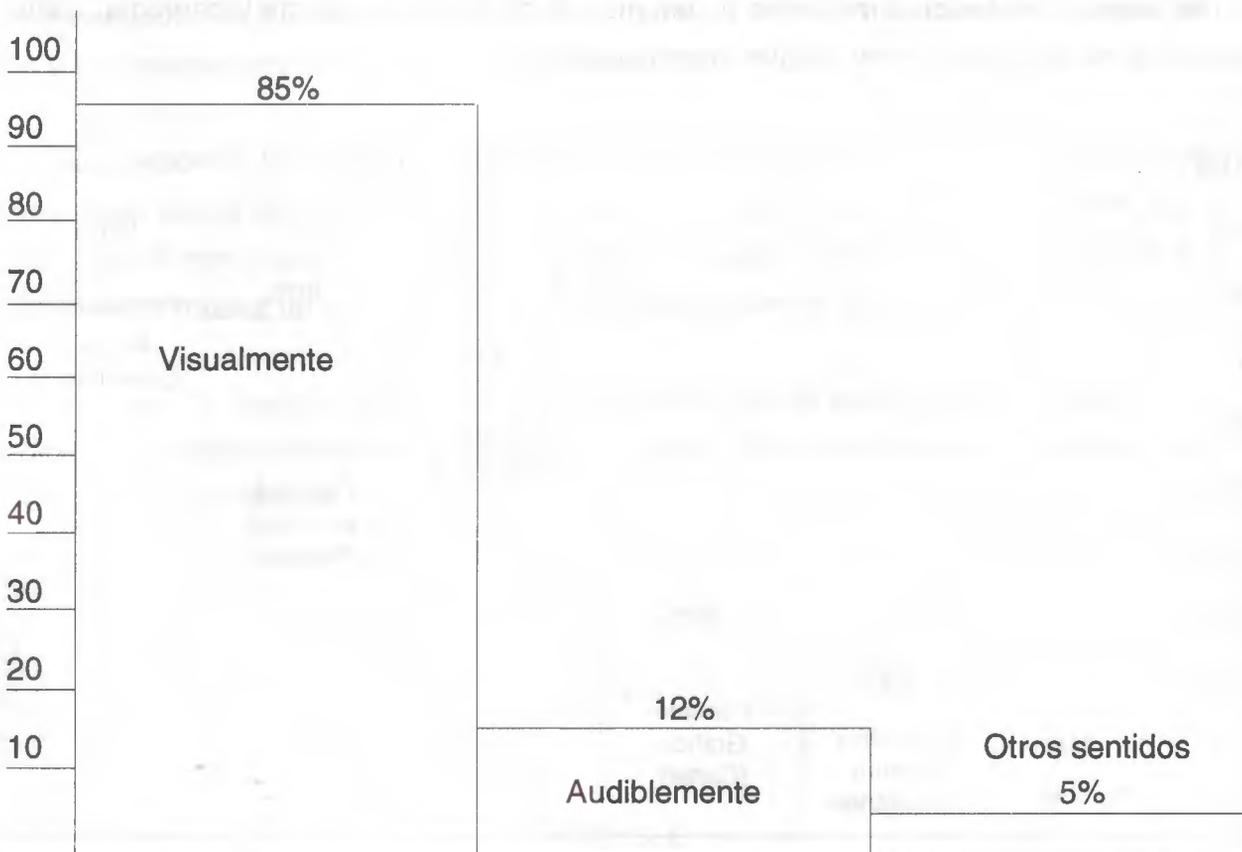


Figura 3. Aceptación del conocimiento en la vida diaria

La visualización de los métodos de educación e instrucción es posible hoy en día mediante numerosos medios de instrucción que se pueden dividir en varias generaciones de acuerdo a su efectividad didáctica.

- Los aparatos audiovisuales didácticos tradicionales tales como los proyectores de diapositivas, los retroproyectores, el episcopio, el diáfono, las películas y la grabación de videos. Estas ayudas pueden simular al profesor solo como función simple, pero su capacidad en esta función simple excede las posibilidades de una presentación viva.

- Los examinadores mecánicos y los repetidores que usan programas lineales pueden hacer uso de las ayudas didácticas anteriores y multiplican su eficiencia por medio de la retroalimentación de información sobre la calidad y efectividad del cumplimiento de la tarea. La potencia de estos medios es inferior a aquella del profesor, y sin embargo, tiene que ver con la presentación de la retroalimentación de información puesto que son superiores al profesor y permiten usar un circuito personal de control.
- Los examinadores mecánicos y los repetidores para programas seleccionados son capaces, no solo de la evaluación elemental del desempeño en dimensiones lineales tales como «bueno» o «errónea», sino en comparación a los tipos precedentes que permiten que las presentaciones puedan ser seleccionadas en cuanto a la estrategia de instrucción mediante una dimensión lineal similar «avance» o «retroceso».
- Las máquinas de enseñanza electrónica para programas dependientes son capaces de explicar individualmente las causas de un comportamiento no satisfactorio - en comparación con los tipos anteriores - y decidir hacia el futuro la estrategia instructiva que se acomoda a la individualidad de las clases.
- Los paneles de control del salón de clase automatizado que - además del anterior - permiten el control remoto de todos los medios audiovisuales aplicados y liberan al profesor de las actividades puramente mecánicas. Como resultado de lo anterior, el profesor se puede concentrar totalmente en el control operativo del proceso instructivo.
- Los computadores pueden efectuar todas las funciones didácticas de las generaciones anteriores de aparatos y - al contrario de las primeras generaciones - son capaces de realizar la creación independiente de estrategias instruccionales de acuerdo a los parámetros de instrucción requeridos y al comportamiento particular del individuo, el cual se suma a la selección de la estrategia instructiva programada.

Sin embargo, los computadores pueden simular no solo al profesor sino también al estudiante. Por lo tanto, ellos operan en condiciones óptimas y a la vez hacen las pruebas de efectividad de los procesos instructivos individuales.

Modernización de los métodos instructivos

Además de los numerosos métodos instructivos que se han logrado mediante la potencia didáctica de las generaciones individuales y de la tecnología didáctica usada y sus combinaciones mutuas, la aparición de métodos de instrucción basados en problemas y programas, de juegos académicos y de simulación en los que se incluyen sus derivaciones,

el PSI (Personalised System of Instruction) y otros han aparecido recientemente. Apparentlymente CRUICKSHANK y MAGER [3] de Ohio State University, realizaron la mejor categorización que se ha efectuado hasta el presente de la amplia escala de métodos instruccionales que se presentan en la Figura 4. Esta categorización clasifica los métodos instructivos y los distingue entre concretos, vicarios y abstractos, además de que considera la aplicación del método concreto y la realidad del modelo. Es apropiado señalar que la severidad de esta categorización se basa en la premisa de la Educación del Profesor que, sin embargo, no necesita completarse en todas las ocasiones, particularmente cuando se involucra la educación académica.

Quizás la tipología más significativa de esta clase la elaboró hace más de una década el profesor EDGAR DALE [4], quien la especificó como «una analogía visual para mostrar el progreso de las experiencias de aprendizaje a partir de la participación directa, de primera mano hasta llegar a la representación gráfica sobre una expresión simbólica puramente abstracta».

Criterios didácticos, metodológicos y dramatúrgicos

Uno de los criterios más importantes para evaluar una película es el valor didáctico y metodológico que ella tiene. La presentación de la película ejercerá el efecto didáctico requerido sobre el espectador promedio solamente si su estructura metodológica y dramatúrgica es adecuada a los principios de sintaxis y semántica de la estructura didáctica de la película. Aún cuando este caso involucra una escala relativamente amplia de principios que deben ser cumplidos por razones didácticas, metodológicas y dramatúrgicas, presentaremos por lo menos los más importantes. Las películas predeterminadas para instrucción hacia la seguridad en el trabajo deberán:

- presentar el material que no se puede presentar verbalmente en forma adecuada o por medio de diagramas estadísticos, tales como: transparencias, proyección con el episcopio o con el retroproyector.
- ser monotemáticas, porque las películas politemáticas no son comprensibles y solamente pueden ser recordadas y entendidas con dificultad,

		Use of ability	
		REAL	MODELED
		Use by the user	a model of reality
CONCRETE		The teacher educates. Student uses the ability abstractly in real life.	The teacher educates. Student learns the ability abstractly to be re-used with a modeled ability. <ul style="list-style-type: none"> • chess modeling • methodological modeling • simulations • simulations games • teacher performance modeling
	INDICAR CAUSE	The teacher educates. Student learns the ability abstractly from reality by a recording of reality. <ul style="list-style-type: none"> • video modeling • modeling • book modeling; files • case studies • self modeling • modeling in fiction • face modeling 	
ABSTRACT		The teacher educates. Student learns the ability abstractly with the use of reality as a model of reality.	
		Es necesario modelar el aprendizaje. El modelo puede ser abstracto... <ul style="list-style-type: none"> • words. 	

Figura 4. Educación Profesional: Alternativas de instrucción que incluyen habilidades de enseñanza

- ser cinemáticas y evitar las gráficas estáticas y los esquemas,
- usar esquemas, particularmente diagramas, comprensivos y visualmente legibles,
- tener rótulos e inscripciones de tamaño adecuado; en este contexto, es generalmente válido que tales películas eviten los pasajes extensos de texto que cubren más de una línea; si es necesario se puede usar una proyección simultánea de una transparencia del texto o una pantalla adyacente; si se presentan partes de un texto o transparencias, son válidos los siguientes principios:
 - no más de cinco palabras en el título
 - no más de siete líneas de texto
 - no más de siete palabras en una línea

En forma similar, no se recomienda el uso de tablas y es mejor reemplazarlas por

gráficos. Si de todas maneras hay que presentar tablas o transparencias sobre una pantalla adyacente, éstas deberán tener:

- no más de cuatro columnas,
- no más de cinco a seis líneas,
- usar secuencias animadas o de trucos para fomentar la comprensión,
- usar un comentario sobrio y bien considerado que no debe ser ni muy corto ni demasiado largo; deberá cubrir de la mitad a las dos terceras partes del intervalo de tiempo disponible;
- no tener acompañamiento musical, particularmente en aquellas películas de son muy teóricas. La música no disturba las etapas inicial y final de la película. Eventualmente se puede usar en el intermedio de la película durante las secuencias de relajación. Sin embargo, esto no se aplica a los efectos sonoros ni a los sonidos reales que incrementan la autenticidad del valor informativo de la película y se debería aplicar a las películas instructiva,
- tener un tiempo mínimo de proyección, como máximo quince minutos; si por razones serias se requiere más tiempo de proyección, la película deberá incluir secuencias de relajación para no distraer la atención de los espectadores,
- contener espacios de un valor informativo máximo y evitar aquellos espacios que no tienen ninguna información, aun cuando ellos puedan ser muy efectivos,
- tener un tratamiento profesional adecuado en cuanto a dramaturgia, dirección, cámara, cortes, etc., que pueden ser la sublimación o la degradación de una película valiosa.

Conclusión

Desde el tiempo de Rembrandt, el alcance de las aplicaciones didácticas disponibles se ha ampliado considerablemente. Aquellas disponibles para profesores en el próximo siglos irán de la tiza al computador - con el apoyo de los métodos interactivos. Sin embargo, aún en los inicios del próximo milenio, ningún profesor ni ninguna escuela podrán invertir dinero y tiempo en forma correcta en costosos sistemas tutoriales, por ejemplo, los disponibles en la University of Illinois en Urbana.

Tenemos la sensación que parte de los profesores tendrán que continuar trabajando con tiza y proyectores (de transparencias, retroproyector y de video) aun en el próximo siglo, los cuales tendrán que ser usados en forma juiciosa. La investigación de la fisiología de la percepción humana del profesor Baran ha probado que el número de transparencias

usadas en una hora de clase no deberá sobrepasar las 8, puesto que los estudiantes no perciben nada de las transparencias cuando se sobrepasa este número. Las grabaciones en video tienen también sus limitaciones - ellos solo deberían complementar la clase durante cortas secuencias, no reemplazarla. Sin embargo, cualquier universidad que pueda comprar los sistemas interactivos más costosos con base en el computador, deben hacerlo, recordando que ellos deben venir con la vinculación - fuera de la costosa tecnología - de un personal más costoso. Esto implica desembolsos adicionales, que al final del día hacen desaparecer y destruir los proyectos más de mayor futuro. No estamos enterados sobre ningún país que cause daño a sus escuelas por un excesivo presupuesto a causa de los costosos sistemas didácticos.

Sin embargo, no es necesario sentirnos tristes, damas y caballeros, puesto que es el profesor quien establece el nivel de las universidades en el próximo milenio, así como el nivel educativo en los aspectos profesionales y humanos, y no las ayudas didácticas (J. A. Comenius mencionaba en el siglo 17 que las escuelas eran «talleres de humanismo»).

Nos gustaría documentar esta apreciación con un ejemplo. Hace algún tiempo, Charles University en Praga realizó un seminario cuya meta era convencer a los profesores universitarios de las ayudas didácticas en la clase. Al comienzo, uno de los profesores presentó la enseñanza multimedia usando simultáneamente todos los medios disponibles de la tecnología actual. Esto fue un espectáculo bonito pero fatigante, del cual casi no puedo recordar nada. Otro profesor presentó una sugerencia sobre la posibilidad de no sustituir la tiza y el tablero como apoyo a la clase. Los organizadores del seminario cometieron un error seleccionando un profesor retirado que no solo era un profesional sobresaliente, sino educador experimentado. Cuando él se dirigió al auditorio, se sintió un silencio de una atmósfera única de su personalidad, del contacto con los oyentes y del interés en la materia analizada. En consecuencia, el seminario estaba completamente desorientado y se probó una vez más que la personalidad del profesor predestina el nivel y la eficiencia de la educación.

Gracias por su atención.

Literatura

- [1] HAPALA, D.: Didaktické materiálne prostriedky pri práci lektora. (The didactic material means for the work of a lecturer). Osvetová práca, 1979, No. 5
- [2] SCHMITT, G.: Potenzen der Entwicklung berufsrelevanter Fähigkeiten und Fertigkeiten in Vorlesungen, Seminaren und Übungen im Meinungsbild junger Hochschullehrkräfte. Sb. IV. mezinár. konference ÚIS v Praze, Praha 1980
- [3] CRUICKSHANK, D., MAGER, G.: Toward Theory Building in the Field of Instructional Games and Simulation. Programmed Learning Educational Technology, Vol. 13, No 3, July 1976
- [4] DALE, E.: Audiovisual Methods in Teaching. Third Edition. Dryden Press, New York, 1969

Tendencias en la Educación en Ingeniería - Una perspectiva Internacional

*F. A. Kulacki, Executive Director
Technology-Based Engineering Education Consortium
Department of Mechanical Engineering, University of Minnesota
Minneapolis, Minnesota 55455 USA*

y

*E. R. Krueger, President
Krueger and Associates
Bend, Oregon, USA*

Compendio

Este artículo presenta una visión crítica de las tendencias contemporáneas internacionales de la educación en ingeniería. Se presenta un análisis del currículo de ingeniería, de los sistemas educacionales libres, de los programas de ingeniería en los países desarrollados y en desarrollo y los mayores retos que enfrenta la ingeniería en todo el mundo. Nuestra meta es sintetizar las muchas ideas bajo las amplias categorías que se han presentado en dos conferencias mundiales recientes sobre la educación en ingeniería, que tuvieron lugar en el Reino Unido en 1991 y en los Estados Unidos en 1995. Con base en este análisis de la situación contemporánea, presentamos nuestras perspectivas en el futuro inmediato y los escenarios posibles que enfrentarán las escuelas de ingeniería en la próxima generación.

Introducción

Las dos conferencias mundiales sobre la educación en ingeniería realizadas en 1993 y 1995 se han enfocado a varios resultados, problemas y oportunidades que parecen ser

universales sin tener en cuenta que los sistemas de educación superior en el mundo sean públicos o privados. Además, las inquietudes de la fuerza de trabajo de la educación en ingeniería parece llenar a los países desarrollados y en desarrollo. En esta forma, con estas dos conferencias como soporte, analizaremos el estado actual de las acciones y sacaremos algunas conclusiones generales sobre el curso que la educación en ingeniería está tomando en el momento actual.

Observamos que los resultados transnacionales en la educación en ingeniería han sido un tópico de discusión durante algunos años y varias sociedades profesionales y asociaciones nacionales e internacionales logran, de vez en cuando, orientarse sobre los resultados e inquietudes. Las Naciones Unidas han sido un participante particularmente activo en el diálogo internacional y el International Liaison Group for Engineering Education ha sido un promotor prominente de las conferencias internacionales sobre este tópico. El Banco Mundial ha iniciado recientemente proyectos de desarrollo en varias naciones subdesarrolladas del Sur del Sahara en Africa. A la vez, la industria de los países desarrollados ha estado cada vez más interesada en el futuro de los educadores en ingeniería y ha ofrecido para las escuelas de ingeniería una relación de productos de alto valor agregado y el know-how en ingeniería.

Parece que estamos en un punto particularmente bueno para que todos nosotros saquemos conclusiones de las tendencias que hemos visto desarrollar en los diez a quince años anteriores. El ICEE ofrece la posibilidad de sintetizar los desarrollos, sistematizarlos y ponerlos como un agente de transferencia de tecnología en las diferentes regiones del mundo.

El Marco de Referencia

El marco de referencia de nuestra discusión comprende la industria de alta tecnología y las facultades de ingeniería. Ambas han sido consideradas como áreas focales en las dos conferencias mundiales. Para establecer el escenario de nuestra discusión sobre tendencias emergentes en la educación en ingeniería, consideramos que hay dos factores altamente relevantes: la proximidad del siglo 21 trae competencia entre las industrias, y los títulos en ingeniería.

El ambiente técnico en que los ingenieros egresarán en los próximos años estará caracterizado por el conocimiento con base en la industria y con productos de alto valor

agregado, una alta credibilidad en la aplicación de las ciencias fundamentales para el desarrollo de los productos y un proceso que va de desarrollo a diseño y de diseño a fabricación, que es confiable por su alto nivel de simulación y su flujo de información.

No podemos decir que las industrias que tienen que ver con los recursos naturales, la infraestructura y la calidad ambiental fracasarán. Más que esto, las economías avanzadas y en desarrollo se basarán por último en el «poder del cerebro» y las economías de escala y la simple automatización no serán suficientes para sobrevivir. Además, el rápido crecimiento de las tecnologías que diseminan el conocimiento y ofrecen un pronto acceso a la información y a los datos tienen el potencial de alterar permanentemente la forma y posiblemente la sustancia del trabajo en ingeniería en la próxima generación.

La fuerza de trabajo en ingeniería (ingenieros y tecnólogos) parece estar incrementándose globalmente a pesar de las disminuciones vigentes en Estados Unidos y Europa¹. La mayor parte del incremento ocurrió en los países del área pacífica y en otros países asiáticos. Los nuevos países industrializados en esta región han hecho aparentemente un compromiso estratégico a largo plazo para aumentar la fuerza de trabajo en ingeniería. La población vigente y los datos sobre producción de títulos indican que la fuerza mundial de trabajo en ingeniería en la próxima generación será en su mayor parte asiática en cuanto al origen cultural. La contribución de India a la fuerza de trabajo internacional será un factor significativo, pero la contribución de Centro América y Sur América parece estar determinada durante un periodo muy largo.

Aun cuando la distinción entre ingenieros y tecnólogos en ingeniería se mantienen en los Estados Unidos y en Europa, la ingeniería y la tecnología en ingeniería se combinan dentro de un sistema nacional de educación superior en otros países. La distinción entre los poseedores de títulos es, en ocasiones, difícil de determinar. La Figura 1 ilustra las tendencias en producción de títulos en Estados Unidos y algunos países seleccionados de Asia y Europa.

¹ Las tendencias de títulos en ingeniería en los Estados Unidos han sido monitoreadas durante algún tiempo. Los datos de títulos durante el periodo 1985-1994 han sido resumidos por Clarke y Kulacki (1996) y muestran una declinación permanente en los egresados con título de B.S. Anualmente, los títulos otorgados al fin del periodo fueron un 17% inferiores a aquellos del periodo base. Los grados tecnológicos (2 y 4 años) han permanecido en aproximadamente una sexta del número de B.S. La producción total de títulos (BS, MS y PH.D.) en los Estados Unidos ha estado generalmente permanente durante el periodo y los incrementos en título de postgrado compensan la declinación en títulos de BS.

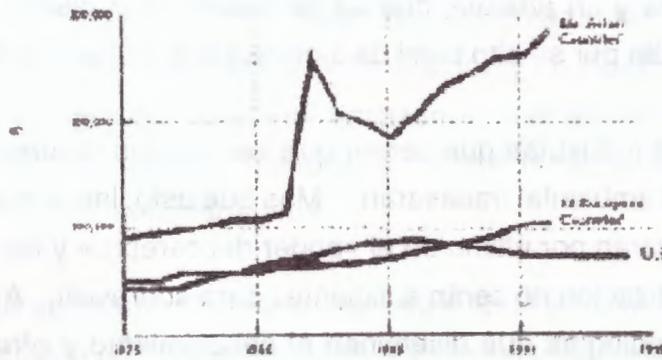


Figura 1. Producción Mundial Proyectada de Ingenieros de Pregrado. Se usa una variedad de fuentes, que incluye datos de la Engineering Workforce Commission, la Unesco y la National Science Foundation (Johnson, 1993). Este gráfico es tomado de un artículo que apareció en ASEE Prism en 1996.

Las Conferencias Mundiales sobre Educación en Ingeniería

Las conferencias mundiales sobre la educación en ingeniería realizadas en el Reino Unido y los Estados Unidos en 1992 y 1995 respectivamente, se enfocaron sobre temas similares que representan un punto de referencia del estado actual de la educación en ingeniería en la última década del siglo y a la vez, un punto de partida para las acciones focales en la primera década del próximo siglo. Un conjunto de voces diferentes expresó en forma sorpresiva los mismos resultados y las mismas áreas de preocupación en una conferencia de alcance limitado que tuvo lugar en Ohio State University en 1989.

El tema común de las conferencias de 1992 y 1995 fue «la reestructuración de la educación en ingeniería para solucionar las necesidades mundiales». Dentro de esta sobrestimada idea, se enfocaron algunos tópicos que incluyeron: el desarrollo educacional basado en la productividad, la calidad y el acceso de la ingeniería, la preocupación por el medio ambiente, el uso de la tecnología, la comprensión del papel cambiante de los profesores, la innovación dentro del currículo y la formación de una agenda de acciones basada en la colaboración internacional. Las charlas claves se enfocaron sobre la articulación de la educación en ingeniería con las necesidades de desarrollo económico nacional y regional, el diseño y reforma del currículo, el impacto de la tecnología - especialmente el diseño y el análisis apoyados por el computador - sobre el proceso educacional y la ingeniería en sí y el papel del ingeniero en el próximo siglo.

Sobre este aspecto tenemos que decir que hay un y nuevo contexto mundial, que comienza a emerger, sobre la educación en ingeniería. Se basa en comparaciones definidas por tres temas amplios:

- La educación en cualquier área a cualquier profundidad, en cualquier momento y en cualquier lugar.
- La educación a la medida y al estilo de las destrezas del individuo.
- La integración de la investigación del mañana en la instrucción del mañana.

Cada una de éstos constituye la base de un número de acciones individuales que se orienta a la reforma curricular, la alteración de papel del profesor, etc. Cada una de las áreas focales de actividad mencionadas antes, están enmarcadas por elementos de un proceso educacional más grande. Es un problema complejo que no tienen soluciones simples y no se puede definir con claridad por las vías del desarrollo. Lo que hemos visto en los últimos diez años es que hay «buenas noticias» versus «no tan buenas noticias» dentro del panorama que se presenta en las facultades de ingeniería, los profesores y todos los tipos de industrias.

Las Buenas Noticias

Un movimiento mundial hacia la aplicación de la tecnología de información a la educación - desde las mismas naciones desarrolladas hasta aquellas que emergen de los niveles primarios de agricultura, manufactura y diseño, el uso de las tecnologías de computación y de comunicaciones está aumentando en tal forma que las escuelas pueden instalar sistemas amplios de información, zonas de trabajo y computadores personales. Las capacidades brutas de hardware y software han ido más allá de la adaptación de aquellas capacidades a la educación en ingeniería en forma persuasiva.

Los cambios irreversibles en los países del Este de Europa, Africa del Pacífico y China - el cambio en el paisaje político de estas regiones y la apertura de las economías hacia los principios de libre mercado (así se haga lentamente y con supervisión oficial) ha llevado a que las facultades de ingeniería y los institutos técnicos puedan jugar el mismo papel de sus contrapartes en las economías capitalistas desarrolladas. A la vez, hemos observado una actividad casi universal que tiene que ver con el análisis comparativo del currículo dentro del desarrollo curricular.

Una comprensión creciente por parte de los gobiernos nacionales del papel de la educación en la ingeniería en el bienestar de los estados - los gobiernos de las naciones en desarrollo y desarrolladas han expresado a través de la conferencia mundial, un entendimiento de la conexión existente entre la calidad de su sistema de educación en ingeniería y las medidas claves del bienestar nacional, es decir, el progreso económico y la sostenibilidad de la infraestructura nacional. En más de una charla importante y de un artículo contributivo, se ha escuchado la creación de un proceso que relaciona el trabajo de las facultades de ingeniería y la salud. Además, la idea fundamental de que la innovación es un proceso que se incrementa, parece ser más entendida y apreciada.

Las No tan Buenas Noticias

Las estructuras curriculares cambian lentamente - a pesar de los esfuerzos individuales de muchos profesores, de los administradores de las escuelas de ingeniería, y en ocasiones de los gobiernos nacionales, los currículos en ingeniería tienden a permanecer centrados alrededor del profesor y del contenido. Los enfoques pedagógicos de aprendizaje que se establecieron hace cincuenta años todavía controlan los procesos educacionales y la forma del currículo. En los Estados Unidos, los currículos vigentes se establecieron hacia 1950 y se han refinado a través de varias comisiones nacionales y del proceso de acreditación que tuvo lugar en los años 60. Únicamente con la llegada de las nuevas pautas de acreditación, se ha creado un potencial para reformar los currículos. Sin embargo, la mayoría de las escuelas de ingeniería en los Estados Unidos no fueron muy afectadas por las nuevas pautas hasta la siguiente década.

El papel futuro de los profesores no está bien definido - los papeles futuros de los profesores de ingeniería no han sido claramente definidos a la luz del potencial admitido de cambios en la educación en ingeniería. Actualmente, los profesores son expertos que entregan información en un currículo compartimentalizado. Quizás la futura forma de la educación en ingeniería los requerirá para realizar actividades como mentores y facilitadores dentro de un ambiente donde el criterio de la ingeniería y la síntesis del conocimiento son el centro del proceso de aprendizaje como parece que debe ser. De todas maneras, el mayor cambio hacia un proceso de aprendizaje centrado es el estudiante; posiblemente se requiere esto, antes de hacer cualquier redefinición del papel del profesor. Además, el grado de la reforma substantiva que se realiza tiene como prerrequisito una alteración del papel y el trabajo del profesor.

La obsolescencia de los profesores será un factor a tener en cuenta en los esfuerzos de reforma educacional - mientras que es difícil generalizar sobre todos los sistemas educacionales que hay en el mundo, creemos que la obsolescencia de los profesores tendrá mucho que ver tanto en lo que se refiere al currículo como al papel que juegan los profesores en el proceso de aprendizaje. En algunas naciones, las reducciones del apoyo estatal a las universidades implicarán una reducción en el número de profesores y directivos. En los sistemas que tienen la antigüedad como base del empleo (se incluye acá, el sistema de tenencia de los Estados Unidos y el del profesor líder de Europa) hay un envejecimiento del profesorado. El resultado será un profesorado con un conjunto de habilidades que no está de acuerdo con los requerimientos de la práctica futura de la ingeniería. Por supuesto, hay varias soluciones, pero una discusión de las mismas se sale del alcance de este artículo.

Los programas de pregrado y pregrado necesitan una mejor definición - con el avance de la tecnología, no hay claridad sobre la expansión de los programas de pregrado ni de la revisión de sus contenidos para que se acomoden al nuevo conocimiento. Estamos quizás en un punto donde el pregrado es insuficiente para los que llegan al mercado laboral en desarrollo de productos, diseño, investigación aplicada, etc. En todas las naciones, este problema requiere una discusión cabal y los modelos de educación en ingeniería requieren de un desarrollo para reconocer la naturaleza general y profesional de la ingeniería.

La interacción de la ciencia y de la ingeniería se alterará con la misión educacional - ésta es la conclusión más fundamentada de las escuelas de ingeniería del mundo. Hemos observado que la anterior generación tiene dos tendencias en la ingeniería, que están algunas veces en oposición. La primera es una alteración de la base de la ingeniería moderna, debida a los resultados - un cambio creciente y un paradigma - en el conocimiento científico y en el avance de las herramientas computacionales para ingeniería. La segunda es una presión externa de las escuelas de ingeniería para producir egresados con habilidades aplicables a la solución de las necesidades de la industria. Los primeros resultados en la educación en ingeniería son a largo plazo, mientras que los segundos suscitan un tipo de vocacionalismo que fue el punto final de la educación en ingeniería a comienzos del presente siglo². Creemos que la primera saldrá victoriosa porque es más relevante a largo plazo para la supervivencia de la industria y las economías nacionales.

² Este fue el caso de los Estados Unidos y la mayoría de países europeos. En Estados Unidos, el cambio de la ciencia de la ingeniería se produjo después de 1945, cuando las escuelas de ingeniería tuvieron una alteración fundamental. Observamos que en los países donde se presenta una transformación económica, por ejemplo China, existe un sistema de educación técnica, que incluye un gran número de institutos que ofrecen capacitación en tecnologías específicas o industrias, en lugar de la educación, de base amplia, en ingeniería.

No minimizamos la necesidad de una fuerza laboral en ingeniería que pueda realizar un amplio espectro de tareas técnicas que la sociedad requiere. Las escuelas deben orientar fundamentalmente su misión educacional y el tipo de egresados que ellas desean sacar. Como resultado de un enfoque orientado, se enriquecerá el sistema educacional mundial en ingeniería y se ofrecerá un conjunto de habilidades técnicas que son necesarias a todas las economías y regiones, cualquiera que sea su etapa de desarrollo.

El uso de la tecnología en la instrucción es de irregular calidad - a pesar de los muchos artículos que se presentan, no sólo en las conferencias mundiales, sino en todas las otras conferencias educacionales sobre aprendizaje (por ejemplo, la Conferencia sobre Fronteras de la Educación, las Reuniones Anuales del Consorcio de Educación en Ingeniería con base en la Tecnología), el uso de las técnicas instructivas con base en el computador es al menos «de calidad irregular». Hacemos acá una distinción entre la tecnología como tal y la técnica. El hardware y el software que actualmente tenemos proveen a los profesores y estudiantes de sofisticadas herramientas de computación, simulación y visualización - esto es tecnología. Sin embargo, el uso de toda estas herramientas de una forma uniforme y de una manera tal que afecte profundamente el contenido de los programas y el aprendizaje no es tan aparente. Algunas escuelas han dado algunos pasos tentativos hacia el uso de la tecnología, pero la evaluación que tenemos es que los procesos educacionales con base en la tecnología son aún vistos como un suplemento a las clases y laboratorios dictados en el salón tradicional. Se requieren varios años para alcanzar una diseminación efectiva de los desarrollos y técnicas de trabajo, así como los estándares de un software instructivo³.

³ El World Wide Web puede ser en parte una respuesta a las necesidades acá planteadas. Los protocolos de Comunicación se establecen y el uso de los lenguajes de los hipertextos es universal. Las pocas herramientas de los autores se distribuyen libremente o están disponibles comercialmente y son potentes y generalmente accesibles en todo el mundo. El WWW quizás puede ofrecer el vehículo para que la reforma pueda alcanzarse.

La Agenda Futura

De acuerdo a nuestra experiencia, obtenida en las conferencias mundiales, encontramos que tres áreas focales son aparentes:

- La educación en ingeniería ha asumido un propósito y una caracterización totalmente global.
- Está emergiendo un nuevo paradigma tecnológico.
- Hay una reestructuración del sistema educacional, tanto en cuanto a sus necesidades como a sus preocupaciones.

Cada una de estas áreas merece un comentario para los futuros posibles desarrollos.

Aspectos Globales - en los últimos diez años, cada uno de nosotros ha interactuado extensamente con una variedad de líderes de la industria y la educación de todo el mundo. El mensaje común que ellos envían a los educadores es que las destrezas a usar son altamente deseables y la educación es de una naturaleza genérica más preferida. La viabilidad a largo plazo de una industria requiere de un talento técnico que sea adaptable, flexible y tenga una gran capacidad de aprender. Estos mecanismos serán más importantes hacia el futuro cuando las manufacturas internacionales, el mercadeo y la ingeniería se crucen con las destrezas culturales y la demanda.

Mientras que los sistemas de educación en ingeniería cumplan estos requisitos en grado variable, estamos convencidos de que el mensaje ha llegado a las escuelas de ingeniería y a sus benefactores (gobiernos o donantes). Por supuesto, esto coloca a las escuelas en una posición interesante y de vanguardia. Nuestros comentarios sobre los profesores, el currículo y el sistema educacional son relevantes.

Un nuevo paradigma tecnológico emergente - un nuevo paradigma educacional está comenzando a emerger, pero está recogiendo fuerza de una variedad de montajes. En el mundo hay grandes diferencias en la forma de conceptualización de este paradigma y se aplican en las escuelas de ingeniería, pero varios elementos se aceptan en forma general. Estos incluyen: multimedia, sistemas de computación, comunicaciones, normas sobre software, software normalizado, publicaciones electrónicas, conjuntos universales de

información y bases universales de diseño. Nos encontramos al inicio de un periodo en el que estos elementos se involucrarán dentro del vocabulario del proceso educacional y tendrán atributos únicos en el desarrollo del currículo de ingeniería.

Reestructuración del sistema educacional - Hay un consenso general de que el currículo en ingeniería que evolucionó durante el siglo 20 necesita ser reestructurado para cumplir con las necesidades sociales y transformar el escenario industrial. Mientras que la integración de los elementos curriculares y de los programas totales de instrucción se está realizando en muchas escuelas del mundo, hay sorprendentemente muy poco enfoque común y variación en los métodos y las filosofías educacionales. Creemos que esta área requiere una discusión extensa y repetida al nivel mundial si la educación e ingeniería busca alcanzar las reformas previstas por los industriales, los gobiernos y los líderes educacionales. El sistema necesita hacer énfasis sobre los fundamentos al nivel de pregrado, ofrecer una banda amplia del conocimiento, enfocar al estudiante, orientar las necesidades de aprendizaje de por vida y facilitar en alto grado un cruce de experiencias culturales.

El pronóstico

Hemos tocado un gran número de resultados visibles en las conferencias mundiales y los hemos relacionado con la década anterior. Nuestro propósito ha sido ofrecer un marco de referencia para la actividad futura, en lugar de dar soluciones a un resultado o a un problema particular. El sistema de educación en ingeniería a nivel mundial es demasiado complicado y variado para buscar una solución general.

Sin embargo, estamos seguros de que el movimiento que permite comparar la educación en ingeniería, tal como lo hemos descrito, es universal y toca a la vez a los países desarrollados y en desarrollo. Las tasas de progreso se orientan a un futuro muy diferente y al finalizar los procesos de reforma tendremos una gran variación en todo el mundo. Se espera, y en efecto se asegura, una riqueza y diversidad de los enfoques educacionales que requieren de las normas del software y de un acuerdo general sobre las características de los egresados. Hemos dicho que, tomando como base las conferencias mundiales, la educación en ingeniería se orienta hacia una información más adecuada, centrada en el estudiante y en la cual el aprendizaje se puede extender convenientemente más allá de la escuela de ingeniería. En este ambiente, la distinción entre educación formal de

postgrado y aprendizaje de por vida disminuye y el conocimiento de la ingeniería se ofrecerá de la misma manera a estudiantes y a practicantes, de acuerdo a sus necesidades. Dentro de este marco de referencia, esperamos que los requerimientos de las facultades de ingeniería de todo el mundo requieran una mayor demanda debido a la amalgama del conocimiento científico, a las prácticas de ingeniería y a los estándares internacionales de diseño.

Referencias

- Duggan, T.V., (Ed.), Proceedings, Third World Conference on Engineering Education, Vols. 1 - 3, Computational Mechanics Publications, Boston, 1992.
- Clarke, R. W., and Kulacki, F.A., «International Engineering: Tins our Engineering School Never Told You,» Mechanical Engineering Education for Global Practice, Proceedings of the 1997 ASME Mechanical Engineering Department Heads Conference, American Society of Mechanical Engineers, New York, 1997, pp. 27-38.
- Glower, D.E., (Ed.), Proceedings of the International Symposium for Engineering Deans and Industry Leaders, College of Engineering, The Ohio State University, 1989.
- Johnson, J. M., «Human Resources for Science and Technology: The Asian Region,» National Science Foundation, NSF93-303, Washington, 1993.
- Knoweles, M., The Modern Practice of Adult Education, Cambridge, The Adult Education Company, New York, 1980
- Krueger, E. R., and Kulacki, F. A., (Eds.), Proceedings, Fourth World Conference on Engineering Education, Vols. 1-4, William C. Norris Institute, Bloomington, 1995.
- Simrall, H. C., et al., «Challenge for the Future: Professional Schools of Engineering,» National Society of Professional Engineers, Washington, 1976.
- _____, «Engineering Education, Designing and Adaptive System,» National Research Council, Washington, June, 1995

Tendencias en la Educación en Ingeniería en España: Impulso hacia el Futuro

Enrique Ballester, Ana Gimeno, Justo Nieto and Luis M. Sánchez-Ruiz
Universidad Politécnica de Valencia

Introducción

Durante la primera parte de la década de los ochenta se realizaron importantes cambios en el Sistema de Educación Superior de España. El Gobierno Central aprobó una nueva ley (La Ley de Reforma universitaria, conocida como LRU) que tiene que ver con la estructura universitaria y permite el desarrollo de diferentes programas en todas las universidades españolas para prepararnos a enfrentar el siglo 21 dentro de un marco de referencia más avanzado y flexible. Esta ley de reforma universitaria implica que las universidades deberían compartir, por un lado, un núcleo común a nivel nacional y, por el otro, establecer sus propias prioridades de acuerdo a su ambiente que les permite ofrecer asignaturas que tengan relación con sus demandas sociales, y lo más importante, dar a los estudiantes la oportunidad de diseñar - hasta cierto grado - su propio currículo.

La Universidad Politécnica de Valencia (UPV), al igual que todas las demás universidades españolas, está inmersa en este proceso de cambio, no sólo por la situación general de España, sino porque le preocupa la llegada del próximo siglo y las perspectivas que se puedan visualizar en la Educación en Ingeniería. Algunas de estas implicaciones directas en nuestros programas incluyen una consideración especial de la tecnología de multimedia utilizada como una herramienta de capacitación, el compromiso en las relaciones internacionales y los programas de intercambio estudiantil, las relaciones con la industria y los programas de innovación educativa.

Experiencia

La creación de la ley de reforma universitaria fue un proceso prolongado que significó un cambio drástico en la estructura de nuestra universidad, los planes de estudio y las relaciones con el ambiente social. Los cambios que produjo la LRU y sus consecuencias no han terminado y no terminarán, como se espera hoy en día con algo que está dispuesto a permanecer vivo. Nuestro mundo es un mundo cambiante y hasta ahora no hay nada que indique que debe ser diferente hacia el futuro puesto que la historia, la evolución, el progreso, la innovación y el cambio están relacionados íntimamente.

La LRU creó un marco de referencia que ha hecho que la educación en ingeniería se mueva dentro de un sistema de créditos, con un contenido teórico altamente reducido de muchas asignaturas nuevas, adicionadas al plan de estudios de 6 créditos (4 horas/semana durante 15 semanas, puesto que 1 crédito = 10 horas de clase presencial). Lo anterior implica la revisión de los contenidos de todas las asignaturas y el cambio en el proceso de enseñanza si se tiene en cuenta que los antiguos programas de enseñanza deben evitarse, reemplazando las horas en el tablero por tiempo gastado haciendo cola en la máquina Xerox.

Las universidades, dentro de la libertad que tienen para estructurar sus estudios, fueron lejos en algunas ocasiones y crearon muchos cursos pequeños que se tradujeron en una proliferación de asignaturas diferentes tomadas a la vez por los estudiantes. Esto ha hecho que el Gobierno Central introduzca este año, 1998, después de algunos años de probar diferentes diseños de currículos en las universidades, algunas restricciones sencillas en cuanto al número y longitud de los periodos académicos y las asignaturas anuales que se pueden tomar puesto que las dos clases de asignaturas pueden coexistir en un diseño curricular de una universidad particular. Dentro de esta línea de acción, el valor mínimo para asignaturas semestrales es de 4.5 créditos y para asignaturas anuales de 9.0 créditos. Por otra parte, para permitir que los estudiantes trabajen su propio diseño curricular, dentro del periodo previsto de sus respectivos estudios, ellos no deben cursar más de nueve asignaturas diferentes por año o seis asignaturas en un momento dado; ambas cantidades encierran el número total de asignaturas semestrales y anuales que cada estudiante puede cursar.

Universidad Politécnica de Valencia

Desarrollaremos nuestra presentación buscando una concentración sobre los diferentes resultados de las tendencias reales de la educación en ingeniería en España y dando información específica de nuestra universidad que es una de las cinco universidades públicas en la Comunidad Valenciana, una de las 17 autonomías españolas y que posee aproximadamente el 10% de la población de España y del PIB, 4% del cual proviene de la agricultura (principalmente naranjas, otras frutas, arroz y vegetales), el 35% de la industria (maderas y muebles, zapatos, vestidos, cerámica, juguetería, alimentos procesados) y el 65% de los servicios (principalmente el turismo).

La UPV es una universidad joven, con poco menos de un cuarto de siglo, cuyos programas académicos tienen relación con las necesidades socioeconómicas: Arquitectura, Agricultura, Administración de Empresas, Cartografía y Geodesia, Ingeniería Civil, Computación, Ingeniería Industrial (Química, Diseño, Eléctrica, Electrónica, Mecánica), Ingeniería de Telecomunicaciones, Ciencias Ambientales y Artes. El número de estudiantes se incrementa constantemente; por ejemplo, en 1992 el número de estudiantes fue de 23,237 y para 1997 alcanzó un total de 32,088; se gradúan aproximadamente 2,150 estudiantes de pregrado y unos 100 estudiantes reciben su Ph. D. cada año.

Desde el inicio se ha presentado una alta mortalidad estudiantil en la UPV, especialmente en los primeros cursos. En 1992-93 se comisionó al Consejo Social para hacer el análisis de la pérdida de calidad de estudiantes en el periodo de 1982 a 1992. El estudio mostró que la mayoría de retiros tuvieron lugar entre el primer y segundo año de ingreso y que más del 40% de los estudiantes de Arquitectura que completaron el sexto año no habían cursado la última asignatura del programa de sexto año en más de ocho años, sin haber realizado aún el proyecto final. La situación era similar en otras facultades. Vale la pena mencionar que el acceso a la universidad en España es superior al de otros países, puesto que una de cada tres personas entre los 18 y los 25 años de edad asiste a la Universidad.

La UPV deseaba mejorar la productividad estudiantil, convencida como está de que los mayores beneficios serían para la comunidad del entorno. Por esta razón, la UPV ha hecho énfasis en la calidad, cuidando diferentes aspectos a la vez, cuyos pilares son: la Innovación en la Enseñanza, las Relaciones Internacionales y la Colaboración entre la Universidad y el Sector Privado, las Industrias, etc., todo lo cual se fundamenta en una sola idea, innovación.

Toda organización humana debe innovar o mejorar lo que está haciendo, al menos por dos razones. La primera de ellas se fundamenta en la idea de que solo las cosas que existen son las que tienen la posibilidad de ser cambiadas, que se puede mejorar solo cuando se cambia, que el futuro y el progreso de las cosas se fundamentan en aquellas cosas que aún no existen. Innovación, cambiar para mejorar, no significa darle vuelta a las mesas o cambiarles el cuero, sino estar alerta sobre aquello que se puede innovar usando ingredientes y decisiones que aún no existen. Para innovar debemos estar dispuestos a aceptar que algo no tiene que ser igual. No se puede cruzar el umbral de la innovación si no se está dispuesto a ser un guerrero, a arriesgar y probablemente a ganar perdiendo.

La segunda razón por la cual una organización debe innovar es la competencia, las cosas tienen valor cuando otros están dispuestos a pagar por ellas. Esta es una razón pragmática y de supervivencia, y aun cuando la existencia de las universidades en España no se encuentra en peligro hacia un futuro cercano sería muy duro para ellas sufrir problemas económicos o sociales. En esta forma y suponiendo que las dos afirmaciones anteriores son ciertas, hay razones muy claras para innovar. Lo que se debe determinar es cuánto y cómo tenemos que esperar para realizar este proceso de innovación. Cuánto se debe innovar está determinado por la diferencia entre un escenario futuro, esto es, la diferencia entre un modelo idealizado de los resultados que nos gustaría lograr dentro de nuestra organización universitaria y un diagnóstico de nuestra situación actual. Por otra parte, cómo se debe realizar este proceso de innovación se determina diseñando la vía que nos conduce desde el momento del diagnóstico hasta el futuro idealizado.

Innovación celular

Ahora defenderemos una tesis que no será probada. Seguramente requeriría un simposio monográfico: la organización de la educación superior tiene una estructura intelectual, administrativa y jerárquica que rechaza e inhabilita la innovación a todo nivel: las entidades directivas, los profesores, el personal administrativo, los investigadores, etc. La sociedad demanda innovación a las universidades. Lo que realmente quiere la gente es que sus hijos aprueben los exámenes, se gradúen y logren obtener un trabajo. Si esta tesis es cierta, entonces tendremos por delante un problema cultural que escapa al marco de

referencia de la universidad. Por lo mismo, no podemos aplicar una política institucional de innovación absoluta y general dentro de la organización universitaria alcanzando a cada una de sus partes, tales como la vinculación de nuevos profesores, la evaluación de los estudiantes, la renovación de los equipos o el diseño curricular.

Trabajaremos por lo tanto sobre una renovación celular, compenetrándonos con una cultura de cambio hacia lo mejor, en aquellos casos donde sea posible, a cada célula del sistema, y con un tratamiento personalizado en cada caso. De lo anterior, se concluye que el papel de la institución se reduce a:

- a) Patrocinar cualquier nueva idea, puesto que a partir de un conjunto de iniciativas podemos encontrar las buenas. El apoyo debe ser moral y económico.
- b) Promocionar las iniciativas no emprendidas por alguien más, encontrando gente competente para desarrollarlas.
- c) Generar un ambiente cultural de acuerdo al cual lo ortodoxo y lo innovador se apoye como procedimiento normal.

En esta forma, aun cuando la innovación institucional no es posible en la estructura universitaria de hoy, es de todas maneras posible realizar una innovación celular puesto que solo las células individuales están abiertas al mejoramiento.

Innovación en la Enseñanza

Debido a que hay avances tecnológicos en las sociedades modernas con cambios repentinos y profundos, es muy claro que el conocimiento de hoy será obsoleto en unos pocos años. Por lo mismo, el proceso de aprendizaje de nuestros estudiantes debe estar adaptado al cambio. Esto requiere un nuevo sistema educacional donde el estudiante juega un papel activo.

Para lograr esta meta, hemos instalado el apoyo tecnológico en nuestros salones de clase. Nuestros estudiantes en la UPV utilizan cada vez más los computadores y multimedia como una ayuda en el proceso de aprendizaje, con funciones informativas. El papel del profesor en las aulas ha cambiado substancialmente y es quien desarrolla

problemas creativos, sugiere ideas y promueve las actividades de los estudiantes dentro del salón de clase.

El apoyo tecnológico mencionado antes y el apoyo económico para desarrollar materiales innovadores de enseñanza se promueve en la UPV por medio de un «Programa Educativo de Innovación» que establece el marco de referencia a los profesores para que apliquen recursos tanto humanos como materiales en sus asignaturas específicas. La UPV subvenciona y supervisa estos nuevos desarrollos, dando preferencia a las propuestas que involucran más de una asignatura y que por lo tanto se benefician en extremo y hacen más eficiente el uso de los materiales.

En el momento de introducir este proceso tecnológico, había salones de clase donde los programas de innovación estaban siendo aplicados en todas las asignaturas; salones de clase donde el programa de innovación se aplicaba solo a una parte de las asignaturas, y salones de clase 100% convencionales. Esto permitió el análisis de los estudiantes egresados, el cual se efectuó dependiendo del flujo seguido por el estudiante. Hubo además, y lo hay aún en algunos casos, una situación donde conviven nuevas asignaturas y tecnologías con una educación más tradicional. La innovación incluyó un proceso de evaluación mediante comités de evaluación en algunos programas académicos.

En general, la aversión a innovar puede tener su origen en la falta de recursos económicos y, en ocasiones, el miedo a la reducción de la autoridad o al nivel de egresos. La innovación requiere un esfuerzo de todas las partes involucradas, de una cultura cívica extensiva de responsabilidades compartidas y de un sentido de obligación de las instituciones hacia la sociedad y viceversa.

Con el fin de fomentar la investigación y de retribuir la como práctica normal dentro de la educación superior, la UPV fomenta la excelencia en la docencia, pero no es una excelencia a lo sobresaliente, sino a cualquier esfuerzo por mejorar o innovar. En este punto, la UPV ha desarrollado dos programas diferentes: Ayuda Complementaria a la Investigación (ACI) y Ayuda Complementaria a la Educación (ACE). Estos retribuyen los logros en investigación y luego los logros educacionales, tales como los programas innovadores desarrollados, la cooperación con programas internacionales, la consejería de estudiantes extranjeros, etc. A cada docente que aplica se le da una retribución de acuerdo a los resultados obtenidos en su evaluación y se le dan los medios para mejorar su docencia, asistir a reuniones o visitar otras universidades que le permitan mejorar su enseñanza.

Las relaciones internacionales es uno de los factores más importantes para mejorar la enseñanza. Nos permite tener un contacto familiar con los diseños de otros programas académicos y con las experiencias docentes, trayendo mutuos beneficios como es el compartir las facilidades y los resultados obtenidos con una nueva metodología o la ya conocida en diferentes ambientes y con diferentes experiencias. Una consecuencia natural de este conocimiento mutuo es la actualización de los contenidos de los programas de los diferentes cursos, buscando la armonización de las asignaturas con aquellas que se enseñan en otras universidades europeas, así como la futura armonización de los diplomas obtenidos, logrando en esta forma una validación. Los Departamentos de Idiomas se benefician en extremo de las relaciones internacionales puesto que sus asignaturas son más solicitadas por los estudiantes que hacen que el dominio del idioma tenga una utilidad.

Las universidades españolas participan en una variedad de programas europeos de intercambio estudiantil: ERASMUS, LINGUA, LEONARDO y TEMPUS. Además, han surgido nuevos programas con los Estados Unidos y con Sur América, por ejemplo ALFA.

El programa ERASMUS fue creado para evitar que la educación estuviera alejada de Europa y a la vez convirtiera el Mercado Común Europeo como una realidad dentro de la educación universitaria. Este programa implicaba un apoyo económico para las universidades, sus estudiantes y profesores, con el ánimo de promover el desplazamiento y la cooperación de estudiantes en su área de educación superior en otro estado miembro de la Unión Europea. A nuestros estudiantes se les dio la oportunidad de conocer otras culturas y de tener un mejor entendimiento de las implicaciones de la unión europea.

El Programa Europeo de Intercambio Estudiantil SOCRATES es el sucesor del programa ERASMUS. El número de intercambios se ha incrementado permanentemente desde su inicio. Durante el último año académico, 1996/97, 278 estudiantes de la UPV completaron parte de sus estudios en el exterior en 17 países diferentes y 303 estudiantes extranjeros se registraron en la UPV. La UPV también mantiene relaciones con varias universidades en los Estados Unidos, en las cuales están promoviendo interesantes y fructíferos programas de intercambio estudiantil a través de ocho proyectos diferentes. Los principales destinos de los estudiantes de la UPV son el Reino Unido, Francia, Alemania, Holanda, Italia, Bélgica, Irlanda, Dinamarca, Grecia, Austria, Portugal, Finlandia y los Estados Unidos. En dirección opuesta, los países que están enviando un mayor número

de estudiantes a la UPV son Francia, Reino Unido, Italia, Alemania, Holanda, Bélgica, Rumania, Dinamarca, Portugal, Grecia y Suecia.

Hay algunas reglas generales para estos intercambios en una institución de educación superior de otro estado miembro; estas son:

- 1) La longitud del periodo de estudios en el exterior debe estar entre tres y doce meses;
- 2) La institución anfitriona renuncia a los costos académicos, aun cuando la institución de origen puede solicitarlos;
- 3) Los estudiantes deben recibir un reconocimiento oficial y escrito de su permanencia en el exterior, generalmente de la institución de origen,
- 4) Los estudiantes visitantes reciben la cantidad total de concesiones o préstamos estudiantiles a los cuales normalmente tienen derecho, y los cuales son otorgados por las autoridades locales u otras fuentes.

La UPV tiene otros requerimientos, considerados lógicos, tales como haber completado el segundo año académico y tener un dominio suficiente del idioma del país anfitrión. Cuando se realizan estos intercambios en la UPV, antes de que los estudiantes abandonen su sede, los profesores de los departamentos correspondientes coordinan las asignaturas que el estudiante va a tomar y/o las condiciones del proyecto final, si es el caso, con los consejeros de la institución que lo recibe. Siempre y cuando sea posible, un profesor de Valencia visita cada una de las instituciones que reciben estudiantes de la UPV y, si es necesario, corrige cualquier discrepancia posible con el trabajo originalmente planeado en colaboración con los profesores de la entidad anfitriona. Una copia del trabajo desarrollado se presenta a la UPV, junto con la nota final otorgada.

Los programas de intercambio con instituciones extranjeras son atractivos para los estudiantes españoles. Esto da una motivación adicional en el aprendizaje, puesto que sus notas se tienen en cuenta para calificarlos como candidatos a sus respectivos grados. La experiencia nos ha enseñado que la integración en la institución anfitriona y los resultados alcanzados en el exterior son mejores si el número de estudiantes es pequeño, siendo dos quizás el número ideal. Evitamos así los riesgos del aislamiento, lo cual podría

ocurrir si solo asistiera un estudiante, y un gran número llevaría a formar un clan y por lo tanto evitar la compenetración en la universidad anfitriona.

El programa LEONARDO intenta mejorar la productividad en las compañías y confrontar a los estudiantes con las transformaciones industriales, económicas y técnicas que se están presentando en otros países europeos. Como se mencionó anteriormente no es un programa tan popular, pero un número creciente de estudiantes de la UPV completan su capacitación dentro de este proyecto en empresas que tienen su casa matriz en otros países. En el último año, 38 estudiantes de la UPV trabajaron en 7 países diferentes.

El programa LINGUA tiene como meta ayudar a los europeos a vencer las barreras del idioma para mejorar la cantidad y la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las lenguas extranjeras, con el fin de lograr una mejor calificación en su trabajo futuro, al alcanzar posible competitividad dentro del mercado interno. Un ejemplo de un proyecto LINGUA realizado en la UPV son los dos productos comercialmente disponibles en CD-ROM denominados CAMILLE: Español Interactivo para principiantes de Español y un segundo paquete de multimedia denominado CAMILLE: Español en marcha, para estudiantes intermedios de español. Este proyecto fue administrado por la profesora Ana Gimeno-Sanz y está conformado por un curso de multimedia que se desarrolla en cada una de los idiomas de los socios involucrados en el proyecto: Inglés, Francés, Alemán y Español.

TEMPUS es un acrónimo que corresponde a Trans-European Mobility Program for University Studies, que fue adoptado por el Consejo de ministros de la EC en Mayo de 1990. Forma parte del programa global de ayuda a la comunidad para la reestructuración económica de los países del centro y este de Europa, (el denominado programa PHARE). Dentro de este contexto, la capacitación ha sido identificada como uno de los campos más importantes de cooperación entre los países involucrados y la comunidad. La UPV participó en ocho proyectos diferentes en el último año.

Finalmente, la UPV participa en los proyectos ALFA entre universidades de los Estados Unidos y de América Latina. Hace muy poco, tres de los proyectos en los cuales la UPV participó se han ampliado: Luis Vives II enfocado hacia el mejoramiento e innovación de la educación en ingeniería industrial, San Alberto enfocado al enlace de la ingeniería ambiental de Europa con las sociedades latinoamericanas y, finalmente, SERT enfocado hacia la enseñanza de la Arquitectura.

Hay algunos gastos que se involucran en las relaciones internacionales pero los beneficios cubren los costos de desplazamiento y asistencia a las reuniones de coordinación permitiendo que solo algunos gastos no sean cubiertos. Es además claro que se requiere una dedicación adicional de un gran número de profesores. Esta participación se fomenta y se retribuye en la UPV por diferentes medios, incluyendo el anteriormente mencionado Programa de Enseñanza ACE.

La UPV también participa en el programa INTERCAMPUS con universidades españolas y latinoamericanas. En el último año, 71 estudiantes de la UPV se desplazaron a 15 países diferentes.

Colaboración Universidad-Empresa

La obligatoriedad de la Ley de Reforma Universitaria ha ayudado al desarrollo del conocimiento de la investigación y desarrollo universitario y sus resultados, colaborando así con algunas compañías en diferentes formas. En 1998 se implementó un Programa Nacional de Investigación y Desarrollo y en 1989, la UPV Creó el Centro para la Transferencia de Tecnología y el Centro de Capacitación en el Postgrado. Anteriormente la UPV había creado el Centro de Empleo Estudiantil. En 1996, la UPV creó CERES, Centro para las Relaciones con el Ambiente Socioeconómico, que en coordinación con otros tres centros ya existentes diseña nuevas estrategias para mejorar su relación con el ambiente socioeconómico y refuerza el papel de liderazgo y de innovación de la UPV.

Para fomentar las iniciativas y la creatividad en este ambiente, el Centro para la Transferencia de Tecnología montó el programa IDEAS (Iniciativas para el Desarrollo de Nuevas Compañías) por medio del cual a los estudiantes en su último año se les ayuda a crear nuevas compañías. El programa financia el desarrollo del proyecto técnico, el cual puede tener también reconocimiento académico en el sentido de que puede ser el resultado de un proyecto de fin de año. Este programa tiene una aceptación creciente gracias a su nueva recepción entre los estudiantes y a que los profesores invitan a sus estudiantes a participar. Sin embargo, este programa está lejos de alcanzar todo su potencial: se crearon 4 compañías durante el periodo 92/94, 11 durante 94/96 y 12 durante 96/97, lo cual resulta insignificante considerando que cada año se gradúan 2,000 estudiantes. A pesar de todo este programa está cambiando definitivamente la mentalidad que los estudiantes tienen hacia la creación de sus propias empresas.

La complejidad creciente que tienen la ciencia y la tecnología hace necesario que los profesores de la UPV se dediquen a investigar y desarrollar con el fin de colaborar con el personal de investigación existente en otras universidades nacionales e internacionales, centros de investigación, compañías privadas, buscando en esta forma complementar su trabajo tanto científica como financieramente. Para ayudar a la interacción con empresas y otras instituciones, varios institutos se han creado en tal forma que la relación cliente/suministrador se convierte en una relación de cooperación en la cual la universidad llega a ser un socio tecnológico.

Los institutos se han creado para cubrir la demanda no satisfecha en ciertos campos de investigación y desarrollo y que tendrían que ser cerrados si la demanda deja de existir. Los institutos ofrecen a las compañías todos los servicios de investigación y desarrollo incluyendo la capacitación especializada. A través de los institutos, la información fluye en ambas direcciones con una interacción continua. Los resultados de la implementación de la cooperación implican un cambio de mentalidad para las compañías y para las universidades y este es el por qué su introducción es lenta en las dos.

Entre los institutos ya existentes en la UPV están: Instituto de Biología Molecular, Instituto de Cartografía, Instituto de Motores Térmicos, Instituto de Tecnología Eléctrica e Instituto de Tecnología Química. Dentro del campus universitario, los institutos están localizados en un área que será denominada «Ciudad Politécnica de Innovación» para reforzar su vocación que busca movilizar el ambiente social, económico e industrial de la región Valenciana así como de la universidad. En algunos casos los institutos han sido creados en cooperación directa con la empresas universitarias.



Autores

Prof. Enrique Ballester. Departamento de Ingeniería de Sistemas, Computación y Automática; Director de la Facultad de Ingeniería Industrial.

Prof. Ana Gimeno. Departamento de Idiomas; Directora del Grupo de Investigación CAMILLE; agimeno@idm.upv.es

Prof. Justo Nieto. Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales; Rector de la UPV.

Prof. Luis Sánchez-Ruiz. Departamento de Matemática Aplicada; Anterior Subdirector para Relaciones Internacionales, Facultad de Ingeniería Industrial; imsr@mat.upv.es

Universidad Politécnica de Valencia, E-46022 Valencia (España)

Educación Técnica de Ingenieros en el Contexto de las Tecnologías Multimedia de los Computadores

*Vladimir Strakos and Vladimir Kebo
Institute of Economics and Control Systems
V_B-Technical University of Ostrava
17. listopadu 15, OSTRAVA-Poruba
Czech Republic, 708 33*

Compendio

Los medios modernos que podemos utilizar en el marco de referencia de la enseñanza extienden sustancialmente las posibilidades de los profesores. Ellos extienden las posibilidades pero a la vez complican el proceso pedagógico. Podemos hacer realmente un uso efectivo de ellos? Tiene realmente un mayor efecto pedagógico la aplicación de los mismos? Cómo influyen las técnicas audiovisuales al proceso pedagógico en la forma más adecuada posible?. Estas son las preguntas que los autores plantean y con base en ellos buscan la respuesta. El uso de la expresión «buscar» está correcto porque la pregunta es continua, dentro de un proceso permanente y no todos podemos tratar de obtener una respuesta. Se ha probado que algunos procedimientos han tenido éxito, pero a la vez algunos de ellos han tenido que ser eliminados porque se requiere mucho trabajo a invertir en su preparación. Esta es la principal razón para preparar este artículo. Deseamos consultar este problema con otros profesores, deseamos discutir su experiencia y pensar nuevamente sobre la posición y función de los profesores en los tiempos futuros cuando todos estemos sobresaturados con la cantidad de información proveniente de varias fuentes.

Introducción

Desde la introducción nos gustaría pensar nuevamente en la pregunta importante. Es verdad que más información significa más conocimiento? Tenemos algunas imaginaciones que tienen que ver con la capacidad del cerebro, o mejor dicho, cuánta información se puede almacenar en el cerebro durante un día? No sobresaturemos al estudiante con mucha información en tal forma que el efecto resultante es disminuir lo que el estudiante podría ganar con una cantidad «óptima» de información que puede estar permanentemente en el cerebro. Es natural que cada individuo es diferente y por lo mismo, partimos de un promedio imaginario, por ejemplo, las capacidades de aproximadamente el 66% de los estudiantes de primer semestre de la universidad. En el último año de estudio solo el promedio y los mejores estudiantes permanecen.

Antes iniciábamos con consideraciones que tienen que ver con el conocimiento y nos gustaría llamar la atención sobre el término información. La cantidad y la calidad de la información recibida dependen, en nuestra opinión, de las características del individuo receptor. Cada uno de nosotros recibe las señales del entorno solamente con nuestros propios sentidos y a partir de estas señales, cada uno crea la información. Es importante visualizar esto desde el punto de vista del proceso pedagógico. Los estudiantes en el salón de clase reciben señales de su profesor y también de los entornos y cada uno de ellos crea individualmente en el cerebro la información a partir de estas señales. Esta información se guarda, en algunos casos permanentemente y en caso de que no se renueve, se debilita y su capacidad de liberación desaparece del cerebro. Se sabe que la repetición es la madre de la sabiduría. Por consiguiente, qué significa conocimiento? A partir de lo anteriormente mencionado, es evidente que el conocimiento es la característica individual de cada persona. Cómo se deposita el conocimiento en el cerebro? La respuesta correcta a esta pregunta no la sabemos pero, en nuestra opinión, puede ser que en el cerebro podamos crear los así llamados modelos para las varias situaciones de solución y luego, mediante transferencia o distribución de las señales recibidas en los modelos y por selección de una simulación apropiada con los modelos (en el cerebro) podemos juzgar si las señales recibidas pertenecen a ciertos modelos. En esta forma, identificamos todo lo que sabemos. Sin embargo, si tenemos señales que no se acomodan a un modelo de los que poseemos, tenemos que crear uno nuevo en el cerebro y nominalmente sobre las bases de «aprendizaje verificado» de las características del modelo recientemente creado. A partir de esto, podemos deducir que para la creación de un nuevo modelo hemos tenido que efectuar algunas simulaciones sobre la base de resultados que permitan

ajustar la estructura del modelo en tal forma en el cerebro que el modelo «correcto» podría aparecer, es decir, verificamos nuestro modelo. Cada individuo crea su propio modelo del problema resuelto/estudiado y tiene su propio conocimiento en cuanto a la misma situación. Esto es sustancial, en nuestra opinión, para la evaluación del proceso pedagógico.

Tal como lo mencionamos anteriormente, juzguemos al estudiante promedio. Sin embargo, esta coordinación no se puede cuantificar como final. En nuestra opinión, las capacidades de la mayoría de los estudiantes también se están desarrollando, es decir, durante el estudio, el estudiante adopta los enfoques de la evaluación de las señales recibidas y crea sus modelos internos, digamos, sus capacidades se mejoran. Es la experiencia de todos los profesores la que muestra que los estudiantes están madurando mientras estudian.

Qué significa, desde nuestro punto de vista, que el estudiante es bueno, capaz o erudito en cierta materia? La respuesta no es ciertamente simple. En nuestra opinión los estudiantes, al finalizar sus estudios, pueden ser de varios tipos:

Los que investigan - por ejemplo, aquellos que pueden combinar adecuadamente los modelos de investigación en su cerebro, es decir, aquellos que pueden crear juicios.

Los que desarrollan - Por ejemplo aquellos que pueden hacer uso adecuado de sus conocimientos pero tienen muy pocas capacidades de comunicarse con el entorno.

Los que administran - Por ejemplo aquellos que pueden hacer uso de sus conocimientos y pueden comunicarse muy bien con su entorno.

Regresemos ahora a las posibilidades de acción de los profesores sobre los estudiantes. La función de los profesores en el proceso educacional es casi una pregunta básica. En la república Checa hace unos diez años se presentaba la situación de que los programas educacionales podrían reemplazar a los programas pedagógicos. No estamos de acuerdo con esta opinión y creemos que no todos los buenos profesores son reemplazables. Solo el profesor y nominalmente el experimentado, quien repite muchas veces la misma materia y profundiza en un problema dado puede muchas veces conducir al estudiante y explicar lo que nunca puede ser y nunca puede estar en los textos y materiales. A pesar de esto,

los programas educativos juegan un importante papel en el futuro del proceso pedagógico cuando se trata de probar esta contribución a la discusión.

Obtención - aprendizaje del conocimiento

Para objeto de aprendizaje, cierta parte del material educativo tiene siempre dos partes que nominalmente se conocen como la parte conocida y la no conocida (ver Figura 1). Al comienzo del aprendizaje la parte conocida es pequeña y está creciendo gradualmente cuando se le compara con una parte no conocida más pequeña. La pregunta básica es la forma de aprendizaje. Cómo podemos mejorar el conocimiento de la parte no conocida? En nuestra opinión sólo mediante la interferencia activa sobre el objeto observado y mediante el seguimiento de la reacción a nuestra interferencia mediante un experimento con un objeto estudio. Nuestra opinión se puede explicar sobre la base del esquema básico de manejo (ver Figura 2).

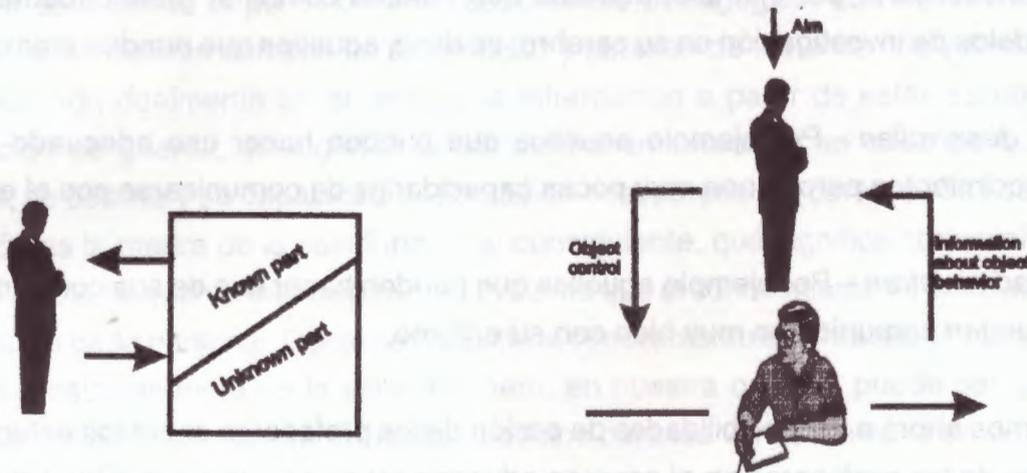


Figura 1: Relación entre estudiante y profesor Figura 2. El aprendizaje como proceso cibernético

Juzguemos, por ejemplo, el procedimiento de aprendizaje para montar en bicicleta. Un hombre sigue el comportamiento del objeto y tiene como meta desplazarse en determinada dirección y a cierta velocidad. De acuerdo con la instrucción del profesor, el aprendiz interfiere el objeto (corrige el desplazamiento), sigue las reacciones de la bicicleta en

cierto grado de interferencia y según la interferencia de la educación crea gradualmente el modelo en su cerebro y posteriormente corrige y controla el desplazamiento en todas las situaciones que se presenten. El objeto controlado no debe ser siempre real. Tomemos como ejemplo el modelo teórico de aeroplano creado mediante el computador, los elementos de control y las fuentes de información que se ajustarán mediante la ejecución en un aeroplano real. El aprendiz gradualmente comprende el modelo de control del objeto real en tal forma que el se comunica con el simulador como si estuviera volando realmente. De la perfección del simulador depende la posibilidad de dilucidar el objeto real al estudiante. El podría volar solo, sin profesor, aun cuando esto le toma un periodo de tiempo más largo debido a que no será «castigado» por los errores que cometa - el no podría estar en un caso real sin producir un accidente. Con el instructor-profesor manejará su aprendizaje en menos tiempo y además, aprende a predecir la situación que puede presentarse con más seguridad. De acuerdo a la Figura 2, el profesor establece las metas de control.

Acá llegamos al esquema simple del aprendizaje correcto y principalmente efectivo. El profesor establece la meta y enseña al estudiante a dar solución a la situación y el estudiante - por el sistema de ensayo y error - creará en su cerebro un modelo más o menos perfecto del proceso/objeto/tema. El resultado final del aprendizaje depende tanto de la calidad como de la capacidad del profesor y de la calidad y capacidad del estudiante, así, el proceso efectivo de enseñanza sin la presencia del profesor es casi imposible.

En el proceso pedagógico, el profesor actúa sobre el estudiante de acuerdo a lo establecido en la Figura 3 y nominalmente a través de la palabra, y el movimiento (expresión de actor), la palabra-el movimiento y la ayuda visual, o la palabra-el movimiento y el modelo demostrativo. Para esto, el modelo puede ser real (ayuda para la enseñanza) o abstracto, es decir demostrado en el computador o hipotético (en el caso de enseñanza de los idiomas). El grabado puede ser creado gradualmente frente a la persona que está aprendiendo mediante una técnica adecuada, por ejemplo en el computador o en un área apropiada de proyección con la impresión de una figura total. La figura debe ser antes que todo demostrada en el tiempo mediante la proyección de un texto, de la memoria del computador, de un video, etc. y con una explicación gradual.

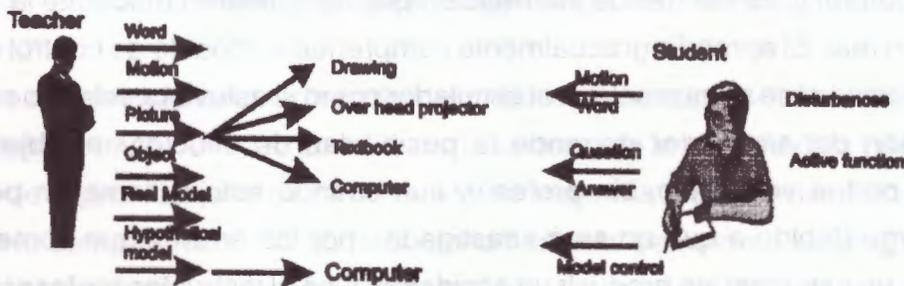


Figura 3. Medios de interacción entre el profesor y el estudiante

Mientras que la figura ilustra la estructura del objeto que se está describiendo, sobre el modelo podemos presentar las características del objeto (estáticas o dinámicas). En el transcurso de la enseñanza, sin embargo, los estudiantes también actúan sobre el profesor - en el sentido de la Figura 2. En la Figura 3 vemos que nominalmente puede estar activada por preguntas y respuestas a las preguntas o por el control de un modelo o por su comportamiento. Generalmente podemos identificar este proceso pedagógico con la aplicación técnica-ayudas (computador, notas, textos, etc.), en esta primera fase en forma simplificada (ver Figura 4). El profesor actúa sobre el estudiante y el estudiante actúa sobre sus ayudas (la técnica) y sobre esta base de la actividad el actúa sobre el profesor. De acuerdo con la Figura 2 hay dos circuitos de control de retroalimentación.

Profesor \rightleftharpoons estudiante y estudiante \rightleftharpoons ayudas.

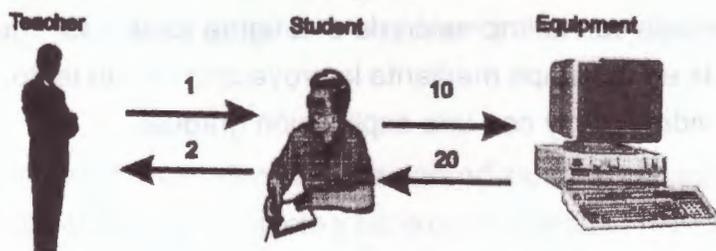


Figura 4. Conexiones entre el profesor, los estudiantes y el equipo

Sin embargo, no todas las conexiones están en el proceso pedagógico dentro de la actividad que se conoce como realizada por todos los profesores, sin exclusión. Por ejemplo el estudiante no escribe nada que no le escuche al profesor, lo cual es posible y en algunos casos necesario. Algunas veces, el estudiante escribe sus notas (conexión 10), pero a la vez no le pone atención suficiente a las explicaciones del profesor. Mejor dicho, el estudiante no escucha activamente al profesor, no evalúa la señal recibida en el cerebro, no cierra la retroalimentación del aprendizaje.

Hay más posibilidades de conexiones en el proceso de enseñanza que todavía no son significativas. Es significativo que los dos circuitos que controlan el proceso de aprendizaje se deben dividir desde el punto de vista tiempo:

La primera fase - El profesor lee - el estudiante escucha (conexiones 1 y 2, no puede ser solo la 1).

La segunda fase - El estudiante hace uso de la técnica - trabaja individualmente (conexiones 10 a 20).

La tercera fase - El estudiante se comunica con el profesor (conexiones 2 y 1).

El periodo de tiempo de las fases simples depende del material de lectura, del equipo técnico (para la segunda fase la técnica del computador juega un papel importante), de la experiencia del profesor y lo que es bastante significativo, de la capacidad del estudiante.

Uso de figuras, esquemas y fórmulas

Las técnicas audiovisuales modernas brindan a los profesores la posibilidad de utilizar todas las formas activas de información: datos, textos, figuras, sonido en esquemas previamente preparados, secuencias de figuras y relaciones. El proceso pedagógico opera en la forma que lo muestra la Figura 5.

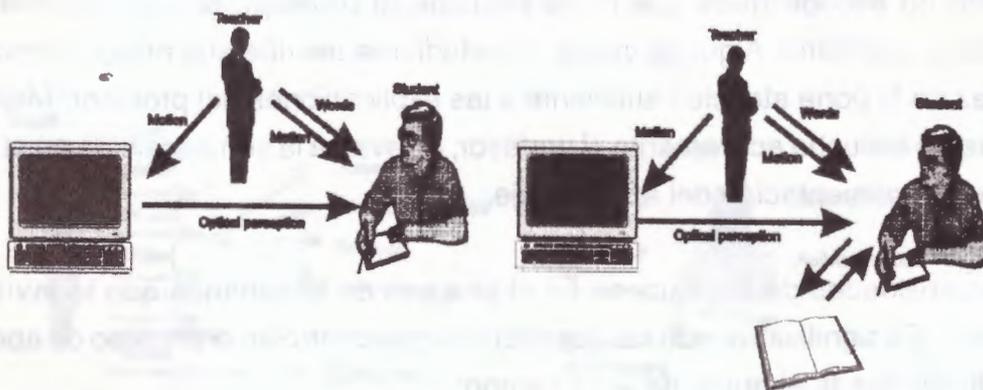


Figura 5. Conexiones para utilizar las formas activas de la información

El profesor muestra las figuras, los esquemas, las fórmulas y con regla general los explica (conexión 1). En este caso, el estudiante escucha y recibe la información mostrada. Mientras que las explicaciones y las ayudas activan la atención y motivación del estudiante, el estudiante dedica su esfuerzo para entender y leer el material mostrado (Figura + sonido) y a continuación guarda la percepción en su memoria. Algunos estudiantes guardan la información recibida en la memoria cuando se da en figuras, mientras que otros lo hacen cuando se da con elementos lógicamente conectados. El estudiante en tal actividad, no conecta funciones posteriores (el no debe conectar) de su cuerpo y por consiguiente no retiene y el no puede retener su propia experiencia, es decir las conexiones 10 y 20 de la Figura 4 no están activas.

Estamos convencidos de que la efectividad de tal proceso es muy pequeña en el caso de que la actividad del estudiantes se disperse. La acción pedagógica mejorada llega a lograrse cuando el estudiante, durante las explicaciones del profesor, toma notas (Ver Figura 6). Cuando el estudiante toma notas para leer está muy activo (como se muestra en las Figuras 4 ó 1). El estudiante, a partir de las explicaciones recibidas (señales) que se guardan en el cerebro selecciona los elementos de información más importantes y crea individualmente los juicios. Es así como él selecciona y guarda en sus notas, es decir, él crea sin ayuda la figura esquemática o escribe el texto. No tiene ninguna importancia si él escribe las notas en papel o en el computador. El estudiante pierde una cantidad relativamente grande de tiempo con no se puede concentrar completamente en la explicación del profesor y la efectividad del proceso de enseñanza está decreciendo. El mejoramiento de esta situación es posible en el caso de que el instructor elabore el

gráfico o los esquemas durante el curso de sus explicaciones y en esta forma el estudiante tiene tiempo para su propia actividad; sin embargo, tiene grandes demandas de tiempo. Una de las posibilidades que los autores han examinado es presentar al estudiante un gráfico preliminar preparado que luego es completado junto con el instructor. Esta actividad se puede simplificar parcialmente mediante textos en los cuales el estudiante escribe las notas, pero no puede hacer nada más. Sin embargo, sería interesante crearlos y presentar nuestra experiencia mutua en algunas futuras conferencias. El gráfico puede ser mostrado por el instructor en el computador y el estudiante, en su propio computador, suplementará el mismo gráfico o lo ajustará de acuerdo con las explicaciones del instructor.

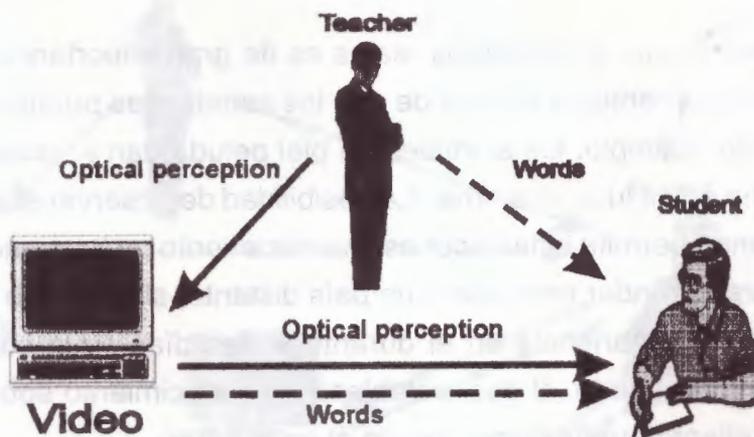


Figura 6. Utilización de videoprogramas donde el estudiante es un observador

Uso de gráficos móviles

Las técnicas hacen posible utilizar no solo los gráficos estáticos, sino también una secuencia de gráficos - como filmar algún evento, la naturaleza, el equipo técnico, las unidades que componen de detalles o inversamente. En tal caso, la acción pedagógica está en el otro y la Figura 5 se cambia por la Figura 6. El equipo de proyección muestra automáticamente el tiempo de la secuencia de gráficos y la proyección va acompañada por palabras del registro o por las explicaciones del instructor. Ambas posibilidades no tienen sentido aun cuando no actúa pedagógicamente porque ello lleva al estudiante a despreciar la percepción de una voz y a no procesar esta percepción en su cerebro. La capacidad de percibir dos señales sonoras a la vez, pero solamente las personas excelentes tienen la capacidad de procesar ambas señales simultáneamente y guardarla

separadamente en la memoria. No recomendamos el uso de video-discos bien sea son voces que le acompañan o con las explicaciones del instructor, pero nunca a la vez. De acuerdo a nuestra opinión los propósitos son:

- Tener una visión de toda la sección con palabras acompañantes del disco
- Volver a la iniciación, proyectar una parte del disco con las explicaciones del instructor
- Explicar las partes necesarias utilizando gráficos, esquemas y fórmulas
- Proyectar otra parte, etc.

Uso de modelos

El uso de modelos físicos o de objetos reales es de gran importancia en el proceso de enseñanza y especialmente en el caso de que los estudiantes puedan experimentar con el objeto dado. Por ejemplo, los animales de piel peluda dan al observador una buena medida de la forma como luce un animal. La posibilidad de observar el animal vivo durante un periodo de tiempo permite establecer este conocimiento en la memoria del estudiante. En geografía, para aprender todo sobre un país distante, se requiere la contribución del estudiante, pero la permanencia en él durante varios días sirve como suplemento al conocimiento inicial obtenido, el cual establece un conocimiento sobre este país en tal grado que el estudiante puede hacer uso de él en el futuro.

La gran importancia del proceso de enseñanza es que tiene que trabajar con los objetos y los modelos de objeto. En este caso, las técnicas de multimedia tienen gran prioridad en el proceso de enseñanza, cuando se les compara con objetos reales. Los autores hacen énfasis en la importancia de los objetos reales de los modelos de computador porque ellos no pueden esconder su entusiasmo por los modelos que se implementan en el proceso de enseñanza. Deseamos nuevamente rendir un homenaje a las técnicas de multimedia (percepción óptica y acústica junto con la posibilidad del control) debido a que permite el control y la operación de los modelos de computador en tal forma que podrían considerarse como en situación real, como un estallido, un daño sin fin, o la muerte o sufrimiento de mucha gente. Sin embargo, a través de esto nos hemos hecho divagaciones de la misión de este artículo y es por lo mismo que retornaremos al proceso pedagógico. En este caso, en el proceso pedagógico toman parte 6 elementos:

- El profesor

- El estudiante
- Las técnicas de multimedia como fuente de gráficos, esquemas, fórmulas, diagramas y textos
- El objeto modelo con sus características estáticas y dinámicas y con las posibilidades de control
- La ayuda (los medios) para las notas del estudiante
- La guía (el manual) para trabajar con el modelo, ver la Figura 7.

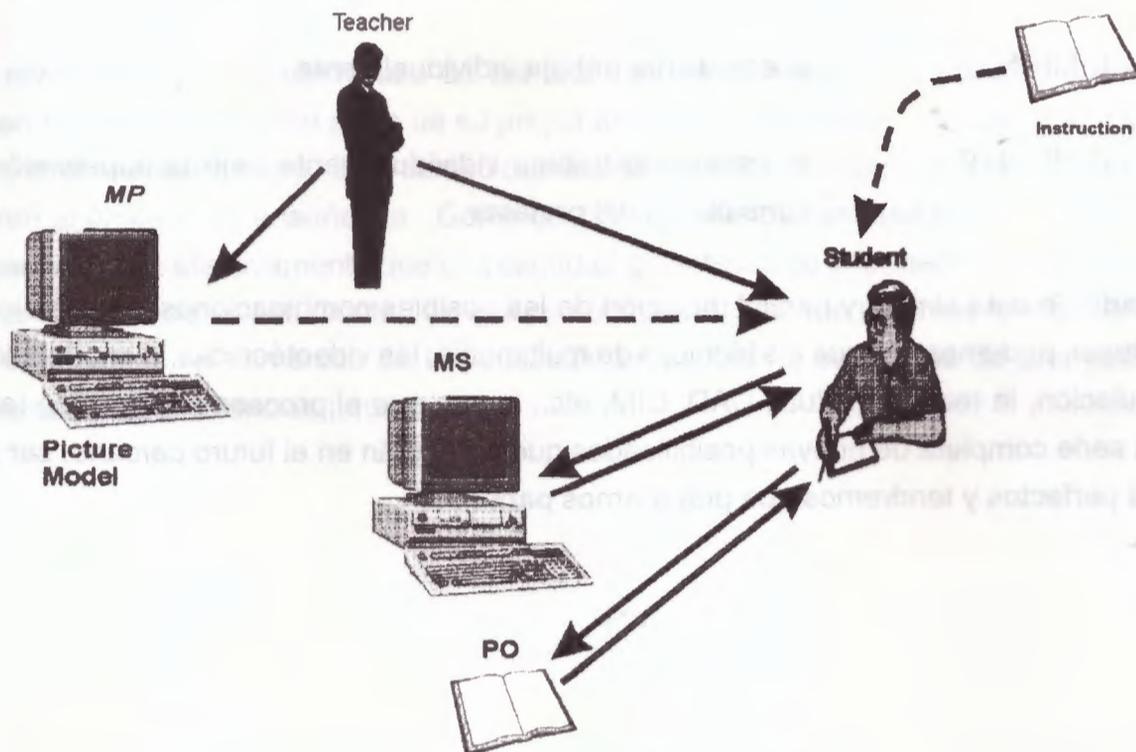


Figura 7. Utilización de computadores por parte del profesor y los alumnos en el aprendizaje

En tal caso, por ejemplo en el uso del computador aparecen algunas posibilidades que se alternan durante el proceso de enseñanza:

- ❖ P-S relación clásica de la Figura 2 cuando el profesor explica la materia
- ❖ P-S- o relación clásica de la Figura 4 cuando el profesor explica la materia y el estudiante toma notas

- ❖ **P-MP-S** el profesor hace uso de las posibilidades de las técnicas de multimedia [MMT] durante el proceso de enseñanza y el estudiante toma notas
- ❖ **P-MP y S-NP** el profesor hace uso de las posibilidades de las técnicas de multimedia [MMT] durante el proceso de enseñanza y el estudiante sigue todo en su computador
- ❖ **P-MP y S-MP+Po** el profesor hace uso de las posibilidades de las técnicas de multimedia [MMT] y el estudiante, a la vez, toma notas
- ❖ **S-MP-N** el estudiante trabaja individualmente
- ❖ **S-MP-N+P** el estudiante trabaja individualmente bajo la supervisión (o consultoría) del profesor

A partir de esta simple y parcial medición de las posibles combinaciones del trabajo del profesor, podemos ver que las técnicas de multimedia, las videotécnicas, el modelado, la simulación, la realidad virtual, CAD, CIM, etc., hacen que el proceso pedagógico tenga una serie completa de nuevas posibilidades que permitirán en el futuro cercano, ser aún más perfectos y tendremos que prepararnos para ello.

Conclusión

Dentro de las conclusiones, observaremos el proceso pedagógico desde otro punto de vista. Los estudiantes del futuro tendrán más capacidades que los de hoy en día? Los profesores equipados con técnicas modernas de multimedia pueden mostrar diariamente, en el curso de 8 horas de enseñanza, la gigantesca cantidad de información. Cuál es la importancia? Será el estudiante capaz de procesar tal cantidad de señales (información)? Si excedemos la capacidad diaria de la nueva información que se recibe, debemos estar alerta y tener toda la responsabilidad de reducir la cantidad de señales en tal grado que el estudiante sea capaz de procesarla efectivamente en su cerebro.

No olvidemos que haciendo uso de las técnicas de multimedia, el estudiante puede aprender lo máximo como parte de su propia actividad (conexiones 10 y 20 de la Figura 4), lo cual requiere tiempo. Este tiempo debemos tenerlo para permitir que los estudiantes entren al proceso de enseñanza. Como conclusión, menos cantidad de información les capacitará más efectivamente que una cantidad gigantesca de información que no puede ser procesada por el estudiante. Lo que es substancial y lo que tenemos que enseñar a los estudiantes -el contenido de la educación en ingeniería será tema de una sección separada de conferencias futuras.

Referencia

- (1) Dvoráček, J., Kebo, V.: Bilateral inter-connection of education of economics and application of computers in raw material industry. Grant project MSMT CR, #F1 528.

**El Consorcio Iberoamericano de Ciencia y Educación
Tecnológica (ISTEC):
La Aproximación de Iniciativas para la Ciencia y la Educación
Tecnológica, la Investigación y el Desarrollo**

*Ramiro Jordán and L. Howard Pollard
Department of Electrical and Computer Engineering
University of New Mexico (Albuquerque, NM, USA)*

*Roberto Lotufo
Facultade de Engenharia Elétrica
Universidade Estadual de Campinas (Campinas, Brazil)*

*Marisa De Giusti
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de La Plata (La Plata, Argentina)*

*Domingo Docampo
Departamento de las Tecnologías de las Comunicaciones
Universidad de Vigo (Vigo, España)*

*Francisco Viveros
Facultad de Ingeniería
Pontificia Universidad Javeriana (Santafé de Bogotá, Colombia)*

Compendio

Para el bienestar de un país o de una región, se requiere de una educación actualizada y un intercambio efectivo y eficiente de información. Por esto se ha organizado el Consorcio Iberoamericano de Ciencia y Educación Tecnológica (ISTEC). El Consorcio

ofrece los mecanismos para la educación, investigación y desarrollo, y transferencia de tecnología en los países de América y en la Península Ibérica. El mecanismo utilizado para identificar y facilitar estas actividades es la iniciativa, que es un área de interés identificada por las instituciones participantes para orientar las necesidades de una institución miembro, un país o una región. La creación de proyectos organizados dentro de estas iniciativas hace que la tecnología vigente y la información estén disponibles para la solución de problemas.

A la fecha se han identificado cuatro iniciativas y dentro de cada una de estas iniciativas se están realizando proyectos para lograr los objetivos del Consorcio.

La Iniciativa Vínculos Bibliotecarios promueve el uso y la creación de servicios compartidos de información en tiempo real. Dentro de esta iniciativa hay proyectos que buscan ofrecer información técnica en forma oportuna a la comunidad de usuarios que es diversa en cuanto a sus necesidades y su distribución geográfica. Esto incluye la distribución de material mediante conexiones en red, desarrollo de bases de datos regionales y la disponibilidad de materiales mejorados para educación e investigación.

La Iniciativa Educación Continuada Avanzada busca optimizar los recursos humanos a través de una variedad de actividades. Dentro de esta iniciativa se incluye un gran número de esfuerzos de capacitación. Tales programas están siendo desarrollados y entregados en una serie de presentaciones técnicas avanzadas. Se está utilizando la educación a distancia para entregar información sobre las Tecnologías de Información. Las facilidades de las redes se están utilizando para presentar actividades educacionales de colaboración, que permiten reunir a profesores y los estudiantes de tres continentes. Además, los programas de intercambio, tales como los programas «sandwich» de postgrado, ahorran tiempo fuera de la institución local, maximizan la transferencia de información y permiten compartir experiencias entre las instituciones participantes.

La Iniciativa Laboratorios para Investigación y Desarrollo crea laboratorios cooperativos que son modulares, flexibles y expandibles para actividades de educación, investigación y desarrollo. Existe la disponibilidad de laboratorios similares en muchas instituciones ISTECS. Con los elementos básicos de laboratorio, tanto los experimentos como las experiencias y las técnicas se pueden compartir. Estos

resultados, tanto en los mecanismos de enseñanza como en las exploraciones investigativas se pueden compartir y se encuentran disponibles para minimizar el impacto al iniciar nuevos modelos de actividades.

La Iniciativa «Los Libertadores» se ha iniciado; una iniciativa que culminará con la creación de una red de la próxima generación que conecta Centros de Excelencia multidisciplinarios que solucionan problemas vigentes en el país y en la región. Los Centros de Excelencia permiten que la tecnología se utilice para solucionar los problemas de un país o región y la red de estos Centros se diseña para compartir la información entre los sitios cooperantes para utilizar los escasos recursos en toda Iberoamérica. La naturaleza de la distribución de los proyectos e iniciativas evita la duplicación de esfuerzos y responde a necesidades identificadas por los miembros. Hay una variedad de proyectos que se están desarrollando con base en las iniciativas para ofrecer los beneficios de la tecnología a los participantes. Los proyectos se diseñan para ser dinámicos y extensibles; se fomenta la máxima utilización de los recursos disponibles mediante la coordinación y la colaboración transnacional.

Introducción - Experiencia

La fortaleza de la economía de cualquier país está directamente relacionada con la habilidad para utilizar la tecnología en la solución de los problemas en forma oportuna y a un costo efectivo, para un mejoramiento de la productividad y la calidad. Se observa que dentro de las tecnologías aplicables para el mejoramiento están las áreas incluidas en las telecomunicaciones y la informática. Esto se hizo evidente cuando los participantes se reunieron para crear ISTECS. Un cuestionario sobre las áreas de interés entre los miembros, reveló que el interés de los participantes estaba centrado en las telecomunicaciones y los computadores. La información debe ser manejada y comunicada para permitir la participación en el mercado global de hoy en día. Para mejorar la habilidad de estas tecnologías en todos los países, la educación en el estado-de-arte de las áreas tecnológicas se hace imperativa, al igual que el mejoramiento de la infraestructura de una región para apoyar la tecnología de la información.

Para cubrir la necesidad de una educación mejorada en las áreas tecnológicas y ofrecer un mecanismo que permita compartir la información, ISTECS fue creado en Diciembre de 1990. Dentro de los objetivos de ISTECS se incluye el ofrecimiento de una educación mejorada y actualizada para todos los participantes, estimulando la investigación

internacional y los proyectos de desarrollo, ofreciéndose como vehículo para la transferencia de tecnología y el mejoramiento de la cooperación internacional. Los miembros del ISTECS comparten el compromiso de trabajar a largo plazo en forma de asociación para coordinar actividades, intercambiar información, conducir actividades conjuntas de investigación y desarrollo y encontrar mejores mecanismos para ofrecer la tecnología disponible a estudiantes y profesionales. Para una descripción detallada de ISTECS, vea el artículo acompañante.

Los miembros de ISTECS reconocen que un interés primario para el mejoramiento de la Infraestructura Tecnológica de Información de un país es la identificación de las áreas claves que deben ser reforzadas y en esta forma planear las actividades apropiadas para resolver estas necesidades. Así, a los miembros individuales de ISTECS les incumbe iniciar las etapas requeridas para resolver problemas en sus instituciones, países y región. Una vez que se ha desarrollado un plan, otros miembros de ISTECS, así como aquellas personas interesadas, participan para lograr el mejoramiento requerido. En esta forma, los recursos en un área se transfieren a otra en forma oportuna y con un costo efectivo, en un proceso en el cual se evita la duplicación de esfuerzos que es uno de los principales objetivos del Consorcio.

Las actividades involucradas en estos esfuerzos de ciencia y tecnología pueden ser agrupadas en dos clasificaciones diferentes. Un nivel es la iniciativa, la cual identifica un área de interés e invita a la participación activa en la solución de problemas. El otro nivel es el proyecto, que es una actividad específica, dirigida a solucionar una necesidad delineada mediante una iniciativa. En esta forma, los proyectos son realizados por los miembros de ISTECS con el fin de mejorar la tecnología y la ciencia en una forma específica. La financiación para estos proyectos la buscan los miembros de ISTECS y el mismo ISTECS.

Iniciativas: Asociaciones Planeadas para la Tecnología Mejorada y la Ciencia

Una iniciativa es un área de interés, identificada por los miembros de ISTECS, que se orienta hacia un objetivo o una necesidad particular. Puesto que la iniciativa es propuesta y articulada, los participantes identifican las necesidades específicas que deben ser solucionadas para lograr un avance en sus respectivas áreas. Esto permite a los diferentes participantes, tanto encontrar áreas de interés como formular planes para proyectos

conjuntos en estas áreas. En esta forma, las iniciativas del Consorcio son dirigidas por los miembros, son flexibles y de naturaleza paralela. Son dirigidas por los miembros puesto que los iniciadores de estas actividades son los mismos miembros, orientados por sus propias necesidades y circunstancias. Son flexibles porque ellas deben ser ajustados para cubrir los requerimientos de una localidad individual. Son de naturaleza paralela porque la actividad en un escenario no excluye la actividad en otro y ambos pueden ser ejecutados en forma concurrente.

A la fecha, se han identificado cuatro iniciativas para cerrar la brecha tecnológica y llevar a Iberoamérica al siglo 21, facilitando el desarrollo mejorado en el hemisferio. Estas iniciativas son:

- **El Plan de Integración de Bibliotecas:** una iniciativa de amplio rango que promueve el uso y creación de servicios innovadores para compartir información transnacional. Este es un esfuerzo para solucionar el problema de falta de información actualizada.
- **Educación Continuada Avanzada (ACE):** en colaboración con la reforma del currículo de los programas educacionales; este esfuerzo ambicioso se orienta a mejorar los recursos humanos a través de una capacitación in situ, educación a distancia y programas no tradicionales de intercambio.
- **Laboratorios para Investigación y Desarrollo:** este esfuerzo incluye el diseño e instalación de facilidades de laboratorio que sean modulares, flexibles y expansibles con fines educacionales, de investigación y desarrollo, con la provisión de estos servicios para los sectores productivos.
- **Los Libertadores:** esta red de Centros de Excelencia, equipada con la tecnología más moderna en telecomunicaciones y computadores, ofrecerá acceso en tiempo real al amplio mundo de los sistemas, la experiencia y el conocimiento, a los investigadores, educadores, legisladores y administradores científicos.

Dentro de estas iniciativas, los proyectos son identificados, planeados e implementados. La estructura distribuida a partir de la cual la orientación de los proyectos evita activamente la duplicación de esfuerzos, responde por sí misma a las necesidades de los miembros. Los participantes de ISTECH fomentan el libre flujo y acceso de información con el propósito de lograr la excelencia técnica. Los proyectos se diseñan con metas a corto y largo plazo,

y tienen en cuenta el impacto social. Son dinámicos y expansibles, y la coordinación se refuerza para maximizar la utilización de los recursos disponibles. La actual política se orienta a los campos de la ciencia, la ingeniería y la tecnología, sin excluir las futura extensión a otras áreas.

Iniciativa de Integración de Bibliotecas

Uno de los dogmas básicos de la ciencia y de la educación tecnológica es el acceso a información actualizada. La Iniciativa de Integración de Bibliotecas busca modernizar la entrega de documentos como un complemento a la educación, la investigación y la reforma curricular, con el fin de ampliar la disponibilidad electrónica de materiales de investigación para mejorar las habilidades de los funcionarios de las bibliotecas sobre sistemas de información, y hacer más agudo el conocimiento e independencia del usuario de los sistemas electrónicos. El Proyecto Cooperativo de Préstamo Interbibliotecario de ISTECS ha facilitado la instalación del software de transmisión vía Internet, usuarios entrenados en bases electrónicas de datos sobre investigación científica e ingeniería y solicitudes electrónicas coordinadas y transmisión de documentos entre bibliotecas de instituciones miembros de ISTECS. La entrega en el primer año de 2.500 páginas de publicaciones periódicas y tesis confirma la necesidad de expandir, en forma rápida, los métodos de adquisición de materiales en Iberoamérica con base en Internet.

A partir de la experiencia inicial, creció el Proyecto de Acceso de Información e Intercambio de ISTECS. El proyecto busca romper la exclusión de mucha información investigativa originada en Iberoamérica del intercambio mundial de información. La capacitación del usuario, el intercambio de bibliotecólogos y la actualización de los sistemas juegan un papel importante en el éxito de la expansión de la información con base en Internet. Continúa la adición de sitios a este proyecto. El reconocimiento de la profundidad de las colecciones está conduciendo a esfuerzos con el fin de crear una base de datos que identifique a los miembros. La expansión del componente entrega de documentos a las ciencias sociales y de salud parece inminente.

La demanda de métodos confiables de recolección de información y el acceso a los datos se ajusta a la investigación sobre ingeniería de sistemas y eléctrica. Los proyectos antes mencionados han entregado una base lineal de datos suficiente para permitir que los conocimientos requeridos para investigación se haga en bases de datos distribuidas y se

logre un mejoramiento de los servicios de entrega de documentos. Una de ellas está conformada por el desarrollo del paquete de software RANDEX, un sistema desarrollado para facilitar el intercambio y la entrega de documentos.

Educación Continuada Avanzada

Desde la iniciación del ISTEAC, las oportunidades de educación superior han estado incrementándose en Latinoamérica. El artículo de discusión del Banco Mundial (1990) «Educación Superior en América Latina: Resultados de Eficiencia y Equidad» establece que «las admisiones en las universidades Latinoamericanas se incrementó diez veces entre 1960 y 1985, generando oportunidades en la educación superior equivalentes a las de muchos países industrializados» (1). Sin embargo, el número insuficiente de profesores de postgrado y los recursos educativos significativamente decrecientes permanecen como una barrera que se opone a aquellas oportunidades educativas eficiente.

La Organización de Desarrollo Internacional informa que desde comienzos de los años 90 se mantuvo la paralización de la calidad de la educación científica en América Latina como resultado de las coartaciones de los presupuestos gubernamentales, las ineficiencias en la colocación de recursos y los currículos inflexibles. La filosofía de ISTEAC, su modus operandi y la estructura tecnológica avanzada sugiere la pregunta «qué tanto de los escasos recursos de la sociedad se deben entregar a la educación superior?». El ISTEAC plantea el punto de vista positivo de que la escasez de recursos es un catalizador para innovar en la educación.

La educación a distancia es un modelo de trabajo de esta innovación. Los criterios para el aprendizaje a distancia los establece la NSTA (National Science Teacher's Association) e incluye interacción, flexibilidad, experiencias manipuladoras, competencia de los instructores, una variedad de recursos apropiados y una tecnología apropiada. Las disciplinas científicas y tecnológicas se ciñen con facilidad a estos criterios mientras que expanden sus fronteras.

El proyecto de mejoramiento del currículo diseñado por el ISTEAC «Tecnologías de la Información», separa los límites de localidad y muestra que los recursos compartidos van más allá de la efectividad de los costos. Las Tecnologías de la Información están diseñada para aprovechar la experiencia técnica de los investigadores con experiencia del mundo



Iberoamericano, con el fin de codesarrollar y presentar programas altamente especializados para estudiantes de pregrado y postgrado, profesores y científicos industriales comprometidos con la investigación, la reforma de los currículos y el mejoramiento profesoral. A partir de un diseño de proyecto y un modelo de programa de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), se consultó a las universidades miembros del ISTEAC con el fin de identificar sus fortalezas técnicas y se definió el currículo de Tecnologías de la Información. Profesores sobresalientes de España, Latinoamérica y los Estados Unidos estuvieron de acuerdo en compartir los recursos intelectuales y financieros para obtener beneficios más allá del alcance de cualquier institución.

La serie Tecnologías de la Información comprende ocho programas que cubren un rango amplio de tecnologías de la información. Hay ocho universidades colaborando en la ejecución del proyecto, contribuyendo cada una de ellas con profesorado e instalaciones y consiguiendo patrocinio para el desarrollo y producción de los programas. La serie está siendo transmitida por la Asociación de Televisión Educativa Iberoamericana (ATEI) a través del satélite HISPASAT, un sistema público promovido y apoyado por los Ministros Iberoamericanos de Educación con casi 300 instituciones miembros en España, Portugal, Latinoamérica y los Estados Unidos. A la vez, ATEI es también un patrocinador de la producción de la serie.

El Programa de Procesamiento Digital de Imágenes [Ras95, Lot95] es un ejemplo de los altos estándares de las tecnologías de aprendizaje, hacia lo cual los Programas de Tecnologías de la Información se orientan. El curso video de 10 horas fue producido por la University of New Mexico (USA) y la Universidade Estadual de Campinas (Brazil); el video está diseñado para ser seguido simultáneamente por el Procesador Digital de Imágenes accesible en Internet y por el Programa Khoros 2.

El formato interactivo hace buen uso de los browsers web, animando al estudiante a progresar y con una entrada en línea de tiempo real e imágenes. Corriendo sobre el ambiente del programa visual Khoros 2, los usuarios experimentan una aproximación al procesamiento de imágenes a través de un número extenso de experimentos. Este programa está siendo usado como una guía de auto-estudio y para el desarrollo del currículo.

Iniciativa de Laboratorios para Investigación y Desarrollo

El propósito de la Iniciativa de Laboratorios para Investigación y Desarrollo es ofrecer un vehículo para efectuar investigación en una amplia variedad de áreas relacionadas con la informática. Las facilidades de laboratorio también están diseñadas para ser utilizadas en el proceso de enseñanza. Esta iniciativa busca mejorar las habilidades de la tecnología cuando se aplica a la solución de problemas en una variedad de áreas. Se están realizando varias actividades para facilitar avances que permiten la actualización de las herramientas de hardware y software a los miembros de ISTECS, lo cual permite avanzar desde el concepto de esfuerzo hasta el despliegue del mismo. La creación de estos laboratorios facilitará y fomentará el diálogo entre el sector productivo y el ambiente universitario.

Actualmente hay un laboratorio en la Universidad de New Mexico que se está usando como un prototipo modular y flexible que permite tener un sistema adaptable y de amplio rango. Varias instituciones del ISTECS que tienen facilidades de laboratorio están actualizando el currículo en telecomunicaciones, procesamiento de señales digitales, microprocesadores, control y otras áreas.

El Consorcio, con el apoyo de Motorola Inc., está en el proceso de instalar 30 laboratorios en Latinoamérica y la Península Ibérica. En una primera fase, las facilidades de laboratorio tendrán la familia de 68.000 microprocesadores de Motorola. En la segunda fase, los laboratorios se equiparán con la tecnología de los microcontroladores 68HC11. Una tercera fase involucrará la instalación de la tecnología de Procesadores Digitales de Señales DSP56000 y DSP96000 cuando se requiera. Motorola Inc. ha donado una buena cantidad del equipo requerido para estos laboratorios. En un esfuerzo relacionado, varias instituciones de ISTECS están dentro del proceso de crear un sistema de distribución para el Intercambio de Información con base en los productos Motorola y mediante aplicaciones a las cuales se puede tener acceso via Internet. Inicialmente, el intercambio de información ocurrirá entre los laboratorios ISTECS con base en Motorola dentro de las subcategorías de microprocesadores, microcontroladores y procesadores digitales de señales.

Otro sistema de laboratorio que está en desarrollo busca incorporar contribuciones colectivas de un número de instituciones en el campo de las telecomunicaciones. Este esfuerzo se basa en un proyecto muy ambicioso de amplio espectro propuesto por la Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), in Brasil. El proyecto Multimodal Communications in the 21st Century (Multicom-21) está apoyado por Nortel y está orientado

a reunir universidades, Nortel, y otras compañías del servicio de comunicaciones que busquen desarrollar currículos educacionales, investigación conjunta y programas de desarrollo, facilidades de laboratorio y desarrollo profesoral. Los esfuerzos vigentes han permitido la consecución de fondos para estos proyectos en doce universidades ISTECS.

La Iniciativa Los Libertadores

La Iniciativa Los libertadores es un proyecto común que reúne todas las metas y los objetivos de ISTECS. Este proyecto ambicioso busca crear una red flexible de servicios de telecomunicación, con computadores de alto desempeño y con estaciones de aprendizaje, conocidos como «Centros de Excelencia». La ideología del proyecto es fomentar la innovación en la adaptabilidad de la tecnología naciente. En esta forma, cada país o localidad identifica las necesidades a resolver y luego diseña un Centro de Excelencia para dar solución a esas necesidades.

Cada Centro de Excelencia reúne a la gente del sector privado, del sector público y del sistema educativo para trabajar conjuntamente en la búsqueda de soluciones a las necesidades del área. Puesto que estas necesidades tienen múltiples facetas, las soluciones deben involucrar múltiples disciplinas y las contribuciones diversas que están disponibles en diferentes sectores. En esta forma, dentro del Centro se incluyen facilidades computacionales, vínculos de comunicaciones, laboratorios y facilidades administrativas. Es importante adaptar el Centro a las necesidades del país, identificando aquellas áreas que puedan ser más benéficas para todos los participantes y encontrando las formas de resolver esas necesidades. En esta forma, el Centro no tiene que ser necesariamente un edificio central, sino más bien, una red de facilidades distribuidas en un área. El Centro de Excelencia ofrecerá servicios al país, incluyendo información y la educación en estado de arte, servicios de consultoría, facilidades computacionales y un acceso mundial cuando los expertos lo requieran.

Para todas las actividades de ISTECS, la creación de Centros de Excelencia en todos los países iberoamericanos y la reunión alrededor de una red de información que permita compartir las facilidades que puedan traer beneficios a todos los participantes. Estos beneficios se harán más evidentes al unir actividades que permitan la maximización del retorno de la inversión de tiempo y otros escasos recursos.

Conclusión

La educación en tecnologías actualizadas traerá beneficios para todos los socios en Iberoamérica y se deben dar los pasos que beneficien a la educación y la tecnología. El Consorcio Iberoamericano de Ciencia y Educación Tecnológica ofrece un vehículo para superar estas necesidades educacionales y tecnológicas en forma oportuna y eficiente.

En un trabajo conjunto y mediante una disposición concurrente, se han identificado cuatro iniciativas que son áreas de interés principal en los países participantes. Los proyectos que están dentro de los parámetros delineados están en una etapa de planeación e implementación. El marco flexible ofrecido por las iniciativas permite que los proyectos se lleven a cabo en países o regiones, o en cualquier lugar del hemisferio. También se puede expandir el marco mediante la introducción de otras iniciativas, la identificación de otras necesidades o el cambio de prioridades para hacer esfuerzos sobre nuevos enfoques. Se requieren otros esfuerzos complementarios a las iniciativas de ISTECA para poder informar y educar al público general y a los legisladores sobre los problemas identificados antes, y la necesidad de resolverlos colectivamente en lugar de hacerlo discretamente.

Agradecimientos

La existencia y el desarrollo del Consorcio Iberoamericano de Ciencia y Educación Tecnológica se debe a esfuerzos individuales del personal dedicado en las instituciones miembros. Estas personas continúan invirtiendo tiempo y energía en las actividades del Consorcio, teniendo en cuenta que esta inversión se traducirá en mejores oportunidades para Iberoamérica. Se debe hacer una mención especial de Motorola Inc., Nortel y Fluke Inc., quienes apoyaron desde un comienzo las actividades de ISTECE y Khoral Research Inc., quien suministró una plataforma única de software para que sea utilizada por el Consorcio. Se ha recibido apoyo también de Hewlett Packard, McBride Inc., IBM- Brazil, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Brazil) Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - Brazil), Colciencias (Colombia), CICYT (España), y Xunta de Galicia (España). Finalmente, los autores agradecen al Estado de New Mexico por apoyar las actividades de University of New Mexico en su interacción con el Consorcio.

Información actualizada sobre ISTECE se puede encontrar en: <http://eece.unm.edu/istec>

Referencias

- 1) Winkler, D. R., «Higher Education in Latin America: Issues of Efficiency and Equity,» (World Bank Discussion Papers), March 1990, pp. iii.

Experiencias en el Uso de Nuevas Tecnologías en la Educación en Ingeniería

*Philip J. Morris y Lyle N. Long
Department of Aerospace Engineering
Penn State University
233 Hammond Building
University Park, PA 16802 USA*

y

*Victor W. Sparrow
Graduate Program in Acoustics
Penn State University
157 Hammond Building
University Park, PA 16802 USA*

Compendio

Este artículo describe la experiencia de los autores en la ejecución de la educación en ingeniería con la ayuda de tres tecnologías diferentes. Estas incluyen el uso de las tecnologías de las videoconferencias y el CD-ROM para la educación a distancia y el desarrollo de los productos de World Wide Web para la instrucción de estudiantes presenciales. Se describe el hardware y el software para cada metodología. Se discuten las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos y se resumen los beneficios para el estudiante y el instructor.

Introducción

Penn State ha estado involucrada en la educación a distancia desde 1892 cuando se ofrecieron los primeros cursos por correspondencia a los agricultores utilizando el correo regular. Las clases por televisión se han ofrecido a través de la televisión por cable (PENNARAMA) desde comienzos de 1970. La educación a distancia continúa utilizando hoy en día estos medios, pero la llegada de las videoconferencias y de la tecnología de los computadores personales, así como la expansión del uso de los productos World Wide Web (WWW) ha cambiado la orientación de la educación a distancia. Los autores describen en este artículo sus experiencias con la ejecución de las tres técnicas y tecnologías: la videoconferencia, la clase con materiales WWW y la tecnología del CD-ROM. Las referencias 1 y 2 describen algunos de los esfuerzos previos en la enseñanza usando estas tecnologías.

La Enseñanza con base en la Videoconferencia

Los ingenieros practicante necesitan el acceso a la educación continuada para permanecer al frente de los nuevos desarrollos o par tener una re-capacitación. Para estos estudiantes potenciales, la instrucción de tiempo completo no es una opción. Con la colaboración de los empleadores, hemos estado programando cursos a los empleados en su sitio de trabajo a través del uso de doble vía del video interactivo. En esta sección se describen brevemente los tipos de hardware utilizados en los cursos de videoconferencias. A la vez, se discuten las aplicaciones de software utilizadas para generar material didáctico. Además, se describe nuestra experiencia con diferentes tipos de materiales didácticos. Finalmente, se discuten los beneficios para el estudiante y el orientador del curso.

La educación a distancia mediante video en Penn State se basa en las tecnologías satelitales y las de la videoconferencia. Penn State tiene como fundamento la videoconferencia estándar interactiva en un equipo fabricado por la PictureTel Corporation. El salón de conferencia y los estudios de televisión se encuentran disponibles.

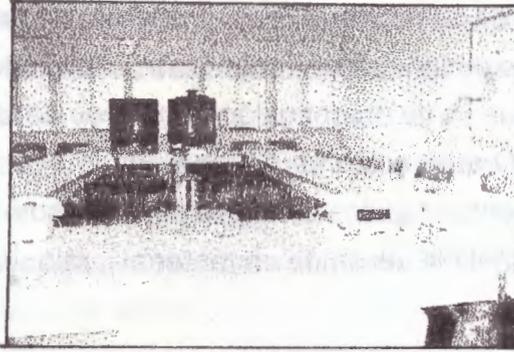


Figura 1. Vista del Salón de Videoconferencias. 120 Barbara Building

La Figura 1 muestra un salón típico de videoconferencias. El instructor se sienta adelante con el panel del control PictureTel y la cámara de documentos a una distancia de fácil alcance. Cualquiera de los estudiantes del campus universitario se sienta a la mesa de conferencias y hay dos grandes monitores con pantalla grande en el otro extremo del salón bien sea para vistas locales o remotas.

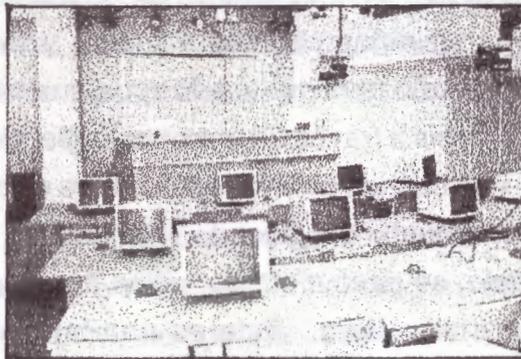


Figura 2. Vista de las facilidades del estudio. Studio C Mitchell Building

La Figura 2 muestra las facilidades del estudio. En el salón de videoconferencias, el instructor usualmente controla la selección de las cámaras. Aun cuando el instructor requiere un corto tiempo para estar cómodo con este montaje, no produce distracción. Dentro de las facilidades del estudio, un productor controla la selección de las cámaras en todos los aspectos de la transmisión. En ambos casos el instructor puede visualizar los monitores que muestran la clase en el sitio remoto, así como los materiales que están siendo transmitidos. Una configuración estándar en el sitio de recepción incluye monitores, cámaras, bafles, una cámara de documentos y los elementos electrónicos asociados. Una cotización reciente de este equipo alcanzó el valor de US\$ 28.000. Con el uso de un

puede ser posible, con una pequeña demora, que cada uno de los participantes vea y escuche a cada uno de sus compañeros. Penn State tiene un puente de video que se acomoda a 16 lugares de observación. Todas las transmisiones se realizan a 2x56Kbps. A grosso modo, el costo por punto de conexión remota es de US\$ 30 por hora. Mediante el uso de la tecnología de compresión se obtiene una imagen razonable en el lugar de recepción, pero los movimientos rápidos tienden a ser borrosos. El instructor puede operar la cámara remota para permitir la visión de un material cualquiera o de los estudiantes en un sitio remoto.

Puesto que la calidad de la transmisión no es todavía como la de una transmisión regular de televisión, es esencial que el instructor gaste tiempo en preparar notas de clase, para ser distribuidas a los estudiantes antes de entrar a clase, así como usar material didáctico en clase. Esto es quizás lo más importante en la ejecución de este sistema. Uno de los autores (PJM) ha ensayado diferentes métodos. Se debe hacer énfasis en que la clase se describe como una clase para graduados con un ruido aerodinámico. En su contexto es de naturaleza teórica con muchas aplicaciones de ecuaciones que se desarrollan y aplican. Durante su desarrollo analítico hay muy poca oportunidad para la interacción con los estudiantes, con excepción de la aclaración de conceptos. La primera vez que se ofreció el curso, se entregaron notas escritas a mano, y las ecuaciones y gráficos importantes fueron de gran tamaño para ser usados con una cámara de documentos. El instructor iba realizando el análisis a través de unas hojas grandes, que eran tomadas por la cámara de documentos. Aun cuando para los estudiantes este método era satisfactorio, a medida que el instructor continuaba escribiendo, la nitidez de las notas dejaban mucho que desear. Por consiguiente, se pasó a ofrecer notas mecanografiadas utilizando una aplicación denominada Scientific Word. Esta es una interface entre el usuario y el documento LaTeX. Había muchos estilos disponibles para poder mecanografiar y el autor modificó un estilo de libro de notas para dar un margen de dos pulgadas que permitía tomar notas. Actualmente el autor ha adoptado este método para producir las notas para todas sus clases: sea para una instrucción presencial o a distancia. Con el análisis y las ecuaciones, el autor ha encontrado que utiliza más efectivamente el tiempo cuando realiza su propia mecanografía. Aun cuando el tiempo inicial consumido es considerable, una vez que se prepara el material, las modificaciones para cursos posteriores son triviales. Hacia el futuro estas notas estarán disponibles a los estudiantes en el World-Wide Web.

La falta de interacciones físicas personales puede hacer que la clase sea algo impersonal: especialmente si la naturaleza del material hace que la comunicación sea en principio de

una sola vía. Para superar esta situación se han utilizado varios métodos, además de los espacios usuales para preguntas y discusión. En Penn State se incluye en los contratos de educación a distancia las visitas del instructor a las sedes de los estudiantes, cuando éstas tienen un significativo número de estudiantes. Esto le ofrece al instructor la oportunidad de conocer sus estudiantes, discutir el contenido del curso y visualizar el trabajo in situ. Esto también puede conducir a la inclusión de materiales adicionales para el curso, que permitan una aplicación específica relevante para los estudiantes. Como parte del trabajo del curso, a los estudiantes se les solicita presentar un trabajo escrito. La visita al sitio de trabajo ofrece una oportunidad para realizar discusiones detalladas de la selección o el progreso del tema. Un beneficio no esperado de las visitas es la oportunidad para realizar interacciones con el personal de supervisión. Para el instructor, es una oportunidad de contactar potenciales empleadores para los graduados, así como de investigar o consultar oportunidades.

Enseñanza con base en World-Wide Web

Todas las aproximaciones discutidas en este artículo requieren inversiones significativas en computadores, software, redes, aulas de tecnología y otros equipos. Todo ello es costoso, pero esencial para educar al ingeniero moderno. No se puede enseñar ingeniería moderna con eficiencia sólo con tablero y tiza.

Penn State tiene aproximadamente 20 aulas de tecnología en el campus. La mayoría de ellas tienen computadores con Windows NT conectado en red en un podio especialmente diseñado para el aula y un proyector de alta resolución montado en el techo como se muestra en la Figura 3. Es crucial tener luces tenues y cubrimiento de ventanas (preferiblemente con cortinas). Puesto que estas aulas nunca se cierran, ellas tienen sistemas de alarma/seguridad de fibra óptica, que están conectadas al departamento de policía. La característica más crucial de estas aulas es su poca credibilidad. Los profesores no adoptan esta tecnología porque no la consideran confiable y los estudiantes se sienten frustrados si el equipo falla una vez en el semestre.

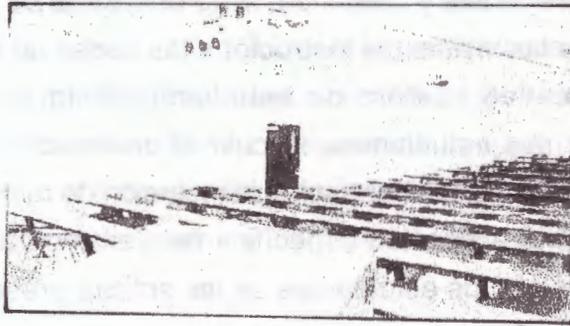


Figura 3. Vista del aula de tecnología. 215 Hammond Building

Es difícil que esto no ocurra en la práctica puesto que pueden ser numerosos los componentes que fallan (y seguirán fallando), incluyendo el proyector, el software, el computador, la red, el mouse, etc. Se considera que estas máquinas tienen «funciones cruciales» y las fallas deben minimizarse mediante soluciones repetidas, mantenimiento (por ejemplo, de las redes de los computadores y de los terminales X) y una rápida respuesta de los grupos de apoyo. Cada una de las aulas de tecnología tiene un teléfono conectado al departamento audio-visual y ellos pueden dar respuesta en unos pocos minutos (pero no siempre se puede resolver el problema en un tiempo mínimo). Puesto que estos componentes son críticos, la redundancia es importante. Mientras que esto aumenta el costo, se debe considerar también el costo de una clase cancelada, especialmente en un salón de clases grande. Además, los profesores no adoptarán ampliamente este enfoque si ellos necesitan dar charlas no-tecnológicas en el caso de que los equipos fallen.

Virtualmente todos nuestros estudiantes tienen acceso al World-Wide Web y más y más material de otros cursos diferentes se está desarrollando por este medio. Hay varias ventajas en la preparación de materiales de clase para el Web. Por lo menos no todos los eslabones del documento principal son de naturaleza multiplicadora. Esto significa que los estudiantes tienen acceso al equivalente de muchos libros, notas de clase y material histórico. Esto puede incluir problemas ejemplos, ejercicios, animación de soluciones, archivos de audio, películas, referencias técnicas, programas de muestra, bases de datos y otros ítems nuevos. Otra de las ventajas es que el material se puede actualizar, aun cuando en un área determinada puede progresar rápidamente. Las copias impresas de notas pueden estar desactualizadas en uno o dos años; sin embargo, uno no podría comparar libros de texto con el material Web, porque todos los medios son diferentes.

Con la posibilidad de adicionar animación, audio y demostraciones en vivo, un curso se puede enseñar de una forma variada y cubrirlo con material completamente diferente. Un fenómeno curioso que no se ha previsto es que el estudiante casi siempre desea imprimir las páginas Web. Esto no es efectivo, puesto que las páginas cambian frecuentemente y todo el material no se puede imprimir (por ejemplo, las animaciones, las bases de datos largas, etc.). Muchos profesores tienen computadores portátiles y acceso continuo a Internet, y por lo tanto no necesitan imprimir las páginas Web. Los estudiantes usualmente no están conectados con frecuencia al Internet, tal como ocurre entre clases y aún en sus propias residencias. Este problema se ha resuelto:

1. Entregando la red Ethernet a todas las residencias estudiantiles
2. Entregando aproximadamente 900 modems (de 24 a 33 Kbps) para acceso rápido.
3. Entregando 1.200 computadores (la mayoría con Windows NT) a los laboratorios de la Universidad.

A partir del otoño de 1998 estamos entregando notas a los estudiantes en CD-ROMs, que podemos producir por unos pocos dólares. Se espera que hacia el futuro, los estudiantes confíen más en los computadores portátiles, los cuales se pueden usar en los salones de clase y para nuestro material didáctico. Hacia el futuro se deberá ofrecer a los estudiantes un continuo acceso a Internet. Evolucionaremos hasta el punto donde los estudiantes y los profesores posean sus computadores portátiles con conexiones inalámbricas a Internet. Penn State ya tiene varias de éstos funcionando. Por otra parte, usando antenas microondas se puede lograr un acceso de alta velocidad a varias millas. Sin duda, la enseñanza y el aprendizaje en la educación superior están experimentando un cambio dramático debido a la incorporación de la tecnología del computador. La discusión de Marshal McLuhan de que el «medio es el mensaje» (3) es tan apropiada ahora como lo fue hace 20 años; si no lo es más. No tendría sentido sobreestimar el efecto que tendrá el Internet sobre la educación superior.

Uno de los autores (LNL) ha hecho un uso extensivo del Web en estos cursos. Todas las notas de su más reciente curso están en Web. Algunos de los cursos son:

1. Introducción a la Dinámica de Fluidos Computacional
2. Introducción a la Computación Paralela para Ingenieros
3. Hardware y Software para Computación de Alto Desempeño
4. Seminario sobre Computación de Alto Desempeño

Estos son cursos bien diferentes, pero el uso del Web mejora las experiencias educacionales en cada caso.

El primer curso está diseñado para dar a conocer los varios algoritmos utilizados en la Dinámica Computacional de Fluidos (CFD), mostrando como se trabajan los modelos con ecuaciones diferenciales parciales (PDE's). En este curso se discuten las PED's y los algoritmos a diario en clase. En el pasado, esto se hacía en un tablero y para el estudiante era difícil tratar de copiar y de entender las ecuaciones. Ese enfoque parece ahora arcaico e ineficiente (y el uso de las transparencias solo lo mejoró ligeramente). Con el tremendo avance del software para procesadores de palabra, ahora es posible escribir todas estas ecuaciones usando Microsoft Word o PowerPoint. Como se mencionó anteriormente, mientras que toma un poco más de tiempo escribir en el computador las notas en comparación con el trabajo manual, esto solo se hace cuando el curso se ofrece por primera vez. En ocasiones posteriores, uno solo tiene que actualizar las notas de clase. Además, en las derivaciones largas de las ecuaciones matemáticas, a menudo se hacen cambios incrementales de una ecuación a la siguiente. Por lo tanto, cortando y pegando, las ecuaciones se actualizan rápidamente. Todas estas notas se pueden poner fácilmente en WWW. Usualmente utilizamos un formato PDF, pero hemos tenido algunos problemas con este formato. Otra forma, quizás mejor, es convertir simplemente las transparencias de PowerPoint en HTML. Esto no significa fomentar el «mercado de lo antiguo» en el que las viejas notas de clase se copiaban en un nuevo medio. Si uno realmente utiliza el nuevo medio y las nuevas opciones que se ofrecen, las notas no deben ser las mismas, sino que deben estar suplementadas con multimedia y las demostraciones «en vivo» que nos permite el software. Hay excelentes textos en CFD, no solo en cuanto a las ecuaciones claves que necesitan ser presentadas y discutidas en clase, sino que las notas no son un sustituto del texto.

Este curso también requiere numerosos ejemplos de programación para ilustrar el comportamiento de los diversos algoritmos que se aplican a las PDE's. De nuevo, el uso del tablero y la tiza es tedioso e ineficiente. La versión moderna de este curso utiliza el programa MATLAB que muestra exactamente lo que sucede en la solución cuando el algoritmo es inestable. Si un gráfico vale más que mil palabras, una animación debe valer más que un millón.

Uno de los principales mensajes que deseamos dar acá es que la enseñanza con base en Web no significa necesariamente que la preparación de la clase consume una gran

cantidad de tiempo. Al contrario, sentimos que cuando se elabora una curva de aprendizaje, la productividad de los profesores se mejora. Hay una amplia variedad de enfoques para la enseñanza con base en Web, desde poner las notas del texto en Web hasta desarrollar paquetes especiales de animación para ilustrar un concepto difícil. Estamos invocando un enfoque intermedio. La mayoría de los profesores están muy, muy ocupados y no pueden dedicar más de 4 a 8 horas para preparar una nueva clase. No es necesario desarrollar un software de propósito especial. Aun cuando se puede hacer uso de paquetes comunes de software (Word, PowerPoint, MATLAB, Mathematica, Tecplot, RealPublisher, Premier, Acrobat, etc.), uno puede aumentar dramáticamente la eficiencia y productividad del salón de clase. Es necesario damos cuenta que las generaciones futuras de profesores encontrarán este medio muy natural y lo reforzarán. Además, la educación a distancia y el aprendizaje de por vida incrementarán su importancia dentro de pocos años, y los cursos con base en Web serán un fundamento excelente para la educación a distancia.

El segundo curso mencionado antes (procesamiento paralelo), es bastante diferente al curso CFD. En este curso enseñamos como usar los últimos supercomputadores paralelos. Mientras que el algoritmo CFD no cambia rápidamente, cada vez que se dicta el curso de procesamiento paralelo, el material es muy diferente. Cuando se tienen las notas en Web, lo que se hace es actualizar el material y reenfocarlo hacia la actualización en hardware y software es muy fácil. Además, todas las cosas virtuales que usted necesita conocer sobre procesamiento paralelo y supercomputadores están en el Web que es su medio natural en este caso por varias razones. Una de las características importantes de este curso es tener la habilidad de efectuar registros en un supercomputador remoto durante la clase. Resulta poco eficiente tratar de explicar la forma como se usan estos sistemas sin tener un acceso directo. De hecho, para algunas de las clases nos reunimos en un salón, donde todos los estudiantes disponen de computadores como se muestra en la Figura 4.



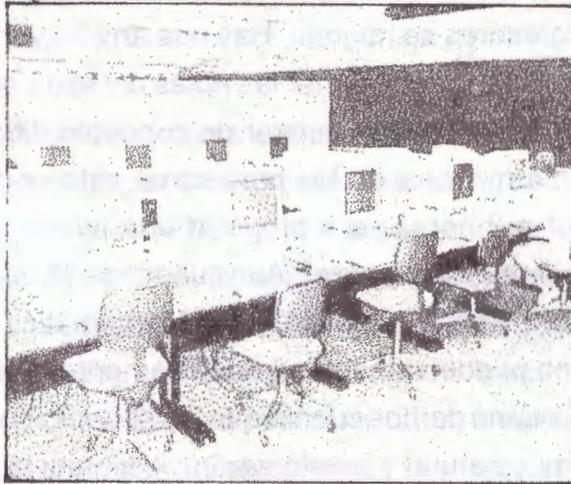


Figura 4. Vista del laboratorio de computadores: 316 Hammond building

El tercer curso mencionado antes tiene 15 clases, todas basadas en el Web. Este es un curso de un crédito, diseñado para enseñar a los estudiantes graduados algunas de las principales herramientas del software utilizadas en computación de alto desempeño. Este curso tiene validez no solamente para los estudiantes que ingresan, sino que también lo utilizan cientos de personas que hacen uso del recurso Web. Además de las notas que se dan en Web, hemos grabado las clases (en formato de audio) y éstas están también en Web. Esto es muy reconfortante. Se puede usar una grabadora normal de cinta o una cámara de video para grabar el audio y luego usar el RealPublisher y un PC para producir en minutos los archivos de audio con base en el Web. Los archivos de audio típicos tienen un tamaño de siete megabytes y comprenden una conferencia de una hora. Los profesores y los estudiantes con frecuencia no pueden asistir a una clase si solo se da a una hora específica. Ahora, ellos pueden escucharla según les convenga, en su casa o en su oficina. Muy pronto las colecciones completas de charlas en video estarán en el Web.

El cuarto curso mencionado antes, es diferente a los demás. Es una serie de charlas de invitados, una tercera parte de ellos visitantes de Pen State. Estas charlas típicas no tienen notas asociadas con base en Web, pero las grabaciones de audio se encuentran disponibles en Web. Estos son recursos que tendrán un mayor valor en los años por venir. No es frecuente tener expertos que discutan las investigaciones con una audiencia general y podemos tener la posibilidad de verlas de nuevo unos años después del evento. Estas son usualmente charlas muy informales y con frecuencia hay muchas preguntas de la audiencia.

Estos recursos con base en Web solo sirven para suplementar el contenido del programa, suministrado por el instructor de la asignatura quien plantea charlas, discusiones, ejercicios, tareas, trabajo tutorial y exámenes. A la vez, esto libera al instructor del desarrollo personal de algún material educacional que está ampliamente disponible. En este momento estamos observando que podemos compartir este material de las charlas como nunca se había hecho antes.

Enseñanza con base en CD-ROM

Hace muy poco, uno de nosotros (VWS) ha estado involucrado con el desarrollo de una secuencia de cursos para enseñar Ingeniería de Control de Ruidos a ingenieros practicantes a distancia (4). El proyecto está patrocinado, en parte, por la fundación Alfred P. Sloan y es una colaboración entre la Facultad de Ingeniería de Penn State y La oficina de Educación Continuada y a Distancia de Penn State. Muchas personas, demasiadas para enumerarlas, han estado involucradas con el desarrollo de los cursos de Ingeniería de Control del Ruido, y las experiencias que se mencionan acá son aquellas que hemos tenido en la producción de los materiales del curso.

Debido a que los estudiantes interesados en el curso de Ingeniería de Control del Ruido están dispersos geográficamente en todos los Estados Unidos, no es posible desde el punto de vista de costos que cada estudiante se desplace a un lugar central, o a un grupo de lugares, donde las transmisiones satelitales se puedan recibir. Por el contrario, los estudiantes son profesionales ocupados en su trabajo y tienen tiempo limitado. Por otra parte, los estudiantes con frecuencia tienen limitaciones para conectarse a Internet desde su lugar de trabajo o desde su casa. Un estudiante típico puede tener acceso a los materiales del curso, pero las condiciones de su compañía hacen que la conexión directa a Internet sea difícil o imposible. Por otra parte, a uno le gustaría que los estudiantes tuvieran acceso a los materiales enviados vía Internet y se pueda tener la colaboración de grupos en problemas de ingeniería. Este proyecto fue patrocinado por Sloan Foundation para determinar la forma como los estudiantes interesados, pero dispersos geográficamente, trabajan unidos y se colaboran en equipos de «cohortes».

Después de varios ensayos fallidos de iniciación, se decidió finalmente colocar todos los materiales de estudio del proyecto de Ingeniería de Control del Ruido en un CD-ROM para que cada estudiante utilice su computador, en lugar de hacerlo disponible en Internet.

Se tiene acceso a los materiales utilizando un browser estándar WWW, pero un estudiante puede observar los materiales fuera de línea. Estas son las dos grandes ventajas de esta metodología. En primer lugar, el estudiante tiene acceso al material del curso casi que instantáneamente, puesto que las conexiones no lentas del Internet separan al estudiante de los materiales. Esta es una característica importante para el estudiante de educación a distancia, puesto que su única conexión a Internet puede ser un módem lento. La segunda consecuencia de utilizar el CD-ROM es que el estudiante o su empleador (dependiendo de quien paga) tendrán un costo mínimo de conexión por comunicaciones. De nuevo, esto puede ser muy importante si se requieren conexiones telefónicas de larga distancia desde sitios remotos.

Cada CD-ROM contiene los materiales de la lección (notas de la clase), figuras, animaciones QuickTime, sonidos, preguntas sobre lo estudiado y tareas de lectura dentro de los textos diseñados del curso. Se puede tener acceso a todos estos componentes a través de un browser WWW. Además, el CD-ROM contiene los textos originales de MATLAB, así como los instrumentos virtuales ejecutables LABVIEW y las animaciones interactivas. Los participantes completan las tareas de MATLAB mediante la secuencia de los cursos y la interacción con otros estudiantes y el instructor de la asignatura y se consultan usando el sistema de conferencia de Primera Clase o el correo electrónico.

En los inicios del diseño del programa de Ingeniería de Control del Ruido se encontró que la colaboración de los estudiantes era importante. Se probó que era un reto significativo desarrollar métodos que animasen a los estudiantes en la colaboración sincronizada a través de planes variados. El modelo adoptado fue tener estudiantes que utilizaran el software en inglés FirstClass comprometiéndose a producir una conferencia mediante boletines en un ambiente altamente estructurado. Cada tarea se estableció, al igual que la secuencia de los cursos que tienen su propia área para discusión de los estudiantes, en la cual requieren colaboración entre sí para la solución de problemas. La decisión de utilizar un software comercial, en lugar de un correo electrónico ordinario sirvió para estructurar las interacciones entre los estudiantes y con el instructor del curso. Posteriormente, para restringir las interacciones entre estudiantes a un programa particular de conferencias, el instructor del curso y el personal de apoyo de computación de la universidad tienen un trabajo más fácil para apoyar este programa.

El material real del curso, que reemplaza las charlas de los cursos presenciales, se presenta en formato Adobe Acrobat (PDF), traducido directamente del procesador de palabras del

autor de cada una de las lecciones. Los documentos Adobe Acrobat se pueden leer a través del browser WWW. El Acrobat permite unir hipertextos directos, al igual que lo que se hace con el lenguaje de hipertextos (HTML). Después de recibir el texto de una lección de su autor, el texto se convierte a Acrobat, y las figuras, las animaciones y los sonidos se insertan ligados posiblemente a otras páginas introductorias o explicativas escritas en HTML.

Una razón por la cual se escogió Acrobat para la presentación de las lecciones fue que las ecuaciones son fácilmente legibles en este formato. Puesto que el lenguaje de HTML no incluye ecuaciones y caracteres griegos (esto se podrá hacer disponible en el futuro), uno debe representar las ecuaciones como archivos GIF dentro del documento HTML. Un estudio piloto para este programa empleó el programa Latex2HTML para convertir los documentos Latex a archivos HTML que incluyan los archivos GIF para las ecuaciones (5). Las últimas versiones de los procesadores populares de palabra tienen también la capacidad de escribir archivos HTML y los archivos GIF para las ecuaciones. Sin embargo, la calidad de las ecuaciones vistas en los archivos GIF no es tan buena como uno quisiera. Además, los movimientos y el cambio de nombre de todos los archivos individuales cruzados creados como tales en un documento HTML en las propias localidades para ejecución del curso en CD-ROM fueron una verdadera pesadilla. El método de presentación Adobe Acrobat elimina el gran número de archivos GIF necesarios para cada ecuación y la calidad de la ecuación es muy buena. La metodología del uso de Acrobat fue sugerida e implementada por Tom Iwinsky del Centro de Computación Académica de Penn State y se trabajó con éxito en el presente proyecto.

Una de las ventajas del aprendizaje del control de ruido incluye los principios de acústica y de vibraciones: el objeto vibra y las partículas se mueven. Por lo mismo, las películas animadas QuickTime son un excelente vehículo para hacer demostraciones de concepto a los estudiantes. Uno de nosotros (VCS) ha desarrollado un número de animaciones sobre educación en acústica.

Estos son los tipos de animaciones que están directamente disponibles en el CD-ROM integrado en las lecciones con formato Acrobat. Las animaciones son creadas utilizando la manipulación simbólica del programa Mathematica. Recientemente se presentó una discusión sobre la forma de creación de éstas animaciones (referencia 6). En las Figuras 5 y 6 se muestran dos animaciones. La figura 5 muestra los modos de vibración de una membrana cuadrada y la figura 6 es un esquema del oscilador de Helmholtz.

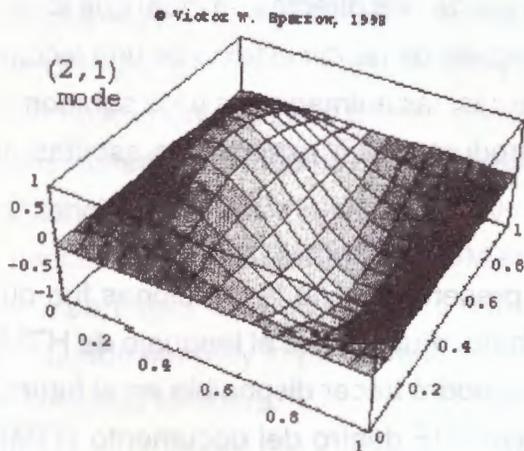
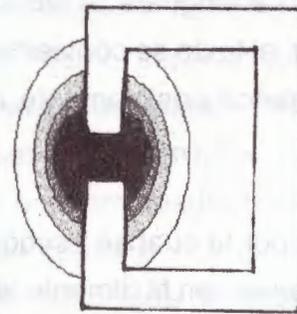


Figura 5. Marco Simple de Animación de la Vibración de una Membrana Cuadrada



© Victor W. Sparrow, 1998

Figura 6. Marco Simple de Animación de la Operación del Oscilador Helmholtz

Una observación que se hizo en el desarrollo de los cursos es que la calidad de las lecciones debe ser muy alta, teniendo en cuenta que ningún profesor está presente cuando el estudiante las revisa. Estas lecciones, en su mayor parte deben hablar por sí mismas (en el inicio de la planeación de estos cursos se decidió que no había una «cabeza parlante» de un instructor quien leería los materiales del curso al estudiante, porque éste método se ha encontrado que es aburridor para los estudiantes y los costos de producción se elevan sustancialmente).

Para maximizar la calidad de las lecciones presentadas, las contribuciones de cada uno de los autores son revisadas por otros miembros del profesorado que actúan como contraparte en los cursos de Ingeniería de Control del Ruido. Aun cuando este procedimiento finaliza cuando los materiales se han beneficiado de la experiencia de muchos profesores, el desarrollo de las lecciones es lento. Para muchos profesores no acostumbrados a trabajar en equipo en el desarrollo de materiales para un curso, el proceso de revisión puede resultar fatigante. Sin embargo, cuando los estudiantes observan las lecciones pueden estar seguros de que se ha hecho el máximo esfuerzo para lograr que los documentos presentados en Acrobat sean nítidos y válidos.

En resumen, la entrega de los cursos de Ingeniería de Control del Ruido para ingenieros practicantes vía CD-ROM ha sido exitosa usando los métodos descritos acá. Sin embargo,

los técnicos e ingenieros que participan en tales cursos son muy inteligentes y versados en computación. Ellos esperan una alta calidad tanto en los materiales del curso como en su presentación. Un autor interesado en la educación a distancia mediante el uso de este modelo considera que se debe estar preparado para producir materiales instruccionales que llenen las expectativas de los estudiantes.

Conclusiones

Este artículo describe varios recientes intentos sobre el uso de la tecnología en la enseñanza de la ingeniería. La era de la información está cambiando todos los aspectos de la vida. La enseñanza y el aprendizaje están experimentados increíbles cambios. Es especialmente importante para los ingenieros educadores adoptar estas épocas cambiantes. Los computadores, el software, la tecnología de la información y el Worl-Wide Web son aspectos esenciales de la ingeniería moderna. Resulta artificial enseñar ingeniería sin el uso de estas herramientas comerciales. La educación presencial y a distancia se puede beneficiar de la nueva tecnología. Se ha tratado de ilustrar que las necesidades de los estudiantes presenciales y a distancia son diferentes y por lo mismo la enseñanza también requiere enfoque variados.



Agradecimientos

Las contribuciones del doctor V. W. Sparrow fueron patrocinadas en parte por Alfred P. Sloan Foundation y aquellas de los doctores P. J. Morris y L. N. Long fueron patrocinadas en parte por la NSF Grant No. EEC - 420592: Desarrollo Combinado Investigación - Currículo en Computación Avanzada.

Referencias

1. Long, L. N., Barlow, J. L., Morooney, K. M. and Constable, L. «Undergraduate Education and Research in High Performance Computing,» International Journal of Engineering Education, Vol. 10(3), 1994, pp. 291-298.
2. Morris, P. J., Long, L. N., Morooney, K. and Kellogg, S. «Teaching High Performance Computing,» ICEE Conference, Chicago, Ill, Aug., 1997.
3. McLuhan, H. M. Understanding Media: The Extensions of Man, McGraw-Hill, 1964.
4. Stuart, A. D. «A Computer Based Certificate Program In Acoustics (Noise Control Engineering),» in Proceedings of Noise-Con 97, Book I, Ed. by C. Burroughs, Noise Control Foundation, Poughkeepsie, NY, 1997. pp. 363-368
5. Sparrow, V. W. and Williams, V. S. «CD-ROM Development For A Certificate Program In Acoustics,» in Proceedings of Noise-Con 97, Book I, Ed. by C. Burroughs, Noise Control Foundation, Poughkeepsie, NY, 1997, pp. 369-374.
6. Sparrow, V. W. and Russell, D. A. «Animations Created In Mathematica For Acoustics Education,» in Joint Proceedings of 16th International Congress on Acoustics and 135th Meeting of Acoustical Society of America, Seattle, Washington, USA, June 1998.

Requerimientos de Experimentación en Tiempo-Real en Internet

Ch. Salzmann¹ , H. A. Latchman¹ , D. Gillet² y O. D. Crisalle³

¹Electrical and Computer Engineering Department
University of Florida
Gainesville, Florida 32611-6005 USA

²Institut d'Automatique
École Polytechnique Fédérale de Lausanne
(Swiss Federal Institute of Technology)
CH-1015 Lausanne Switzerland

³Chemical Engineering Department
University of Florida
Gainesville, Florida 32611-6005 USA

Compendio

Un sistema prototipo que se basa en un péndulo invertido se utilizó para estudiar la Calidad del Servicio y discutir los requisitos de los sistemas remotos de experimentación utilizados para realizar experimentos de ingeniería de control en Internet. Esta clase de aplicaciones involucra la transmisión en red de una variedad de tipos de datos con su requerimiento peculiar de Calidad de Servicio. Estos tipos de datos incluyen imágenes de video y audio que provienen del ambiente del proceso, rastreo de señales que tienen relación con las medidas de las mismas, instrucciones de control enviadas a los impulsores del proceso y otra información que tiene que ver con los estados del mismo proceso. La instalación incluye un sistema físico (un péndulo invertido) así como un servidor local acoplado con una cámara de video, tableros de adquisición de datos y conexiones en red que permiten las interacciones con clientes remotamente localizados. Este artículo discute los resultados relevantes del diseño y presenta un paradigma para su operación sobre la base de una configuración cliente-servidor y un modo de servicio estándar/maestro-cliente. Los

flujos de información involucrados en el proceso se clasifican en cuatro grupos de prioridades de transmisión, un flujo de parámetros, un flujo de datos, un flujo administrativo y un flujo audio/video. El artículo analiza el funcionamiento y los requerimientos del sistema con base en los resultados de pruebas trasatlánticas. Los resultados del análisis muestran que la experimentación en tiempo real a control remoto en Internet es un hecho de una nueva clase de aplicaciones en red que se caracterizan por sus propios requerimientos, los cuales son diferentes de aquellos de tecnologías relacionadas utilizadas para video-conferencias/transmisiones radiales. Para vencer la falta de predicciones del Internet, la sección final del artículo sugiere algunas mejoras tales como la adaptación de prioridades al ancho de banda del Internet y a las necesidades del usuario.

1. Introducción

El Internet y las herramientas modernas de multimedia hacen posible que los estudiantes tengan acceso a una conferencia universitaria desde localidades remotas tales como la casa o el lugar de trabajo. En las clases tradicionales de ingeniería, los conceptos se enseñan por medio de exposiciones que son con frecuencia reforzadas por la práctica realizada en sesiones de laboratorio a la cual asisten los estudiantes en un sitio físico. El Instituto Federal Suizo de Tecnología, localizado en Lausana, Suiza, ha desarrollado un nuevo paradigma para lograr que las actividades experimentales estén disponibles a los estudiantes ubicados en sitios remotos. Este ha sido probado en ambiente LAN. Una extensión de esta instalación se ha introducido para alcanzar localidades más remotas, permitiendo así compartir las facilidades de los laboratorios con instituciones lejanas.

El desarrollo de las facilidades de experimentación remota se motiva por el hecho de que actualmente, como nunca antes, la demanda a las facilidades de los laboratorios está creciendo rápidamente en todas las facultades de ingeniería [1]. A la vez, el número de estudiantes está creciendo, mientras que los recursos disponibles en los laboratorios no se obtienen de la misma manera. El hecho de lograr que la infraestructura de laboratorios esté disponible como laboratorios virtuales durante 24 horas al día y 7 días a la semana, logra un avance grande para vencer estas dificultades y contribuye a la vez a bajar los costos de operación del laboratorio a largo plazo. Esta disponibilidad creciente se podría obtener permitiendo a los estudiantes que tengan acceso a las facilidades del laboratorio desde su casa vía modem, o desde otros puntos de acceso a la red, tales como los

computadores disponibles en diferentes sitios del campus universitario [2]. Además, la disponibilidad de tales facilidades podría permitir la participación en prácticas de laboratorio a estudiantes que estén localizados remotamente, tales como ingenieros practicantes que podrían participar usando computadores localizados en un lugar de trabajo o en sus propias casas.

Este artículo describe la instalación de una experimentación remota usada para realizar ejercicios de laboratorio en ingeniería de control y cuantifica las observaciones recogidas en experimentos transatlánticos entre el Instituto Federal Suizo de Tecnología de Lausana, Suiza, y la Universidad de Florida de Gainesville, Florida. La sección 2 presenta una visión del sistema usado en los laboratorios del Instituto de Automatización del Instituto Federal Suizo de Tecnología para apoyar la experimentación a distancia y describe los componentes básicos del sistema. La sección 3 presenta los resultados básicos que se consideran importantes para el diseño efectivo de un sistema remoto de experimentación. La sección 4 describe el paradigma operacional que se ha desarrollado, incluyendo la configuración cliente-servidor, la administración de solicitudes presentadas por los clientes, la clasificación de los flujos de información transmitidos, la jerarquía relativa del proceso involucrado, así como otros requisitos relevantes. La sección 5 presenta una discusión contrastable entre los requerimientos de la experimentación en tiempo real y los sistemas convencionales de video-conferencia/transmisión radial. Finalmente, la sección discute algunas soluciones para optimizar el uso del ancho de banda disponible. En la sección 7 se hacen algunas anotaciones finales.

2. Resumen del Montaje Experimental Remoto

Esta sección describe los procesos típicos utilizados en experimentos remotos de laboratorios y discute los componentes básicos del montaje de un prototipo.

2.1 Procesos típicos para experimentación remota de laboratorio

Muchos sistemas mecatrónicos (es decir, aquellos que combinan componentes eléctricos y mecánicos) se usan en los laboratorios de ingeniería de control y son muy adecuados para experimentación remota. Son atractivos a los estudiantes puesto que con frecuencia ofrecen respuestas que son fáciles de identificar visualmente. Por otra parte, la experimentación se puede realizar en un periodo razonable de tiempo. Por ejemplo, un

experimento completo de laboratorio puede tomar entre una y dos horas de trabajo, tiempo durante el cual el estudiante realiza los estudios de modelado y diseño, incluyendo periodos cortos (digamos, 5 a 15 minutos) de interacción en modo de tiempo real con el experimento para propósitos de medición y control. Este artículo se enfoca sobre un experimento basado en un péndulo invertido que posee el Instituto Federal Suizo de Tecnología. Como referencia contextual, observamos que los otros dos sistemas, nominalmente un helicóptero y una transmisión eléctrica [3], son también accesibles vía Internet.

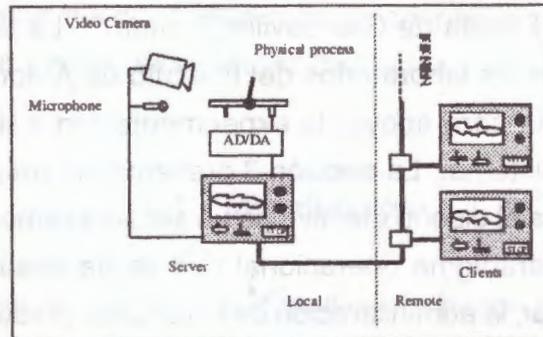


Figura 1. Un sistema físico (péndulo invertido) se comunica con un servidor local mediante tarjetas AD/DA, y una conexión en red que permite el acceso remoto a múltiples clientes.

2.2 Componentes básicos de un sistema de experimentación remota

En la Figura 1 se muestra la configuración del sistema de experimentación remota, donde el sistema de péndulo, junto con las tarjetas AD/DA, se conecta al servidor local. El servidor muestra todas las señales relevantes a un número de clientes remotos que tienen acceso a los sistemas locales vía internet. A la vez, el servidor recibe comandos de clientes remotos seleccionados e implementa localmente los comandos a un sistema físico. El servidor y las plataformas del computador presentan a los clientes pantallas idénticas, ofreciendo así a los usuarios remotos la oportunidad de interactuar con el sistema físico en forma análoga a lo que hacen para los usuarios locales. La red transmite los flujos de entrada y salida de información, así como la información de audio y de video.

El usuario puede interactuar en tiempo real con el experimento a través de una interface gráfica del usuario (GUI) que se construyó usando el lenguaje de programación gráfica LabVIEW [4]. Esta interface (Figura 2) ha sido diseñada para estar en experimentación

local o remota. Se compone de una ventana de osciloscopio donde las mediciones realizadas en un proceso real (posición, ángulo, etc.) se muestran. Cuatro botones representan los parámetros del controlador que se ofrece al usuario. Los usuarios locales tienen como beneficio el hecho de poder introducir perturbaciones mediante un contacto físico con el péndulo; por ejemplo, tocando el brazo móvil. El botón «hand» mostrado en la Figura 1 se utiliza para introducir perturbaciones a través de un comando de software, una característica de utilidad particular cuando el usuario realiza experimentación remota. En el caso del péndulo invertido, el servidor simula una perturbación adicionando un error a la medida del ángulo. Alguna información menos importante, tal como el periodo de muestreo o los estados de conexión, es accesible a través de una ventana adicional.

3. Resultados relevantes al diseño

Un montaje efectivo de experimentación remota debe satisfacer un número de requisitos. En particular, el usuario necesita sentir que está físicamente localizado cerca al experimento real. Durante la experimentación local, el usuario puede usar los sentidos de la vista y el oído para percibir el efecto de sus acciones sobre el sistema de control. Bajo el modo de experimentación remota este requisito se puede lograr ofreciendo una retroalimentación de información de audio y video, además de la información que se da al computador remoto a través del HUI. Naturalmente, tal retroalimentación necesita ser dada en una cantidad razonable de tiempo, minimizando los efectos incorrectos de demoras en el transporte de señales (y probablemente las molestias que producen). Por ejemplo, un usuario remoto puede no aceptar como tiempo real una señal que se demora 30 segundos después de realizar una acción, mientras que la respuesta local se logra en fracciones de segundo. En consecuencia, el sistema de respuesta rápida es una meta clave en todos los desarrollos de control remoto en tiempo real. Tal como se espera, las respuestas instantáneas ideales no son posibles. De acuerdo a nuestra experiencia, el tiempo de respuesta en experimentos transatlánticos es de 2 a 5 segundos.

Un segundo resultado de importancia es el diseño del sistema total en forma altamente modular. Por ejemplo nuestros prototipos tienen 3 módulos básicos (Figura 3) que son: (1) un módulo en tiempo real, que es responsable de la ejecución de acciones locales de control en un sistema real, (2) un módulo GUI que muestra la información y maneja la comunicación del usuario con el sistema real, y (3) un módulo en red que maneja todas las transacciones Internet. Esta modularidad permite reconfiguraciones rápidas y libres

de error del mismo software para alcanzar diferentes necesidades. Por ejemplo, tomando los módulos GUI y de tiempo real se puede realizar un montaje local. Un servidor de la red podría no necesitar un GUI, puesto que en este caso solo se requiere los módulos de tiempo real y de red. Finalmente un cliente en red solo requiere el GUI y los componentes de red.

Un tercer resultado de relevancia es la adición de capacidad para que efectúe estudios de simulación, donde las respuestas a todas las acciones del usuario se producen mediante un software que indica la representación del proceso físico y no el proceso en sí. Esto le permite al usuario evaluar diferentes escenarios operacionales antes de que se logre la experimentación real. Obsérvese que en algunos sistemas complicados la simulación del proceso físico puede ser visible. Los escépticos podrían argumentar que la idea de una experiencia del laboratorio es trabajar los procesos reales, y por consiguiente no debe hacerse énfasis en el trabajo de simulación. Argumentamos posteriormente que en algunos casos la capacidad de simulación puede tener un valor significativo.

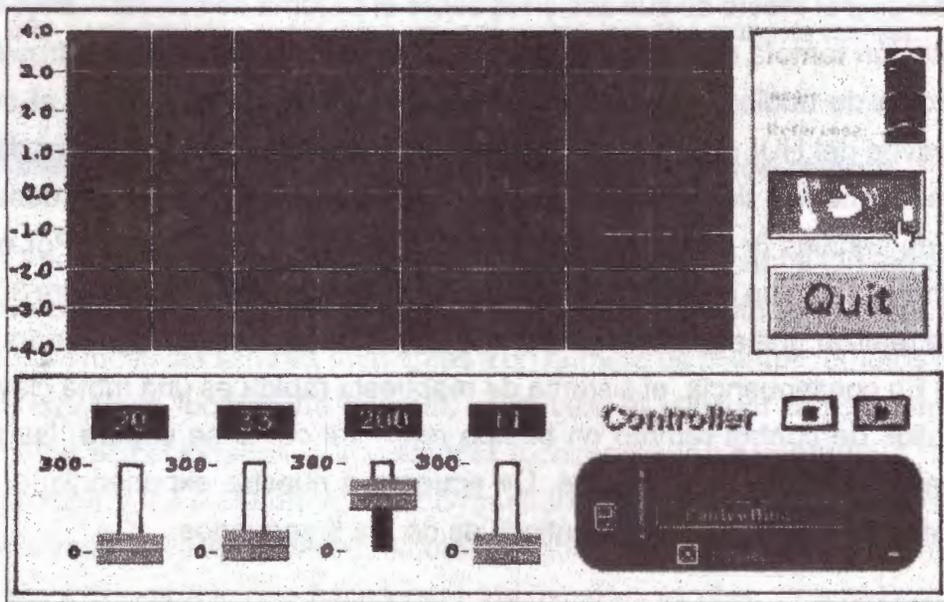


Figura 2. Interface gráfica del usuario que le permite interactuar con un experimento de péndulo invertido en tiempo real. El ícono «hand» se utiliza para introducir una perturbación.

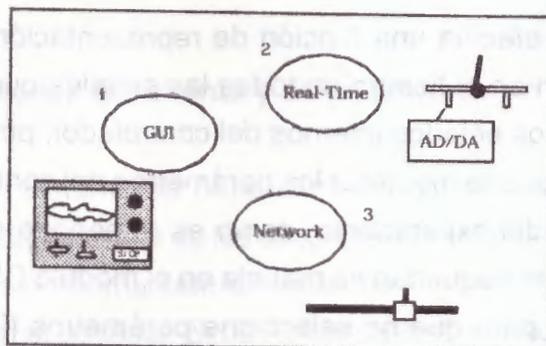


Figura 3.

Los tres componentes básicos del diseño: (1) el tiempo real, (2) GUI, y (3) módulos de la red.

3.1 Descripción breve de los tres módulos básicos

En la figura 3 se muestran los tres módulos básicos que tienen funciones específicas y son responsables de diferentes procesos de seguridad que garantizan la robustez del montaje.

3.1.1 El módulo de tiempo real

El módulo de tiempo real permite el control del proceso real desde un computador a través de los tableros AD/DA que capturan las señales de medición y producen señales de mando. Todas las acciones del control se manejan mediante algoritmos que operan en el procesador principal del computador. El control de tiempo real se logra con la ayuda de un Real-Time Kernel [5] desarrollado en el Instituto Federal Suizo de Tecnología. El algoritmo de control se escribe en C o como funciones S en el formato del Matlab/Simulink software suite [6], y se ejecuta mediante el Real-Time Kernel. Este módulo debe incluir procedimientos de seguridad de bajo nivel que prevengan al usuario o los algoritmos efectuar acciones inadvertidas o deliberadas que puedan causar daño al equipo físico. Cuando tales procedimientos se activan, el proceso real es reiniciado a partir de un estado conocido de seguridad.

3.1.2 El módulo GUI

El módulo GUI (Figura 2) efectúa una función de representación visual, permitiendo al usuario seguir la evolución en el tiempo de todas las señales que tienen que ver con el experimento, tales como los estados internos del controlador, por ejemplo. Además, a través del GUI, el usuario puede modificar los parámetros del controlador, así como otras características ajustables del experimento, como es el periodo de muestreo. Un nivel superior de precauciones de seguridad se maneja en el módulo GUI. Por ejemplo, el GUI puede prevenir al usuario para que no seleccione parámetros físicamente irrealizables (tales como un tiempo negativo de muestreo), etc. La interface gráfica del usuario tiene como base el LabVIEW. Se ha desarrollado un Marco en Tiempo Real [5] en una plataforma Macintosh para facilitar el desarrollo de controladores en tiempo real.

3.1.3 El módulo red

Finalmente, el módulo red permite que el programa se comunique con otros computadores distribuidos en diferentes localidades físicas. Este módulo también ofrece normas de seguridad que tienen que ver con el manejo de la red, tales como la prevención del acceso no autorizado y el acceso a programas para evitar conflictos.

4. Operación del Sistema Remoto de Experimentación

4.1 Configuración cliente-servidor

Hay dos diferentes tipos de entidades involucradas en el proceso de comunicación, nominalmente, un servidor y sus clientes (Figura 1). El servidor es la máquina local conectada al experimento. El servidor corre el algoritmo utilizado para controlar el experimento en tiempo real. Aun cuando no es estrictamente necesario, puede ser conveniente utilizar un servidor GUI similar al de los clientes; Esto es particularmente útil si el servidor se usa de vez en cuando para experimentación local. Se enfoca una cámara digital al experimento físico y se conecta un micrófono al servidor para generar señales de video y audio que se transmiten por la red.

El software del cliente se corre en máquinas remotas. Sus componentes principales son un módulo de red y un módulo GUI. Cada cliente puede adoptar dos modos de operación,

nominalmente, un cliente estándar o un cliente máster, tal como se describe en la siguiente sección.

4.2 Manejo de solicitudes del cliente y asignación de un modo master

La operación típica del sistema se hace a través de sesiones de punto a punto que progresan de acuerdo a la jerarquía de las solicitudes del cliente. Dentro de este enfoque, el servidor se conecta sin interrupción al experimento físico 24 horas al día, esperando que los clientes soliciten el acceso. Si no hay un cliente conectado, el servidor podría, si se considera apropiado, parar o poner el proceso en tiempo real en un estado inactivo para ahorrar energía.

Cuando un usuario desea efectuar un experimento nuevo (por ejemplo, probar nuevos parámetros) desde una localidad remota, él entra con el software de cliente y solicita una conexión al servidor. El servidor permite la conexión siempre y cuando el usuario tenga el permiso adecuado y no exceda el número máximo de tiempo conectado. El usuario entra inicialmente como un cliente estándar, un modo que permite la observación del experimento, pero no permite utilizar comandos para el sistema físico. En este modo, el usuario recibe audio, video y flujos de información desde el servidor.

Posteriormente, el usuario puede hacer una solicitud al servidor que le permita conectarse como un cliente máster, un modo que permite utilizar comandos aceptados por el servidor dentro de la manipulación legítima del proceso físico. Si el usuario tiene el permiso apropiado para ser un cliente máster, la solicitud se colocará en turno y el usuario permanecerá en el modo de clientes estándar, esperando que su solicitud sea aprobada por el servidor. El servidor le asigna la condición de cliente máster por un periodo predefinido de tiempo al hacer la solicitud y quedar en turno. Solo un cliente puede tener la condición de cliente máster.

El cliente máster puede realizar manipulaciones en el sistema local, tales como la modificación de los parámetros de los controladores para observar los efectos posteriores. El usuario puede en cualquier momento renunciar al modo máster y regresar al modo estándar, abandonando el control del experimento. El servidor le lleva dentro de una transición al modo observador cuando finaliza el tiempo de conexión pre-asignado.

Además del modo punto a punto, también es posible operar el sistema dentro de una sesión de clientes múltiples, donde el cliente máster es el instructor de la clase y quien efectúa la demostración que puede ser simultáneamente observada por todos los estudiantes que participan en la clase tanto en forma remota como local.

4.3 Clases de flujo de información

Hay diferentes clases de información que se intercambian entre el servidor y los clientes de acuerdo a cuatro clases diferentes que son: (i) el flujo de parámetros, (ii) flujo de datos, (iii) el flujo administrativo, (iv) el flujo de audio/video. Estos flujos deben compartir el ancho de banda (el cual podría ser diferente para cada cliente). Un resumen comparativo de las características de los cuatro flujos se da en la Tabla 1.

4.3.1 El flujo de parámetros

El flujo de parámetros está conformado por paquetes de control enviados por el cliente máster al servidor. Este flujo tiene la máxima prioridad. En nuestro prototipo de péndulo invertido, los parámetros son las cuatro ganancias del controlador de estado, el periodo de muestreo y el estado del botón «hand» utilizado para introducir perturbaciones (ver Figura 2). Estos valores necesitan ser transmitidos con una prioridad muy alta para asegurar la máxima precisión de la respuesta. Esto es algo fácil de lograr, puesto que la cantidad de datos transmitidos es normalmente muy pequeña. Por ejemplo, para un controlador PID (proportional-integral-derivative), los datos requeridos pueden ser solamente tres valores, en principio los valores de las constantes P, I y D. Cada vez que el usuario cambia uno de estos tres parámetros se intercambia el paquete. Puesto que el flujo de parámetros suministra información que manipula directamente el sistema físico, la transmisión de datos debe ser altamente confiable. En consecuencia, se pueden imponer requisitos computacionales adicionales por la necesidad de codificar y/o controlar el error mediante la codificación de los valores transmitidos para evitar el daño deliberado o inadvertido de datos durante la fase de transmisión.

4.3.2 El flujo de datos

El flujo de datos está conformado por todas las señales que se miden en el proceso físico, tales como las salidas, los puntos de ajuste, las entradas y los valores internos computados por el controlador, por ejemplo, el error entre los puntos de ajuste y la posición real. Este

flujo fluye exclusivamente desde el servidor hasta los clientes y tiene una prioridad por debajo de la prioridad del flujo de parámetros. Todos los valores se envían en registros de n valores medidos para cada una de las señales observadas más los valores internos y el controlador. El tamaño de la información a transmitir depende de la cantidad de datos que genere el proceso y debe ser adaptado al ancho de banda disponible. Soluciones tales deben ser comprimidas o se puede utilizar un dato de cada diez si la cantidad de datos producidos por el proceso no se ajusta al ancho de bandas disponible. El flujo de datos es transmitido por el servidor a los clientes. En este proceso, los paquetes se pueden perder o pueden llegar desordenados. Un compensador puede resolver parcialmente este problema y suavizar el flujo de datos. El tiempo de compensación debe de ser pequeño para no aumentar la latencia del proceso total. Otra solución es reconstruir localmente la información usando una simulación en tiempo real que se utiliza en un modelo del sistema físico. El modelo podría caracterizar el uso de los parámetros que son constantemente reidentificados, actualizados y transmitidos por el servidor. En este caso, es importante alertar al usuario en el momento en que se generan datos simulados. La integridad en el tiempo del flujo de datos solo ha sido garantizada cuando el usuario solicita la historia de los mismos (para propósitos de reproducción o análisis fuera de línea) para una interacción viva, esto no es aparentemente tan crítico.

Tabla 1.
Características de los cuatro tipos de flujo de información usados en experimentos remotos en tiempo real.

Flujo	Dirección	Prioridad	Ancho de banda	Tamaño	Codificación	Caída del paquete
parámetro	cliente → servidor	máxima	bajo	pequeño	sí	no permitido
datos	cliente ← servidor	alta	alto	grande	no	permitido
audio/video	cliente ← servidor	media	alto	el más grande	no	permitido
administrativo	cliente ↔ servidor	mínima	bajo	el más pequeño	sí	no permitido

Como un ejemplo del tamaño de un registro en el flujo de datos, considere la situación donde el controlador trabaja con un periodo de muestreo de diez milisegundos y hay un compensador circular en el extremo del servidor que puede soportar 500 puntos (un

equivalente a cinco segundos de datos). Hay cuatro valores medidos y cada medición se almacena en forma de pequeños registros (4- bytes). Si el servidor envía nuevos datos medidos cada dos segundos, el paquete contendrá 1600 bytes (es decir, 200 puntos x 4 valores x 4 bytes).

4.3.3 El flujo administrativo

El flujo administrativo se usa principalmente en el comienzo de los intercambios entre cliente y el servidor. También se usa cuando un cliente estándar quiere convertirse en cliente máster o viceversa. La información típica intercambiada en este flujo son el username y el password; a partir de acá, este flujo debe ser cifrado. Este intercambio de datos ocurre en ambas vías, entre el cliente y el servidor. La información intercambiada es muy pequeña en tamaño y tiene una prioridad muy baja.

4.3.4 El flujo audio/video

Finalmente, el flujo audio/video (A/V) se transmite del servidor a los clientes. Este flujo es análogo al flujo de datos pero tiene una prioridad inferior. El flujo A/V demanda el máximo ancho de banda para una transmisión oportuna y precisa; sin embargo, en la configuración propuesta solo utiliza un ancho de banda residual debido a su baja prioridad. Esta es una diferencia clave entre el paradigma propuesto para control remoto en tiempo real y las soluciones usuales de video conferencia/transmisión. La información A/V es importante para el usuario remoto porque ofrece la facilidad de «ver» y «oír» los efectos de todas las manipulaciones. Claramente, una mejor calidad de la transmisión A/V conduce a una experiencia más satisfactoria para el usuario remoto del laboratorio virtual.

Algunas de las soluciones usadas para el flujo de datos se pueden aplicar para bajar el ancho de banda requerido por el flujo A/V. No se hacen distinciones reales entre la parte de audio y la de video del flujo, aun cuando en nuestros prototipos la necesidad de retroalimentación de video es obvia, mientras que la necesidad de retroalimentación del sonido depende del tipo de experimento. Un caso particular es el ejemplo de un montaje de transmisión eléctrica que produce una vibración audible, si no seleccionan adecuadamente los parámetros. En este caso la señal de audio es muy importante porque la imagen de video no revelaría el programa debido a los pequeños desplazamientos que están ocurriendo en la transmisión. Para otros de nuestros prototipos, el sonido no ofrece información útil y se puede desconectar.

4.4 Jerarquía y requerimientos de velocidad

Los cuatro flujos diferentes requerían para la experimentación remota tener diferentes prioridades de transmisión. La cantidad de datos para cada flujo varía desde unos pocos bits por segundo para el flujo parámetro hasta el ancho total de la banda para el flujo A/V. La priorización de la transmisión es necesaria para garantizar que la información más crucial se transmite en forma oportuna. El flujo de parámetros tiene la máxima prioridad puesto que contiene información crítica en cuanto a las modificaciones de los parámetros y otros ajustes que los clientes hacen en el sistema físico. Una modificación de un parámetro en la interface del cliente se envía al servidor a través del flujo de parámetros y su efecto regresa al cliente a través del flujo de datos. A partir de acá, el flujo de datos reconoce todas las modificaciones y revela sus efectos, recibiendo la segunda prioridad máxima.

El tiempo acumulado en el intercambio de datos de este parámetro es la suma de los tiempos de transmisión para cada uno de los flujos. Por lo regular, el tiempo que requiere el servidor para ajustar el parámetro se puede despreciar. Naturalmente el tiempo acumulativo en el intercambio debe ser tan pequeño como sea posible. Nuestra experiencia muestra que la aceptación del usuario es muy buena cuando el tiempo acumulado es de uno a dos segundos. Cuando el tiempo acumulado sobrepasa los cinco segundos, el usuario necesita adaptarse a la demora y la interactividad disminuye considerablemente. Cuando se requieren más de diez segundos para ver los efectos de modificación de un parámetro, el usuario tiende a volver a enviar la modificación del parámetro porque no logra un reconocimiento visible. La mayor parte de este tiempo conduce a un ciclo no deseado en el LUP del proceso usuario/remoto y hace que la experimentación remota sea no práctica. Para vencer parcialmente esta limitación, la información visual en el GUI se puede monitorear y mostrar en pantalla el estado de la transmisión de los parámetros. Cuando se presenta esta demora, todo el proceso debe ser conectado a un modo intermitente y el usuario envía la operación para que sea efectuada por el servidor y espere el resultado en un tiempo prolongado. Mientras que esto no puede ser mayor que la experimentación remota medida en tiempo real, se ofrece una alternativa trabajable por intermedio del acceso a las facilidades físicas de Internet. En realidad, hay estrechos paralelos con los servicios del paquete de telefonía y del paquete de video cuando la demora en la red es sentida periódicamente y la longitud de los compensadores se ajusta para tener una respuesta suave.

El flujo A/V tiene la tercera prioridad más alta, puesto que la información transmitida mediante en este flujo es, en algún grado, redundante al flujo de datos. El flujo A/V sirve para dar una experiencia sensorial adicional a la actividad; por lo tanto, su papel es menos crucial. Los datos y el flujo de video deben ser sincrónicos. Si la relación del marco del video se cae, el usuario necesitará ajustar la diferencia entre el marco del video y la medida mostrada.

4.5 Otros requerimientos

Se desea que el sistema de experimentación remota esté disponible 24 horas al día y requerir un mínimo mantenimiento local. Esto significa que el proceso debe permitir regresar a un estado de seguridad conocido - por ejemplo, retomar el péndulo al centro de la pista - inmediatamente después de que se identifica un estado indeseable o una situación peligrosa. Tales situaciones indeseables se pueden presentar por razones múltiples, dentro de las que se incluyen la acción del usuario, la selección de parámetros equivocados, un problema en la red o una pérdida en la conexión, etc. Se deben tomar protecciones para que el sistema físico esté protegido contra daño en todas las contingencias.

Por otra parte, los procedimientos de precaución deberían permitir al usuario operar con suficiencia cerca de los estados indeseables, en tal forma que pueda aprender de la experiencia. Por ejemplo, especificando una gran ganancia en el controlador que ajusta la posición del brazo permitirá desarrollar la posición de las oscilaciones. Esto moverá progresivamente el brazo de un extremo a otro de la pista, donde activará un sensor de posición incorporado que desconecta el controlador y vuelve a colocar el péndulo lejos del borde de la pista. Por supuesto, los procedimientos de precaución deben ser lo suficientemente robustos para garantizar la recuperación de los estados no deseados, tales como cuando el usuario especifica ganancias muy grandes en el controlador.

El usuario en una localidad remota podría modificar el proceso físico para evaluar la habilidad de un conjunto de parámetros de control que permitan rechazar el efecto de la modificación inducida. Por ejemplo, en el caso de un sistema mecánico, se puede usar un freno para cambiar la aceleración del proceso. Un mecanismo que efectúa perturbaciones se debe integrar al software y hacer eso disponible al usuario remoto. En el caso de nuestro prototipo de péndulo invertido, cuando el usuario selecciona una caja de perturbaciones que está caracterizada por la mano (ver Figura 2), un objeto arbitrario

se adiciona temporalmente a la señal enviada al controlador y en consecuencia, se induce un tipo de cambio de la alteración de la posición del brazo.

5. Experimentación Remota vs. Videoconferencia/Transmisión

Una colección creciente de software está siendo usada para transmitir o enviar señales de audio y video a través del Internet. Se puede argumentar que la transmisión/conferencia es similar al paradigma de experimentación remota y en realidad, esta analogía no se logra en el sentido de que tanto el audio como las imágenes de video se envían. Por otra parte, el flujo de datos (mediciones) se puede interpretar como información de audio o de video. Sin embargo, no hay diferencias significativas.

Las principales diferencias entre la videoconferencia y la experimentación remota en tiempo real están en el hecho de que esta última hace énfasis en la transmisión y recepción de la información más reciente, aun cuando se haga a costa de descartar la información que no sirve. Al contrario, el software de la videoconferencia trata de enviar todos los datos, recientes y antiguos, sin que haya pérdidas perceptibles desde el punto de vista del usuario. En consecuencia, si es posible, no se pierde ninguna información y los tamaños de compensación se incrementan para suavizar la transmisión. Obsérvese que las compensaciones de control en tiempo real se deben evitar en cuanto sea posible cuando se hace experimentación remota en tiempo real.

La versión original de nuestro sistema es utilizada como un software [6] para transmitir señales de audio y video. Esta solución da demoras aceptables - aproximadamente de uno a cuatro segundos - para la experimentación realizada dentro de la universidad local LAN. La operación es desafortunadamente inaceptable para experimentos transatlánticos porque las demoras llegan a ser significativamente altas e impredecibles. Puesto que en este caso, el flujo no fue manejado por el servidor, no fue posible sincronizar el flujo A/V con el flujo de datos y administrar sus prioridades relativas. Este problema es más importante que las demoras de transmisión puesto que el usuario puede malinterpretar el estado real del proceso y puede no ser capaz de determinar si la información es confiable.

Otra diferencia se presenta en el hecho de la preferencia por la videoconferencia/transmisión que da el audio sobre el video puesto que el oído humano es muy sensitivo a la continuidad del sonido. Las experiencias confirman que las interrupciones de flujo de

sonido, aun durante cortos periodos de tiempo, disturban al usuario. En contraste, lo opuesto es verdadero para la visión puesto que el ojo se puede adaptar fácilmente a imágenes «que vibran». Sin embargo, con algunas excepciones, en la experimentación remota el flujo de video es con frecuencia más importante que el flujo de audio porque la información visual juega un papel mayor, ayudando al usuario a participar en el experimento con la información sensorial.

La mayoría de software para videoconferencia/transmisión tiende a incrementar la compensación en la recepción para suavizar la transmisión. Aumentar la compensación quiere decir adicionar demoras que no se oponen a lo que la experimentación remota trata de hacer. En el caso de información obsoleta (desactualizada), ésta se retira si hay nueva información disponible. Sin embargo, la remoción de los compensadores tiene sus inconvenientes. Por ejemplo, los compensadores se necesitan para comprimir, especialmente las señales de video, cuando se requiere más de un cuadro de video en algoritmos de alta compresión. La compresión de videos puede ser inevitable en algunos casos, dependiendo del tamaño y del número de colores de la imagen que se va a transmitir. Los esquemas típicos de compresión no envían ningún dato si la imagen no cambia entre dos cuadros consecutivos. Naturalmente, cuando la imagen cambia rápidamente, el esquema de compresión entrega una gran cantidad de información. Bajando el número de cuadros, se puede reducir el tamaño de los datos transmitidos, pero esto introduce algunos inconvenientes. Tomemos como ejemplo que la tasa de cuadros se establece originalmente en diez cuadros por segundo, la cual se debe reducir a un cuadro por segundo. Si el codec (coder-decoder) necesita tres imágenes para realizar la compresión, tomará aproximadamente 1/3 de segundo en el caso anterior y tres segundos en el último. Por lo mismo, el tiempo de compresión se incrementa proporcionalmente con la relación de compresión.

6. Optimización de Uso del Ancho de Banda Disponible

Para usar eficientemente el ancho de banda disponible, la relación de transmisión de los diferentes flujos necesita ser ajustada sobre la base de las prioridades respectivas de flujo. Se pueden usar diferentes técnicas para bajar la tasa de datos y hacer un mejor uso del ancho de banda disponible. La primera técnica es la compresión de datos, pero ésta involucra un trato debido a la demora adicional introducida a través de las operaciones de

compresión y de descompresión. Esta demora debe ser mucho más pequeña que la demora de transmisión.

Puesto que el flujo A/V requiere el máximo ancho de banda, se le debe dar la mayor atención para manejarlo cuidadosamente. La tasa de compresión de la videoconferencia/transmisión es de 50:1; sin embargo, esta relación sólo se puede lograr cuando la compresión se hace en las dimensiones espacio y tiempo. En estas soluciones, se espera que haya un flujo tan continuo como sea posible, lo cual no se logra en la experimentación remota.

Se presenta otro problema cuando los clientes no están en la misma red. Por ejemplo, algunos pueden estar en la red local LAN, mientras que otros pueden estar conectados a su red de origen usando la línea dial-up. El servidor necesita adaptarse a los requerimientos diferentes de ancho de banda. Una solución para el flujo de video es que el servidor estratifica la imagen y la envíe mediante resoluciones diferentes [7]. Cuando un ancho de banda baja está disponible, el cliente solamente puede usar una imagen de baja resolución. Cuando el ancho de banda se amplía, el cliente puede usar una imagen de baja resolución y a la vez, una imagen mayor estratificada.

Los datos se dan sobre diez, donde solo una muestra de n muestras se transmite y puede ser usada para bajar el ancho de banda requerido. Los pasos intermedios se pueden reconstruir por parte del cliente y se puede usar una interpolación o una simulación en tiempo real para regenerar las mediciones perdidas. Sin embargo, si hay dos medidas muy distantes en tiempo, la reconstrucción se puede perder por fenómenos rápidos, tales como las oscilaciones de alta frecuencia.

Un modelo virtual-real se puede usar en lugar de la señal de video. En este caso, el software del cliente anima una representación gráfica del proceso físico, usando coordenadas regularmente actualizadas mediante el servidor, a través del flujo de datos. Otro concepto llamado el proceso fantasma [8] utiliza la simulación local para reflejar directamente el efecto de las acciones del usuario (digamos, modificación de parámetros) sin esperar que el servidor regrese la información. En el extremo del cliente, el usuario observa dos ventanas: una libre de demora, que muestra los resultados de simulación del proceso fantasma y otra con una demora en la transmisión, que muestra la imagen del proceso físico. Esta técnica se utiliza en aplicaciones de robótica donde las demoras debidas a la distancia no se pueden evitar. Los esquemas del proceso fantasma requieren

con frecuencia el uso de algún tipo de mecanismo, tal como los esquemas de inteligencia artificial, para encontrar los eventos no medidos y/o desconocidos que se pueden perder en el modelo base.

7. Conclusiones

Mientras que los experimentos y las mediciones continúan, nuestros logros iniciales confirman que los experimentos a control remoto en Internet son factibles en aplicaciones de larga distancia tales como comunicaciones transatlánticas, a través de un paradigma de contiene una estructura cliente-servidor. Los requisitos de este sistema son significativamente diferentes de aquellos sistemas convencionales de transmisión o videoconferencia, particularmente debido al énfasis extraordinario que se le da a la transmisión exitosa de datos recientes y al posible descarte de datos obsoletos. La experiencia muestra que se deben tener en cuenta los múltiples aspectos que se necesitan para lograr una operación adecuada, incluyendo un sistema de priorización de flujo de información y la utilización de mecanismos apropiados de compresión de datos. El lector interesado puede probar la experimentación en tiempo remoto accediendo al Telepresence Web Server (¡Error! Marcador no definido.) en el Instituto Federal Suizo de Tecnología.

Agradecimientos

El primero y el tercer autores agradecen el apoyo recibido del Fonds National Suisse bajo la concesión número SPP-ICS 5003-045347. El cuarto autor agradece el apoyo recibido de la National Science Foundation bajo la concesión número CTS 9502936.

Referencias

- [1] Gillet D., R. Longchamp, and D. Bonvin, «Integrated Workbench for Laboratory Projects in Automatic Control.» Int. Conf. on Computer Aided Learning and Instruction in Science and Engineering, Lausanne, Switzerland, September 1991.
- [2] Gillet D., C. Salzmann, R. Longchamp, and D. Bonvin, «Telepresence: an Opportunity to Develop Real-World Experimentation in Education». European Control Conference, Brussels, July 1997.
- [3] Access the electrical-drive experiment at <http://iawww2.epfl.ch/drive> and the Helicopter experiment at <http://iawww2.epfl.ch/toycopter>.
- [4] National Instruments, Austin, TX.
- [5] Salzmann C., D. Gillet, R. Longchamp, and D. Bonvin, «Framework for Fast Real-Time Applications in Automatic Control Education». IFAC Symposium on Advances in Control Education, Istanbul, July 1997.
- [6] Connectix Videophone, Connectix Corporation, San Mateo, CA
- [7] Vetterli M., Jacobson V., and S. McCanne, «Low-Complexity Coding for Receiver-Driven Layered Multicast.» Technical Report SSC/1997/001.
- [8] Kevin J. Brady, Timed-Delayed Control of Telerobotic Manipulators. Ph.D. Thesis, Washington University, August 1997.

UN MODELO BASADO EN LA PRACTICA PARA LA EDUCACION CONTINUADA EN INGENIERIA

Prof. Dr.-Ing. Walter E. Theuerkauf
University Hildesheim
Alemania

Compendio

Se presenta una aproximación a la capacitación pedagógica a partir del diploma en ingeniería y se orienta hacia las tareas y el perfil esperado de trabajo en el departamento de ingeniería y desarrollo de una compañía de investigación. La aproximación pedagógica se basa en dos formas diferentes de aprendizaje: el aprendizaje individual auto-controlado en el sitio de trabajo mientras realiza proyectos como tareas, y el aprendizaje pedagógico sistemático mientras que asiste a cursos orientados de capacitación dentro de su trabajo. Se presenta la estructura curricular de este programa de capacitación, junto con los resultados de este enfoque cooperativo, relacionado con la industria y se muestra su importancia para la capacitación y los estudios en ingeniería.

Situación Inicial

En la primavera de 1991 se desarrolló un nuevo programa de capacitación para los ingenieros desempleados, que se puso en práctica con la cooperación de varios socios¹. Fue necesario desarrollar el programa debido a que la relación de tiempo de los ingenieros desempleados ha alcanzado un grado nunca antes conocido, que ahora es un gran

¹ El programa de capacitación fue desarrollado y está siendo puesto en práctica por: a) The Institute for Applied Electrical Engineering Engineering Pedagogics de University Hildesheim; b) The Centre for Continued Education de The Technical University of Braunschweig; c) The Teutloff Gemeinnützige Weiterbildungsgesellschaft mbH (una institución de capacitación); d) the Institute for Applied Microelectronic F&E GmbH; y d) The Braunschweig-based employment agency.

problema (Figura 1). Por lo tanto, la meta de este nuevo programa pedagógico fue lograr una mejor reintegración de los ingenieros desempleados como si ocurrió con las anteriores ofertas de capacitación.

En el año 1997, de acuerdo a una declaración oficial de la Oficina Federal de Empleo, en la sola República Federal de Alemania había 50.000 ingenieros desempleados. Como una reacción al excedente de ingenieros, los departamentos de personal requerían rápidamente condiciones de empleo de acuerdo a los requerimientos de las compañías para resolver los proyectos relevantes. Para lograr una reintegración exitosa a través de un programa de capacitación, era necesario que el programa cumpliera «los requerimientos específicos de calidad de las compañías», así como los requerimientos de las regiones consideradas. Un prerrequisito para ello fue una cooperación estrecha con los futuros empleadores potenciales.

No solo los ingenieros recién egresados con muy poca experiencia práctica tienen el problema del desempleo, también lo sufren los ingenieros experimentados. Los dos grupos son diferentes por el grado de especialización profesional. Cuando se busca un programa adecuado de capacitación o de entrenamiento, cada caso individual tiene que ser examinado para observar si es necesario conservar o profundizar el conocimiento de especialización adquirido o, debido a las alteraciones del mercado laboral, solo se puede ofrecer una nueva orientación profesional. A diferencia de los ingenieros que tienen poca experiencia práctica, para quienes la prioridad principal es ampliar su conocimiento profesional, los ingenieros experimentados tratan de conservar y refinar su área individual de trabajo. Ambos grupos conservan su deseo de cumplir una tarea relacionada con la práctica, para participar tan efectivamente como sea posible en el programa de capacitación.

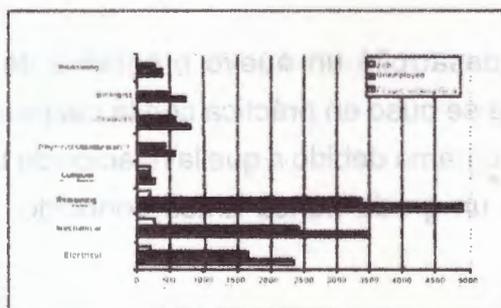


Fig. 1. Empleo de los ingenieros (fuente: Oficina Federal de Empleo de Alemania, 22.12.97)

Enfoque pedagógico

Para lograr el máximo grado de reintegración al mercado laboral es indispensable encontrar el perfil de trabajo a corto plazo de las compañías, así como el desarrollo del mercado laboral a largo plazo y las cualidades requeridas.

Por lo tanto, las personas que están a cargo de los programas de capacitación están haciendo evaluaciones regulares de la importancia de los criterios de empleo con miembros de los departamentos de personal de las compañías regionales y están analizando las ofertas de empleo a nivel nacional. Estos resultados corresponden a aquellos logrados para toda la república federal por las Asociaciones Alemanas de ingenieros, VDI y VDE. Se debe hacer énfasis en que las evaluaciones regionales fueron principalmente concentradas en compañías de tamaño medio donde una demanda futura de ingenieros aparece como visible.

Tomando en consideración los criterios de empleo más importantes se puede observar que el comportamiento relativo al criterio de desarrollo de la personalidad y otros criterios profesionales manuales hacen que se requiera un pensamiento y la adquisición de un conocimiento interdisciplinarios.

Para considerar también el desarrollo de los requerimientos de calidad a largo plazo, se tuvo en cuenta el análisis de institutos nacionales e internacionales renovados en ciencias económicas y sociales. Con referencia al mercado laboral nacional, se debe decir que «la debilidad histórica de la economía Alemana se funda en su inhabilidad para crear puestos en las nuevas dependencias. Sin embargo, para ser innovador e internacionalmente competitivo en el futuro, se hace necesario tener empleados calificados en tecnologías del futuro tales como la tecnología de información o la tecnología biológica» [1]. El proceso esperado de transformación está relacionado con la proporción de personas empleadas es transparentemente mostrado en «Modelo de los Cuatro Sectores (Figura 3).

Para el economista Reich, el tipo futuro de especialista en las naciones altamente industrializadas es el «analista símbolo» [2]. Se debe entender que este es un tipo de ingeniero cuyas tareas son la solución de problemas y la identificación de procesos. Para Reich, tales habilidades básicas corresponden a «abstracción, pensamiento sistémico y cooperación» y son importantes, no solo por el acceso a las áreas de conocimiento que

llegan a ser más y más complejas e interconectadas, sino que pueden ser desarrollados posteriormente por medio de equipos profesionales de trabajo.

Para alcanzar estos requisitos que se correlacionan con la capacidad holística de acción en un programa de capacitación, se seleccionó un «proyecto relacionado de capacitación».

Al participante se le ofrecen las siguientes posibilidades:

1. El desarrollo de soluciones nuevas y practicables del proyecto bajo la consideración de nuevas tecnologías claves que serán exitosamente aplicadas en el futuro.
2. Los métodos de trabajo interdisciplinario y la habilidad de trabajar en equipo en proyectos con miembros del grupo de diferentes áreas técnicas.
3. El pensamiento interdisciplinario, logrado mediante la formación de pequeños grupos con estructura integradora o interdisciplinaria y trabajo técnico a la vez.
4. La alta flexibilidad lograda por medio de métodos de aprendizaje con base en tareas, así como la adquisición de conocimientos basados en la experiencia con el grupo y la participación de expertos.
5. El desarrollo de un trabajo que garantice calidades claves [3,4].

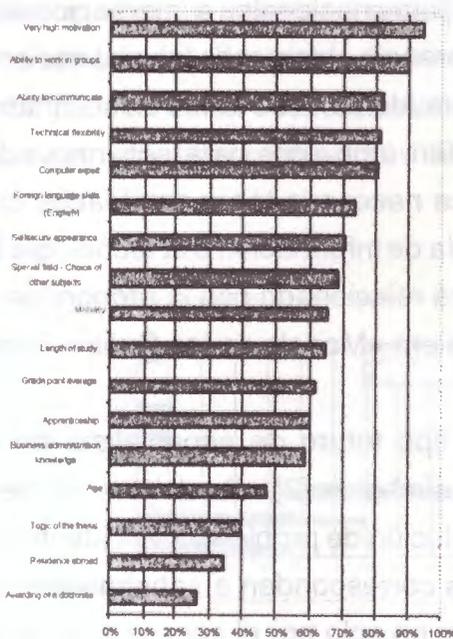


Figura 2. Ordenación de los criterios de empleo

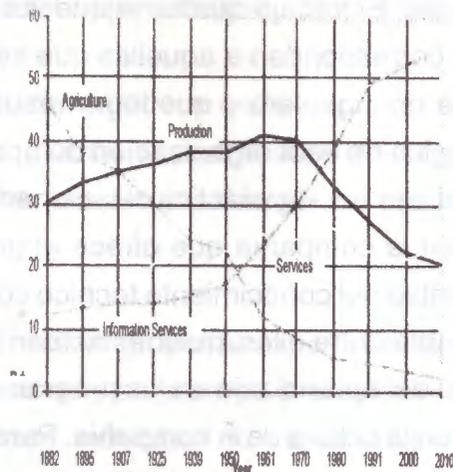


Figura 3. Proporción de personas empleadas de acuerdo al modelo de los «Cuatro Sectores»

Cuando los participantes de un proceso de aprendizaje desarrollan habilidades de transferencia se puede suponer que los contenidos a transferir, como los métodos a generar, durante el programa de capacitación como elementos o características del área de acción, el lugar de trabajo. Mientras más auténticas sean las situaciones de trabajo y aprendizaje, la probabilidad de transferencia es mayor [5]. Como consecuencia de lo anterior, los programas de capacitación tienen que ser desarrollados en el trabajo, tan cerca como sea posible al sitio de trabajo o tener una relación con el trabajo. La eficiencia pedagógica de la relación cercana entre la práctica-orientada y la acción del conocimiento teórico se muestra mediante el ejemplo del sistema dual realizado en la capacitación / aprendizaje de los profesionales alemanes y especialmente por la alta calidad de la capacitación de los trabajadores especialistas.

Además, las circunstancias del aprendizaje práctico están estrechamente relacionadas con el éxito de las metas curriculares de un programa de capacitación. Si la meta es desarrollar un proceso de competencia y un pensamiento sistémico y actuar bajo circunstancias técnicas complejas, los procesos deben ser concretos y bajo aspectos curriculares optimizados en el área de capacitación. Esto encierra, por ejemplo, situaciones en las cuales los empleados encontrarán alterada la organización de su trabajo, tal como ocurre en los centros de costos. Si se requiere un entendimiento holístico como un objeto especial en los programas de capacitación las circunstancias holísticas/complejas de aprendizaje se deben dar.

Como consecuencia de lo anterior, se deben integrar los compradores potenciales de programas de capacitación y las compañías. En esta forma, los proyectos son entregados

y supervisados por las compañías. El trabajo que tiene que ver con la compañía asegura que las condiciones de trabajo corresponden a aquellas que se dan en un departamento de desarrollo o en la oficina de un ingeniero y que logra resultados visibles en la parte práctica. La importancia psicológica de esta organización de aprendizaje es la integración de los participantes y hace énfasis en «la práctica relacionada con las condiciones de trabajo», debido al contacto con la compañía que ofrece el proyecto. Por otra parte, lo anterior asegura que el intercambio del conocimiento técnico con expertos y participantes de la compañía no es despreciable entre ellos, quienes actúan como una «comunidad de práctica» [7]. A la vez, la cultura del aprendizaje en los programas de capacitación que se realizan, tiene una correlación con la cultura de la compañía. Para lograr la acción necesaria de competencia entre los participantes, lo que significa la oportunidad de obtener un empleo, los proyectos deben ser seleccionados cuidadosamente. Los proyectos² deben corresponder a los siguientes criterios:

1. El grado de dificultad y la duración del programa deben ser individualmente adecuados.
2. Los proyectos relevantes se presentarán para que el participante tenga la oportunidad de ser conocido en la compañía.
3. Los proyectos deben ser diseñados en tal forma que el participante pueda desarrollar su competencia técnica, metódica y social para alcanzar la calidad requerida en el mercado laboral europeo.
4. Una amplia área técnica de aplicación requiere de un aprendizaje auto-controlado mediante las herramientas de multimedia.

Estos criterios muestran también que las compañías que ofrecen proyectos tienen cierta responsabilidad. Por otra parte, ellas obtienen una solución del problema como un resultado de la capacitación. Además, las compañías que ofrecen proyectos tienen responsabilidad con el participante y con la institución capacitadora ofreciendo recursos profesionales y técnicos.

² Aquí se presentan algunos tópicos de proyectos: desarrollo de un sistema controlado de transporte en terreno ondulado, para preparar una auditoría de calidad de acuerdo a ISO 9001, optimizando un dispositivo de levante que simula máquinas para procesar carnes, implementado un sistema de transporte en bus usando pantallas de contacto, haciendo mediciones de la exposición en cámaras de formato medio de control μC , el desarrollo de un convertidor de códigos de Intel 8085-assembler a Intel 80486-assembler.

Estructura del programa de capacitación

El programa de capacitación ofrece a cada participante un lugar de aprendizaje, así como un lugar de trabajo, donde él puede desarrollar orientadas por la industria bajo condiciones típicas por un periodo más largo de tiempo. La organización se puede caracterizar así:

1. Al iniciar la capacitación, un grupo de expertos analiza el potencial del participante, con base en sus estudios y su práctica profesional. Posteriormente, el capacitador desarrolla un programa individual de capacitación junto con el participante para mejorar sus habilidades técnicas, metodológicas y sociales.
2. La duración de la capacitación es de un año. El tiempo para desarrollar un proyecto es de seis a doce meses. Si la compañía va a emplear al participante, éste puede dejar la capacitación, dando el aviso respectivo. En caso de que el desempeño del participante sea inadecuado, la capacitación se para inmediatamente.
3. Un grupo de un proyecto lo conforman cuatro participantes, de acuerdo a la tarea. Los miembros del grupo no son exclusivamente ingenieros, también científicos y economistas. Los participantes tienen que organizar una cantidad de cosas, tales como mantener el contacto con la compañía que ofrece el proyecto y con los socios de las compañías participantes.
4. Los participantes, los capacitadores y las personas que tienen que ver con el proyecto en la compañía definen conjuntamente la descripción de la tarea.
5. En la mayoría de los casos, la institución capacitadora suministra las facilidades físicas donde el proyecto se realiza durante 40 horas por semana. Si las facilidades físicas no son adecuadas, los participantes trabajarán con la compañía que ofrece el proyecto.
6. Los socios participantes han instalado un grupo estratégico de acción compuesto por los administradores de las dos instituciones de capacitación y las compañías que ofrecen los proyectos, el cual presenta pautas técnicas y pedagógicas y supervisa su cumplimiento.

7. Un grupo de expertos en diferentes áreas técnicas observa los grupos de los proyectos que se encuentran en las diferentes instituciones de capacitación. Estos expertos/asistentes actúan principalmente como moderadores. Su labor es acompañar el proceso, ayudar a desarrollar la competencia, pero no actúan como instructores. Los expertos manejan el proceso de aprendizaje y abren los canales de información. Además, ellos tienen que tener claras las metas del proyecto, junto con las compañías que lo ofrecen, buscando la composición adecuada de los grupos y las aplicaciones apropiadas de los métodos y recursos.

En la Figura 4 se observa la estructura del programa de capacitación, indicando que el foco como fuente de aprendizaje está en los proyectos de las compañías. Mediante la presentación de artículos sobre los resultados del proyecto, el participante se capacita en métodos de presentación. Es aquí donde el intercambio de ideas tiene lugar dentro de un grupo mayor y donde se discute con los expertos. El participante tiene esta oportunidad dos a tres veces durante la capacitación. Puesto que el participante tiene que presentar resultados, se ve forzado a responder por aspectos críticos de las soluciones logradas. Durante el programa de capacitación, los cursos ofrecidos pueden variar en cuanto a tópicos y duración. De acuerdo al plan individual de capacitación se toma una decisión del contenido del curso, el cual puede ser relevante o no para el participante. Mediante la integración de cursos en el programa de capacitación se evita la concentración en solo un proyecto o en un área específica. Para asegurar el alto nivel técnico de los cursos, solamente se seleccionan aquellas instituciones de capacitación que son líderes en el área relevante.

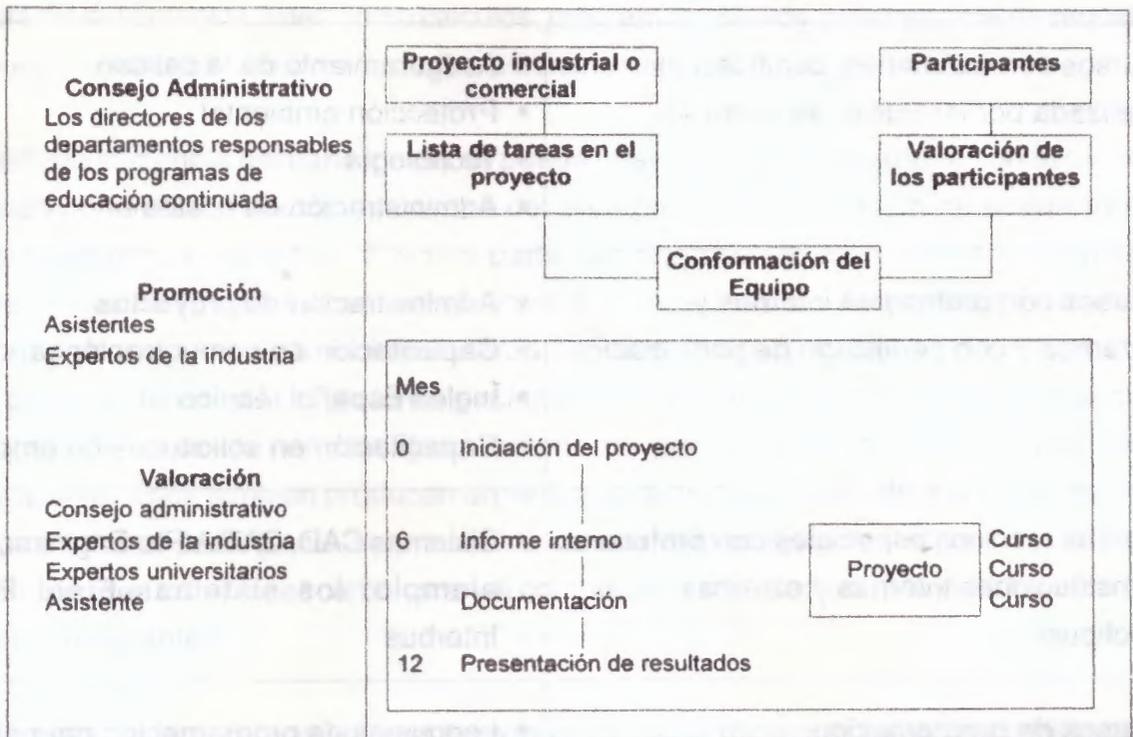


Figura 4. Estructura del programa de capacitación

La duración de todos los cursos técnicos e interdisciplinarios que se ofrecen busca apoyar el trabajo de proyecto, que es de unas 500 horas. El sistema y la realización de estos cursos corresponden a la típica administración de la propia compañía en las grandes empresas (tales como la Volkswagen AG). La Tabla 1 muestra algunas asignaturas.

Un prerequisite para que el proyecto de trabajo sea exitoso es la disponibilidad de aplicar los conocimientos y de adquirir nuevas capacidades y habilidades. Tanto el individuo como el grupo de proyecto están aprendiendo mediante el intercambio del conocimiento de las experiencias. Para profundizar en una competencia metódica, al curso «Administración de Proyectos» están obligados a asistir todos los participantes como un prerequisite que permita asegurar resultados de alto nivel en el proyecto. El dominio de idiomas extranjeros se puede asegurar mediante la permanencia en el exterior

Tabla 1. Medición de los cursos de capacitación

Cursos con exámenes, certificación realizada por instituciones externas	<ul style="list-style-type: none"> • Aseguramiento de la calidad • Protección ambiental • Tecnología • Administración de costos
Cursos con profesores internos y externos y con certificado de participación	<ul style="list-style-type: none"> • Administración de proyectos • Capacitación en comunicaciones • Inglés/Español técnico • Capacitación en solicitudes de empleo
Cursos técnicos especiales con profesores e instituciones internas y externas Profibus/	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas CAD, CATIA/Pro Engineer, por ejemplo, los sistemas Field Bus, Interbus
Cursos de programación	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguajes de programación para alto nivel & automatización • Tareas S7

Evaluación del programa

Cuando se evalúa la efectividad de un programa de capacitación, se requiere obtener factores de éxito y métodos de evaluación para obtener resultados válidos. Si la evaluación de los factores de éxito se realiza, debe estar encajada en las condiciones de trabajo o por lo menos debe existir una relación a establecer [8]. Un cambio positivo de los resultados de prueba después de un curso de capacitación puede servir como un indicador de la calidad de la capacitación. La capacitación relacionada con un proyecto cumple los requisitos para la evaluación mediante la orientación del proyecto y las condiciones adecuadas de trabajo. Suponiendo que se hace una evaluación relacionada con los resultados del proyecto y las condiciones de trabajo, los factores de éxito se evaluarán como resultados en el aprendizaje individual o de grupo correspondientes a los resultados de las evaluaciones del personal en las compañías.

Esta evaluación de la efectividad del programa de capacitación se basa en los resultados concretos del proyecto, tales como cálculos, programas, dibujos y los registros de reuniones se pueden describir como se describe a continuación.

El perfil de eficiencia del participante se puede observar durante su trabajo en el proyecto bajo las condiciones dadas. La calidad del programa de capacitación se puede evaluar considerando dos aspectos. Por una parte, los expertos de la compañía que ofrece el proyecto evalúan la calidad de las habilidades de ingeniería del participante mediante un «informe de trabajo». Esto incluye la tarea y el modo como la tarea ha sido resuelta. Por otra parte, la tarea del proyecto es evaluada por los capacitadores de la institución de capacitación, quienes han trabajado durante un periodo largo de tiempo junto con el participante. Ellos también producen un «informe de trabajo». Debido a la tarea orientada del proyecto, el participante se encuentra en una «situación competitiva», en tal forma que se pueden establecer cambios en el comportamiento afectivo (habilidades sencillas) de los participantes.

Finalmente, el factor decisivo para la evaluación de la eficiencia es la proporción de los participantes empleados. En esta forma, la calidad del programa de capacitación llega a ser transparente, tanto para el participante como para los potenciales participantes y los clientes del programa.

El continuo diálogo con el cliente del programa de capacitación produce una retroalimentación directa sobre los efectos de la capacitación, en tal forma que el programa de aprendizaje pueda ser no solamente mejorado sino optimizado. La evaluación del éxito se puede entender como una evaluación del proceso, así como un programa de capacitación cuya meta está relacionada con el mejoramiento de los procesos en las compañías. Por lo tanto, la evaluación realizada al programa de capacitación es una evaluación permanente.

La efectividad y el éxito de este método de capacitación son probados mediante su aplicación no solo en Alemania, sino también en Grecia, donde se utiliza el mismo enfoque pedagógico.

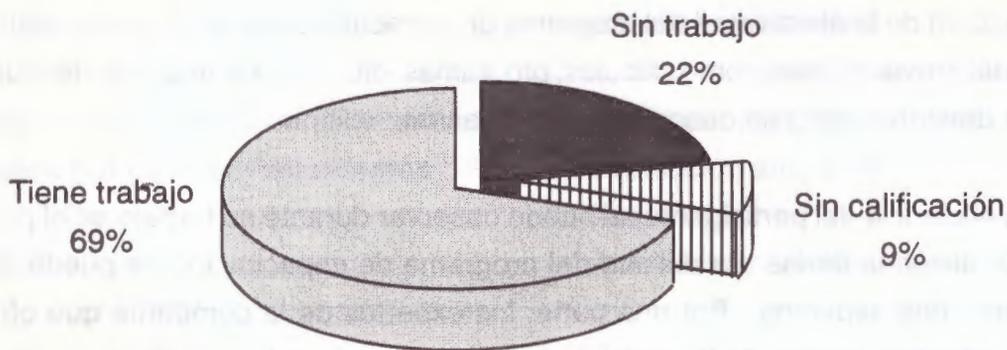


Figura 5. Proporción de los participantes empleados en el programa de capacitación³

Consecuencias de los estudios básicos y los programas de capacitación

En Alemania, los programas de capacitación se basan en las diferentes etapas de los estudios básicos. En un análisis de los recursos básicos, Porter sostiene que los empleados alemanes son «no solamente mejor entrenados en áreas especiales en comparación con los de otros países, sino que también tienen un bien fundado conocimiento teórico. En esta forma, se dan las precondiciones para los programas de capacitación de alta calidad, para poder desarrollar y producir buenos productos profesionales de calidad creciente» [9].

Por lo mismo, las universidades ofrecen cursos cortos de capacitación donde se presentan los últimos resultados de la investigación para darle oportunidad a los participantes que tienen empleo de encontrar soluciones en su trabajo práctico. A diferencia de lo anterior, no se ofrecen nuevos curso de educación continuada con propósitos de capacitación, aun cuando ellos se necesitan urgentemente como orientación para un nuevo empleo. La práctica demuestra que para un trabajo, alguien fue originalmente capacitado para ello y frecuentemente no corresponde al trabajo real que él está realizando. Las universidades tienen también la tarea social de conservar los recursos humanos para la sociedad y enfrentar las altas tasas de desempleo (ver Figura 1).

Los cursos de educación continuada se organizan como cursos de un día o de una tarde y podrían corresponder a la estructura del programa de capacitación con orientación hacia el proyecto, tal como se presenta en este artículo, una característica típica es la relación

3 Incluye estadísticas / número de participantes, etc.

cercana con la industria. Con participantes altamente calificados, se podría crear una nueva cultura del aprendizaje y las áreas especializadas de las universidades se podrían beneficiar del conocimiento potencial.

Se ha logrado una experiencia positiva con el curso de educación continuada «desarrollo de personal en las compañías», que es un curso curricular en la Universidad Técnica de Braunschweig y está organizado y sustentado por la Volkswagen AG y la misma universidad [10]. Puesto que casi un 50% de los conferencistas provienen de las compañías regionales, se establece no solo una relación cercana entre la teoría y la práctica y a la vez se asegura una cooperación a largo plazo entre socios de la industria y las entidades investigadoras. Quizás las universidades no han reconocido que los cursos de educación continuada son a la vez un área de competencia y experimentación. Por lo mismo, las condiciones innovadoras y creativas del aprendizaje están abiertas para contribuir a un mejor entendimiento de los problemas de la universidad y la industria.

El cambio del paradigma «trabajo y estudio» en los programas de capacitación profesional ha encontrado nuevas áreas de aplicación como se muestra en las tesis e informes, que se han realizado durante los estudios básicos en las universidades:

1. El establecimiento de cursos de estudio compartidos entre las facultades técnicas y las compañías en el campo de la ingeniería mecánica con concentración en la fabricación y la tecnología automotriz (industria automotriz). En una compañía que tiene vínculos con la Universidad de Witten Herdecke, los estudiantes de economía, quienes han aprobado sus exámenes de mitad de periodo, trabajan conjuntamente con sus profesores en las solicitudes de la industria.
2. En Dortmund, una reunión de capacitación para directivos sobre los requerimientos del mercado europeo es realizado por Goeudevert⁴. La capacitación incluye un conocimiento teórico que posteriormente es puesto en práctica en las compañías vinculadas con la institución capacitadora (ver también a John m. Olin de la Facultad de Negocios de Washington University, St. Louis).

En esta forma, los centros de eficiencia son creados como unidades entre- empresariales que sirven como centros entre-empresariales y de conocimiento. Esto es a la vez, la base para la fundación de nuevas compañías.

Los resultados del aprendizaje positivo en los programas de capacitación han mostrado que después de una fase inicial de estudio, en la cual se deben enseñar los conocimientos básicos, se debe crear un espacio suficiente para los proyectos relacionados con la industria, donde estudiantes de diferentes disciplinas pueden participar. Solo en los proyectos de cooperación interactiva, en los cuales estudiantes de áreas no técnicas (sociología y pedagogía) pueden participar, hay una experiencia práctica y un mutuo entendimiento.

Para poner en práctica las estrategias y estructuras presentadas, las universidades tienen que crear condiciones relevantes, tales como la estructura necesaria de los cursos y las reglas de los exámenes [11]. Sin embargo, los ajustes que tienen que ver con todo el sistema educativo son necesarios para capacitar ingenieros así como graduados de otras áreas, quienes cumplen con los requerimientos de la competencia global.

Referencias

- 1) Baethge, Martin, „Kompetenzentwicklung als Produktivitäts- und Innovationspotential: zur Verschiebung zwischen interner und externer Qualifizierung». Vortragsmanuskript, 2. Zukunftsforum: Kompetenzentwicklung des BMFT, Berlin 1997.
- 2) Reich, R., „Die neue Weltwirtschaft: Das Ende der nationalen Ökonomie», Frankfurt/Berlin 1993.
- 3) Bunk, G. P., Kaiser, M., Zedler, R., „Schlüsselqualifikationen - Intention, Modifikation und Realisation in der beruflichen Aus- und Weiterbildung», Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (1991), Heft 2, pp. 365- 374.
- 4) Carnevale, Anthony P., Garnier, Leila J., Meltzer, Ann S., «Workplace Basics. The Essential Skills Employers Want», San Francisco 1990.
- 5) Mandl, H.; Prenzel, M.; Gräsel, C.: Das Problem des Lerntransfers in der betrieblichen Weiterbildung . Unterrichtswissenschaft. Jahrgang 1992. Heft 20. S. 126-143.
- 6) Meyer-Dohm, Peter, „Menschliche Arbeit und neue Produktionstechnologie gewandeltes Verhältnis und seine Konsequenzen» , In: P. Meyer-Dohm, H. Schütze (Hrsg.), „Technischer Wandel und Qualifizierung: Die neue Synthese», Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag 1987. (Schriftenreihe zur Humanisierung des Arbeitslebens. 90). S. 11 - 15.
- 7) Collins; A., Brown, J.S., & Newman, S.E., „Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics», In L.B. Resnick (Eds.), „Knowing, learning and instruction», Hildsdale, 1989, pp. 453-494.
- 8) Bergmann, G., „Evaluation und Transfer - Unterstützung des Verhaltensorientierten Management-Training in betrieblichen Organisationsfamilien», In: Höfling, S.; Butollo, W. Hrsg.), „Psychologie für Menschenwürde und Lebensqualität», Bd. 2, Bonn 1991, S. 290-303.
- 9) Porter, M., „ Nationale Wettbewerbsvorteile», Wien 1993.
- 10) Theuerkauf, W. E., „Kooperative Weiterbildung zwischen Universität und Wirtschaft - Vorstellung von zwei Modellansätzen». In Konferenz „Hochschulwesen und Wirtschaft». Weiterentwicklung der ungarisch deutschen Zusammenarbeit. Győr, 1995 November K(
- 11) Smith Neto, Perrin, «The Challenges of Brazilian and Profile of Technical Engineers for the Year 2000», In: Melezinek, A; Kiss, Ivan (Edit.), „Education by Communication» Alsbach/Berg-strasse: Leuchtturmverlag, S.365 1996

El Currículo Integrado del Primer Año Académico en Texas A&M University

César O. Malavé
*Department of Industrial Engineering
Dwight Look College of Engineering
Texas A&M University
College Station, Texas 77843*

Karan L. Watson
*Associate Dean for Academic Programs
Dwight Look College of Engineering
Texas A&M University
College Station, Texas 77843*

Compendio

En este artículo presentaremos los detalles de implementación relativos al currículo integrado para estudiantes de primer nivel en Texas A&M University. En especial, motivaremos la necesidad de reforzar la integración entre física, cálculo, solución de problemas de ingeniería, diseño gráfico en ingeniería e Inglés. En principio presentaremos un breve resumen de las fases de diseño e implementación realizadas por el Programa Piloto de Foundation Coalition. Ofreceremos una descripción de las fases de institucionalización y crecimiento que han conducido al currículo integrado vigente para estudiantes de primer año en la Facultad de Ingeniería. A la vez, motivaremos la necesidad de un aprendizaje activo, la formación de equipos de trabajo y la educación con base en la tecnología como parte de un currículo integrado. Creemos que estos tres modelos pedagógicos mejoraron la efectividad de nuestro currículo integrado permitiendo ambientes que conllevan a la integración. Presentaremos los resultados de la valoración y evaluación, que fueron recogidos durante las fases de ensayo por la Foundation Coalition.

La Foundation Coalition

La Foundation Coalition for Engineering Education representa un esfuerzo nacional de colaboración que involucra varias instituciones que se enfocan sobre la creación de una **fundación** perdurable para el desarrollo estudiantil y el aprendizaje de por vida. La *Foundation Coalition* tiene cuatro metas en la transformación educacional:

- Integrar los materiales de los cursos en las diferentes disciplinas para motivar la solución de los problemas de ingeniería y de diseño;
- Desarrollar la habilidad del estudiante para trabajar como miembro productivo del equipo «técnico»; y que el aprendizaje sea una experiencia activa/colaboradora;
- Usar la tecnología en el salón de clase para dotar a los estudiantes con herramientas mejoradas de diseño y solución de problemas.

La visión de la NSF Foundation Coalition es el patrocinio de la educación en ingeniería que produzca egresados que tengan:

- Apreciación creciente y motivación del aprendizaje de por vida,
- Habilidad creciente para participar en los equipos efectivos,
- Habilidades de comunicación efectiva oral, escrita, gráfica y visual,
- Habilidad mejorada para aplicar adecuadamente los fundamentos de las matemáticas y de las ciencias,
- Capacidad creciente para integrar el conocimiento de las diferentes disciplinas, definir problemas, desarrollar y evaluar soluciones alternativas y apropiadas,
- Flexibilidad creciente y competencia en el uso efectivo de tecnologías modernas y análisis, diseño y comunicación.

El programa Foundation Coalition en Texas A&M University ha desarrollado programas integrados para estudiantes de los dos primeros años y ha facilitado mejoramientos

significativos en muchos cursos superiores y en los programas que los unen [6]. Este artículo presenta nuestro desarrollo en el currículo integrado de los estudiantes del primer año.

Evolución del Currículo Integrado en el Primer Año de Estudios

La Facultad de Ingeniería tiene un currículo común para todos los programas de ingeniería del primer año. Al comienzo de la Foundation Coalition algunos departamentos no estaban satisfechos con este currículo. Esta preocupación se había incrementado por la disminución del apoyo financiero a ENGR 109 (un curso de solución de problemas y programación), debido al nivel que tenía y a la percepción del contenido real de los cursos, tanto de ingeniería como los que no tienen nada que ver con ingeniería. El currículo requerido en la iniciación del primer año se muestra en la Figura 1. Algunas de las preocupaciones que tuvieron que ver con el currículo fueron: ENGL 104 (retórica y composición) no ofrecía una aula de suficiente capacidad para todos los estudiantes que ingresaban al primer año; la mayoría de los estudiantes de ingeniería tenían que tomar CHEM 101 (química para primer semestre, que no era requisito para el segundo semestre) antes que CHEM 102; algunos profesores de la Facultad de Ingeniería no tenían seguridad del valor de ENGR 109; varios programas de ingeniería estaban solicitando ENDG 105 (un curso de diseño gráfico); solo del 50 al 60% de los estudiantes tomaban MATH 151 (cálculo para el primer semestre de ingeniería, mientras que 35 a 40% tomaban un curso inferior; además había preocupación sobre la falta de información de PHYS 218 (mecánica).

Currículo de la Foundation Coalition (FC)

El primer año del currículo FC se ofreció por segunda vez en el año académico 1995-1996. El currículo cambió, ya que se hizo ofrecimiento de dos semestres de física en el primer año (electricidad y el magnetismo pasaron al primer año) y un nuevo curso de química se incluyó en el currículo. Otros cambios en el currículo del primer año incluyeron: la reducción de PHYS 218 y PHYS 208 de dos cursos de cuatro horas a dos cursos de tres horas; la habilidad de los estudiantes que ingresan al primer año para manejar la carga de ciencias, matemáticas e ingeniería; las oportunidades para los estudiantes que no se matriculan en MATH 151 y, en consecuencia no eran elegibles para el currículo; y los profesores de Ingeniería Química no estaban satisfechos con el curso de química.

Dwight Look College of Engineering Primer Año*					
Primer Semestre	(T-P)	Cr	Segundo Semestre	(T-P)	Cr
ENGL 104 Comp. & Retórica	(3-0)	3	CHEM 102 Fundamentos Química II	(3-0)	3
ENGR 109 Solución de problemas de ingeniería y computación	(2-3)	3	CHEM 112 Laboratorio Química II	(0-3)	1
MATH 151 Matemáticas para Ingeniería I ¹	(3-2)	4	ENDG 105 Gráficas en Ingeniería	(0-6)	2
Electivas dirigidas ²		6	MATH 152 Matemáticas II para Ingeniería	(3-2)	4
Ciencias militares, navales o aeronáuticas ³ o KINE 199	(0-2)	1	PHYS 218 Mecánica	(3-3)	4
			Electiva dirigida ²		3
			Ciencias militares, aeronáuticas o navales ³ o KINE 199	(0-2)	1
		<u>17</u>			<u>18</u>

• Una calificación "C" o superior se requiere para aprobar los cursos del Cuerpo Común del Conocimiento (CBK) que son: MATH 151, 152; PHYS 218; CHEM 102, 112; ENGL 104; ENGR 109 y ENDG 105 y cualquiera de los cursos diseñados por los departamentos individuales de ingeniería. Los prerrequisitos para los curso CBK no están incluidos en los cálculos. Favor ver las descripciones de las áreas mayores y de los requerimientos escritos en las oficinas del departamento.

1. A los estudiantes que ingresan se les aplicará un examen de matemáticas. Los resultados del examen serán utilizados para seleccionar los cursos iniciales apropiados que pueden ser de un nivel inferior o superior
2. Los requisitos totales en esta área dependen de la orientación individual. Favor ver el currículo elegido para los requerimientos del curso
3. Las leyes estatales permiten la substitución de tres horas de historia y tres horas de ciencias políticas para un estudiante en el programa de la unidad ROTC de último año

Figura 1. Currículo del Primer Año de Pregrado de la Facultad de Ingeniería de Texas A&M University según el catálogo 1995-1996

A pesar de todo, a todos los estudiantes de ingeniería se les permite la opción de tomar el currículo del primer año; sin embargo, si los estudiantes no completan el año entero hay algunas dificultades para ubicarlos en cursos apropiados y pierden por lo menos algunas horas.

El nuevo curso de química para ingeniería fue adoptado como el requerido en el primer año del currículo; sin embargo, Ingeniería Química no estaba satisfecha con éste. A ellos se les permitió dejar un pie de página en el catálogo, mencionando que ellos requerían un curso de química superior en el primer año.

**Foundation Coalition
Primer Año***

Primer Semestre	(T-P)	Cr	Segundo Semestre	(T-P)	Cr
ENGL 489 Comp. & Retórica I	(2-0)	2	CHEM 489 Química para Ingenieros	(3-3)	4
ENGR 489 Fundamentos de ingeniería I	(1-5)	3	ENGR 489 Fundamentos de Ingeniería II	(1-4)	2
MATH 151 Matemáticas I para Ingeniería ¹	(3-2)	4	MATH 152 Matemáticas II para Ingeniería	(3-2)	4
PHYS 489 Mecánica	(2-2)	3	PHYS 489 Electricidad y Optica	(2-2)	3
Electivas dirigidas ²		3	ENGL 489 Composición & Escritura Técnica	(2-0)	2
Ciencias militares, navales o aeronáuticas ³ o KINE 199	(0-2)	1	Ciencias militares, aeronáuticas o navales ³ o KINE 199	(0-2)	1
		16			16

- Una calificación «C» o superior se requiere para aprobar los cursos del Cuerpo Común del Conocimiento (CBK) que son: MATH 489s; PHYS 489s; CHEM 489; ENGL 489; ENGR 489s, y cualquiera de los cursos diseñados por los departamentos individuales de ingeniería. Los prerrequisitos para los curso CBK no están incluidos en los cálculos. Favor ver las descripciones de las áreas mayores y de los requerimientos escritos en las oficinas del departamento.
- 1. A los estudiantes que ingresan se les aplicará un examen de matemáticas. Los resultados del examen serán utilizados para seleccionar los cursos iniciales apropiados que pueden ser de un nivel inferior o superior
- 2. Los requisitos totales en esta área dependen de la orientación individual. Favor ver el currículo elegido para los requerimientos del curso
- 3. Las leyes estatales permiten la substitución de tres horas de historia y tres horas de ciencias políticas para un estudiante en el programa de la unidad ROTC de último año

Figura 2. Currículo del Primer Año de Pregrado de la Facultad de Ingeniería de Texas A&M University según el catálogo 1995-1996

Número y Admisión de Estudiantes

La Facultad de Ingeniería tuvo 1,987 estudiantes que tomaron los cursos del primer año, de los cuales 1,408 eran estudiantes que ingresaban por primera vez y 338 eran transferidos de otras instituciones. Los estudiantes restantes pertenecían al grupo que cursa Estudios Generales y quienes pueden llegar a ser estudiantes de ingeniería, o estudiantes que repiten cursos. El número de estudiantes por curso se muestra en la Tabla 1.

La FC registró 200 estudiantes para ingresar dentro del currículo FC y realmente admitió 198 estudiantes. Estos estudiantes se dividieron en dos grupos. Los estudiantes que ingresaron a primer año asisten a una de las conferencias de verano para registrarse en los cursos de otoño. En estas conferencias, la Facultad de Ingeniería les dedica tiempo

para orientar a todos los estudiantes en el currículo FC. Además, los programas WEST (Women in Engineering Science and Technology) y MEP (Multi-ethnic Engineering Program) ofrecieron charlas de orientación para entrar al currículo FC. Después de cada conferencia, la admisión en el currículo FC fue valorada para monitorear la distribución de estudiantes por departamento, grupos minoritarios y género. Se hicieron esfuerzos al final del verano para incrementar la admisión de mujeres y estudiantes minoritarios. Todos los departamentos académicos permitieron a los estudiantes que ingresaron por primera vez la opción de tomar el currículo FC.

Tabla 1. Número de estudiantes del primer año de ingeniería. Año académico 1995-1996*

	ENGR 109	ENDG 105	Pre-Cálculo 150	Cálculo I 151	Cálculo II 152	Química 102	Física 218
OTOÑO	1025	1017	758	1360	789	118	824
PRIMAVERA	685	789	143	813	1082	686	660

* Esta tabla no refleja la información de los 198 estudiantes inscritos en cursos FC

Los profesores que participan en el currículo FC fueron cuatro (uno de ingeniería aeroespacial, uno de ingeniería civil y dos de diseño gráfico); además, dos de matemáticas, dos de física, uno de química y cuatro de inglés. De estos trece, cinco habían participado en el primer currículo FC del año anterior. Cada uno de los nuevos miembros fueron identificados por estar involucrados en el FC y se les consultó el interés por participar en los cursos FC. Los profesores se dirigieron a las direcciones de departamento para obtener la aprobación de su participación en el FC. Mientras que ninguno de estos profesores tuvo dificultad en obtener la aprobación para la enseñanza de estos cursos, hubo una aproximación de casi todos los departamentos con la oficina del Decano de la Facultad de Ingeniería para discutir los planes de la FC. Estos departamentos no deseaban que el programa continuara creciendo hasta cuando se hiciera una discusión sobre la efectividad y los costos.

Se renovó un salón de clase como medio para facilitar las reuniones de los grupos y las discusiones tecnológicas. Este era un salón de clase con mesas largas y curvas. Los grupos de cuatro estudiantes incluían estudiantes de dos equipos adyacentes. El salón

tenía facilidades para conectar un computador portátil para cada estudiante, sin embargo, solo se entregó un computador portátil para cada dos estudiantes. El salón tenía facilidades de proyección por computador, modificaciones en su iluminación y un tablero blanco para facilitar la pedagogía FC. El salón se utilizó de las 8 a.m. a las 5 p.m., de lunes a viernes, con interrupciones menores por los cursos FC del primer año, y en las noches estaba abierto para reuniones de grupo y actividades FC de estudiantes independientes.

Uno de los aspectos más importantes que tiene que ver con la implementación efectiva del nuevo currículo es el manejo de los detalles administrativos [4,5,7]. Algunos de los detalles administrativos más importantes que tuvieron que ver con las fases iniciales de la implementación del FC fueron:

- La obtención de la aprobación de la enseñanza de los cursos FC; la Oficina del Decano de la Facultad de Ingeniería recibió información de casi todos los departamentos que a través de sus profesores discutieron los planes de la FC (todos los departamentos fueron visitados por los decanos asociados o asistentes y los líderes del FC para discutir las inquietudes. Además, los líderes del FC asistieron a reuniones con profesores en los programas de ingeniería aeroespacial, agrícola, química, civil, de computación, eléctrica, industrial y mecánica).
- Los departamentos de ingeniería, ciencias matemáticas e inglés no querían que el programa continuara creciendo hasta que se realizara una discusión sobre la efectividad y los costos (se les entregó información sobre los resultados obtenidos con estudiantes y algunos datos sobre costos).
- Los costos de los elementos suministrados y de las demandas de tiempo en apoyo técnico para los computadores FC fueron subestimados.
- El mantenimiento de los computadores portátiles fue significativamente más difícil que el de otros tipos de computadores.
- Los consejeros de los estudiantes de pregrado no se sintieron cómodos aconsejando a sus estudiantes si ellos tenían que dejar el FC después de un semestre y consideraban que dos horas era un tiempo muy corto para física (los líderes del FC mantuvieron informados a los consejeros sobre los estudiantes que estaban saliendo

de este programa y para completar el curso existente de física se le permitió a los estudiantes tomar las otras dos horas).

- La admisión en bloque de los estudiantes en los cursos FC demandó mucho tiempo para las directivas (se discutieron algunas alternativas con la Oficina de Registro; sin embargo, no se encontró una alternativa aceptable).
- Ingeniería Química no estaba satisfecha con el nuevo curso de química para ingenieros (los líderes del FC y los profesores asistieron a una reunión con Ingeniería Química con el fin de discutir el contenido del curso de Química y las deficiencias percibidas).

Desarrollo del Programa de Pre-Cálculo

La Facultad de Ingeniería adoptó el curso de Química para el Programa desarrollado FC y el Departamento de Matemáticas modificó el contenido de los cursos FC de matemáticas para que tuvieran el contenido de todos los cursos MATH 151 y 152. Las adaptaciones en los cursos de matemáticas cambiaron el orden del material y en algunos casos se trasladaron algunos capítulos de un curso a otro. El currículo FC fue idéntico para todos los programas como se muestra en la Figura 2, exceptuando el curso CHEM 489 que es recibido como un curso permanente de CHEM 107. La FC trabajó para desarrollar un currículo para aquellos estudiantes que no podían cursar aún Cálculo. Este currículo aparece en la Figura 4.

Ingresaron 2,042 estudiantes a los cursos del currículo de ingeniería en el primer año. De estos 1,464 eran estudiantes que ingresaban por primera vez y 314 eran estudiantes de transferencia. Los estudiantes restantes eran estudiantes de Estudios Generales que esperaban ingresar a la universidad en un futuro, o estudiantes que estaban repitiendo asignaturas. La Tabla 2 muestra el número de estudiantes que ingresaron a los cursos de ingeniería en el primer año.

Los estudiantes interesados en ingresar al currículo FC fueron 200 en el programa de Cálculo y finalmente se ingresaron 196. A la vez, 150 estuvieron interesados en asistir al programa de Pre-Cálculo e ingresaron 55. Estos estudiantes recibieron una inducción por parte de la Oficina del Decano durante el pre-registro de verano y también por parte de los consejeros de pregrado del departamento.

**Dwight Look College of Engineering
Primer Año***

Primer Semestre	(T-P)	Cr	Segundo Semestre	(T-P)	Cr
ENGL 104 Comp. & Retórica	(3-0)	3	CHEM 107 Química para Ingeniería ¹	(3-3)	4
ENGR 109 Solución de problemas de ingeniería y computación	(2-3)	3	ENDG 105 Gráficas en Ingeniería	(0-6)	2
MATH 151 Matemáticas I para Ingeniería ²	(3-2)	4	MATH 152 Matemáticas II para Ingeniería	(3-2)	4
Electivas dirigidas ³		6	PHYS 218 Mecánica	(3-3)	4
Ciencias militares, navales o aeronáuticas ⁴ o KINE 199	(0-2)	1	Electiva dirigida ²		3
		17	Ciencias militares, aeronáuticas o navales ⁴ o KINE 199	(0-2)	1
					18

- Una calificación «C» o superior se requiere para aprobar los cursos del Cuerpo Común del Conocimiento (CBK) que son: MATH 151, 152; PHYS 102, 112; CHEM 102, 112; ENGL 104; ENGR 109 y ENDG 105 y cualquiera de los cursos diseñados por los departamentos individuales de ingeniería. Los prerrequisitos para los curso CBK no están incluidos en los cálculos. Favor ver las descripciones de las áreas mayores y de los requerimientos escritos en las oficinas del departamento.
- 1. CHEN requiere 98 horas de química para el primer año, que no pueden ser satisfechas con CHEM 101/111 o CHEM 107 y CHEM 102/112. Un cálculo de la nota CBK incluirá estas 8 horas
- 2. A los estudiantes que ingresan se les aplicará un examen de matemáticas. Los resultados del examen serán utilizados para seleccionar los cursos iniciales apropiados que pueden ser de un nivel inferior o superior
- 3. Los requisitos totales en esta área dependen de la orientación individual. Favor ver el currículo elegido para los requerimientos del curso
- 4. Las leyes estatales permiten la sustitución de tres horas de historia y tres horas de ciencias políticas para un estudiante en el programa de la unidad ROTC de último año

Figura 3. Currículo del Primer Año de Pregrado de la Facultad de Ingeniería de Texas A&M University según el catálogo 1996-1997

Tabla 2. Número de estudiantes del primer año de ingeniería. Año académico 1996-1997*

	ENGR 109	ENDG 105	Pre-Cálculo 150	Cálculo I 151	Cálculo II 152	Química 102	Física 218
OTOÑO	1093	879	694	1408	671	196	771
PRIMAVERA	598	343	122	823	1070	768	678

• Esta tabla no refleja la información de los 196 estudiantes inscritos en cursos

Foundation Coalition
Primer Año con Pre-Cálculo*

Primer Semestre	(T-P)	Cr	Segundo Semestre	(T-P)	Cr
ENGR 189 ¹ Orientación en ingeniería para primer año	(1-0)	1	ENGL 104 ¹ Comp. & Retórica	(3-0)	3
MATH 150 Pre-Cálculo	(3-2)	4	CHEM 107 ¹ Química para Ingenieros	(3-3)	4
Electivas dirigidas ²		9	ENGR 4891 Fundamentos de Ingeniería I		
Ciencias militares, aeronáuticas o navales ³ o KINE 199	(0-2)	1	MATH 152 ¹ Matemáticas I para Ingeniería	(1-5)	3
		15	Ciencias militares, aeronáuticas o navales ³ o KINE 199	(3-2)	4
				(0-2)	1
					15
Tercer Semestre	(T-P)	Cr			
ENGR 489 ¹ Fund. de Ingeniería II	(1-5)	3			
PHYS 218 ¹ Mecánica	(3-3)	4			
MATH 152 ¹ Mat. II para Ingeniería	(3-2)	4			
Electivas dirigidas ²		3			
Ciencias militares, aeronáuticas o navales ³ o KINE 199	(0-2)	1			
		15			

- Una calificación «C» o superior se requiere para aprobar los cursos del Cuerpo Común del Conocimiento (CBK) que son: MATH 489s; PHYS 489s; CHEM 489; ENGL 489; ENGR 489s, y cualquiera de los cursos diseñados por los departamentos individuales de ingeniería. Los prerrequisitos para los curso CBK no están incluidos en los cálculos. Favor ver las descripciones de las áreas mayores y de los requerimientos escritos en las oficinas del departamento.
- 1. Hay secciones especiales para estudiantes FC de Pre-Cálculo
- 2. Los requisitos totales en esta área dependen de la orientación individual. Favor ver el currículo elegido para los requerimientos del curso
- 3. Las leyes estatales permiten la substitución de tres horas de historia y tres horas de ciencias políticas para un estudiante en el programa de la unidad ROTC de último año

Figura 4. Currículo del Primer Año de Pregrado con Pre-Cálculo de la Facultad de Ingeniería de Texas A&M University según el catálogo 1996-1997

Los análisis muestran que la admisión de las minorías y las mujeres bajó significativamente y solo tres factores:

- 1) Los programas MEP y WEST no promovieron activamente el currículo FC durante las conferencias de verano, o
- 2) La retroalimentación de estudiantes de años anteriores, o

3) Los consejeros de pregrado promovieron el programa tradicional.

Además de que se analizó la falta de estudiantes que se inscribieron el programa de Pre-Cálculo y la carencia de un número adecuado de cursos, en cuanto a nombres, en el currículo de ingeniería del primer semestre parecía ser éstos la principal causa de disuasión.

Se vincularon más profesores para dar solución al programa de Pre-Cálculo. Se contrató uno para Ingeniería Química y otro para la Facultad de Diseño. La capacidad del salón de clase FC (tiene 108 asientos) se utilizó totalmente para el programa de Cálculo. Se obtuvo la aprobación y la financiación para modificar 2 nuevos salones de clase, donde podían concurrir a clase 104 estudiantes. Los estudiantes de Pre-Cálculo utilizaron varios salones de clase en los que se dictaban los cursos ENGR 109 y ENDG 105. Estos salones tienen tecnología de computación, pero no son adecuados para actividades de grupos. Por lo mismo, el trabajo en equipo y el aprendizaje compartido fueron llevados a cabo en el salón de clase «tradicional».

Las inquietudes administrativas que tuvieron que ver con esta fase del programa fueron:

- Las facilidades para trabajo en equipo e instrucción tecnológica fueron escasas, y aun cuando se incluyeron los dos nuevos salones grandes no pudimos manejar las cargas del primer y segundo años
- La vinculación de profesores y la capacitación si se adopta el programa es vital
- Se ha requerido llegar a un currículo (La Facultad formó un equipo curricular para el primer año con representantes de todos los departamentos de ingeniería, matemáticas, física y química).

Evolución del Programa de Pre-Cálculo

Para la Facultad de Ingeniería no hubo cambios en la descripción del catálogo sobre el currículo requerido para el primer año. El currículo FC de Cálculo no tuvo ningún cambio, con excepción a lo referente a un nuevo laboratorio desarrollado para integrar física, química e ingeniería. El Currículo Efectivo cambiado de pre-cálculo se muestra en la Figura 5.

La meta era tener 200 estudiantes inscritos en el currículo efectivo de cálculo y 150 en el currículo efectivo de pre-cálculo. El programa se inició con 156 estudiante en el currículo efectivo de cálculo y 85 estudiantes en el programa de pre-cálculo. Al iniciar el año académico se tomó la decisión por parte del departamento académico de adoptar el currículo integrado para el primer año, luego de que el Consejo de Facultad hizo la recomendación en la Primavera de 1997. Esto creó algunos problemas en lo que tiene que ver con la vinculación de estudiantes para los programas pilotos FC puesto que la mayoría de miembros del departamento académico deseaba esperar y ver el currículo integrado definitivo que sería implementado para todos los estudiantes de ingeniería del primer año.

Actualmente el programa efectivo de cálculo está en su semestre final y el programa de pre-cálculo en su segundo semestre mientras que se están desarrollando planes para su implementación total en el otoño de 1998.

Distribución de los Cursos

Todos los cursos en el currículo integrado del primer año fueron distribuidos usando una enseñanza activa/colaboradora. Todos los profesores asistieron a varias sesiones de capacitación ofrecidas por expertos locales y nacionales en el área. Todos los estudiantes participantes en el programa asistieron a una sesión de capacitación en equipo ofrecida por un grupo de la Facultad. El programa FC local está ofreciendo a la vez capacitación a profesores en uso efectivo de la tecnología, formación de grupos, valoración y evaluación.

Planes Institucionales

En el otoño de 1998, la Facultad de Ingeniería de Texas A&M University ofrecerá programas de Coalition Foundation a todos los estudiantes de primer año que ingresan. La mayoría de estudiantes que ingresan son ubicados en cohortes similares a aquellas dirigidas por Foundation Coalition. Estas cohortes varían en el número y tipo de cursos integrados, pero tienen los elementos de la enseñanza activa/colaboradora, el trabajo en equipo, el uso efectivo de la tecnología y el mejoramiento a través de la valoración y la evaluación.

Nuevos Planes para Coalition Foundation

Los planes para el programa integrado de primer año en Texas A&M University en los próximos 5 años estarán enfocados hacia los siguientes cinco objetivos:

- **Las Comunidades que se preocupan por el Aprendizaje - Formación de las comunidades interesadas en aprender sobre la interacción de la industria y las actividades co-curriculares dentro de la cohorte.**
- **Currículo Responsable - El desarrollo de mecanismos formales para responder a las necesidades y requerimientos de la industria, los profesores, los estudiantes y los otros administradores de recursos.**
- **Valoración y Evaluación - El mejoramiento continuo del currículo utilizando nuevas metodologías de valoración y evaluación y el desarrollo de los procedimientos propios de los profesores para valorar y evaluar.**
- **Participación - La diseminación de los procesos y los resultados con otras instituciones académicas y el desarrollo de los miembros afiliados de la Foundation Coalition, tanto nacionales como internacionales.**
- **Institucionalización y Manejo del Cambio - El desarrollo de modelos para el manejo efectivo de los cambios curriculares que responden a las culturas académicas.**

Foundation Coalition
Primer Año con Pre-Cálculo*

Primer Semestre	(T-P)	Cr	Segundo Semestre	(T-P)	Cr
ENGR 189 ¹ Orientación en ingeniería para primer año	(1-0)	1	PHYS 489 Mecánica	(3-3)	4
MATH 150 Pre-Cálculo	(3-2)	4	ENGR 489 ¹ Fundamentos de Ingeniería I	(1-5)	3
ENGL 104 ¹ Comp. & Retórica	(3-0)	3	MATH 151 ¹ Matemáticas I para Ingeniería	(3-2)	4
CHEM 107 ¹ Química para Ingenieros	(3-3)	4	Electivas dirigidas ²		3
Electivas dirigidas ²		3	Ciencias militares, aeronáuticas o navales ³ o KINE 199	(0-2)	1
Ciencias militares, aeronáuticas o navales ³ o KINE 199	(0-2)	1			<u>15</u>
		<u>16</u>			
Tercer Semestre	(T-P)	Cr			
ENGR 489 ¹ Fund. de Ingeniería II	(1-5)	3			
MATH 152 ¹ Mat. II para Ingeniería	(3-2)	4			
Electivas dirigidas ²		6			
Ciencias militares, aeronáuticas o navales ³ o KINE 199	(0-2)	1			
		<u>14</u>			

- Una calificación «C» o superior se requiere para aprobar los cursos del Cuerpo Común del Conocimiento (CBK) que son: MATH 489s; PHYS 489s; CHEM 489; ENGL 489; ENGR 489s, y cualquiera de los cursos diseñados por los departamentos individuales de ingeniería. Los prerrequisitos para los curso CBK no están incluidos en los cálculos. Favor ver las descripciones de las áreas mayores y de los requerimientos escritos en las oficinas del departamento.
1. Hay secciones especiales para estudiantes FC de Pre-Cálculo
 2. Los requisitos totales en esta área dependen de la orientación individual. Favor ver el currículo elegido para los requerimientos del curso
 3. Las leyes estatales permiten la sustitución de tres horas de historia y tres horas de ciencias políticas para un estudiante en el programa de la unidad ROTC de último año

Figura 5. Currículo del Primer Año de Pregrado con Pre-Cálculo de la Facultad de Ingeniería de Texas A&M University según el catálogo 1997-1998

Medición de Resultados

Una de las cuatro áreas de mayor desarrollo de la Coalition ha sido la valoración y evaluación continua de los métodos y los resultados. El Criterio 3 de ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) y el Criterio 2000 se enfocan sobre los resultados y valoraciones de los programas que muestran el desempeño de los graduados en 11 áreas. El programa de valoración de Coalition hace la valoración de 7 de las 11 áreas:

- a) habilidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería;
- b) habilidad para diseñar un sistema, un componente o un proceso para dar solución a necesidades dadas;
- c) habilidad para funcionar como equipos multidisciplinarios;
- d) habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería;
- e) habilidad para comunicarse efectivamente;
- f) reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse en el aprendizaje de por vida; y,
- g) habilidad para usar técnicas, destrezas y herramientas modernas de ingeniería que son necesarias para la práctica de ingeniería.

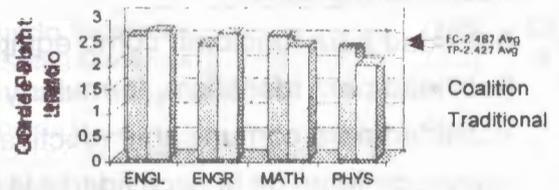
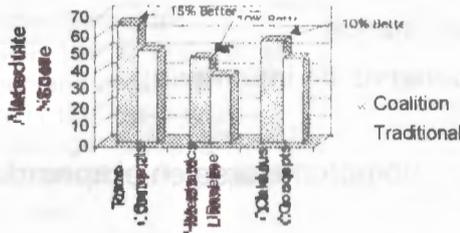
Se anticipa que la valoración de Coalition servirá como base para el plan total ABET de la Facultad, adicionando componentes de valoración que no fueron un foco de Coalition en la medición de resultados en Texas A&M en los dos años anteriores, lo cual indica que:

- 1) Los estudiantes de Coalition se desempeñaron mejor que su grupo de cohorte en cuanto a pensamiento crítico, destrezas, cálculo y física;
- 2) Los estudiantes de Coalition tienen un mejor GPA al finalizar el primer año de estudios;
- 3) Las tasas de retención de Coalition en las mujeres y en las minorías son significativamente mejores para las mujeres y minorías que no están en el currículo Coalition;
- 4) Los estudiantes de Coalition desarrollan mejores destrezas computacionales que sus cohortes, particularmente en lo que se refiere al uso del computador como herramienta en la solución de problemas de ingeniería; y
- 5) Los estudiantes de Coalition muestran una mayor facilidad para trabajar en equipo que su grupo cohorte.

Algunos de los datos sobre resultados [1,3] se muestran gráficamente en la Figura 6.

Prueba Estándar

Relación de Notas de los Cursos



Retención

% de D's, F's y Cancelaciones

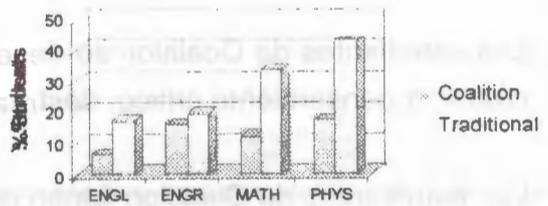
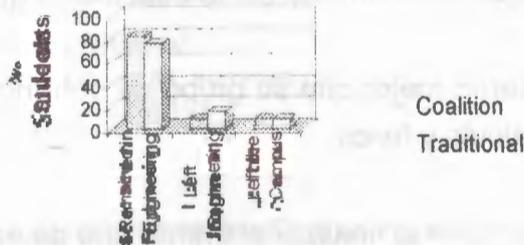


Figura 6. Resultados de Valoración de estudiantes de primer año de Foundation Coalition

Resumen

En este artículo presentamos la evolución del currículo integrado para el primer año en Texas A&M University. También presentamos detalles importantes de la implementación con base en nuestra observación del proceso de cambio en nuestra universidad. Se presentan los resultados y los planes futuros para nuestro programa de primer año con el fin de reforzar la idea de la efectividad de la reforma curricular sistémica y sistemática que se está implementando en Texas A&M University.

Referencias

- 1) Willson, V., Monogue, T. and Malave, C.O., «First Year Comparative Evaluation of the Texas A&M Freshman Integrated Engineering Program,» Frontiers in Education Conference Proceedings, Atlanta, Georgia, November, 1995.
- 2) Froyd, Jeffrey and Malave, C.O., «Building Effective Industrial Relationships,» Frontiers in Education Conference Proceedings, Atlanta, Georgia, November, 1995.
- 3) Malave, C.O., «Teaming in the Integrated Curriculum of the Foundation Coalition at Texas A&M University,» ASEE National Conference, Washington, D.C., June 22-24, 1996.
- 4) Malave, C.O. and Watson, K., «The Cultural Change at Texas A&M University: From the Engineering Science Core to the Foundation Coalition,» Frontiers in Education Conference Proceedings, Salt Lake City, Utah, November, 1996.
- 5) Adams, S., Watson, K. and Malave, C.O., «Foundation Coalition at Texas A&M University: Utilizing TQM and OD to Manage Change,» Frontiers in Education Conference Proceedings, Atlanta, Georgia, November, 1995.
- 6) Malave, C.O. and Watson, K., «The Foundation Coalition Integrated Bridge Programs,» International Conference on Engineering Education, Chicago, Illinois, August 14-16, 1997.
- 7) Imbrie, PK, Malave, Cesar, and Watson, K., «From Pedagogy to Reality: The Experience of Texas A&M University with the Foundation Coalition Curricula,» Frontiers in Education Conference Proceedings, Pittsburgh, Pennsylvania, November, 1997.



MathMedia - Matemáticas y Multimedia
Nuevas Tecnologías para Enseñanza y Aprendizaje
Cursos Básicos de Matemáticas para Ingeniería

*Geovan Tavares; Helio Lopes; Marcos Craizer;
Sinesio Pesco; Iaci Malta; Luis Nonato
{geovan, helio, craizer, sinesio, malta, nonato}@mat.puc-rio.br*

*Departamento de Matemáticas
<http://www.mat.puc-rio.br>
Universidade Pontifícia Católica, Rio de Janeiro, Brasil
<http://www.puc-rio.br>*

Compendio

En este artículo se describe un proyecto que se está desarrollando en el Laboratorio de MathMedia (<http://matmidia.mat.puc-rio.br>), Departamento de Matemáticas; Universidad Católica, Río de Janeiro, Brazil, para construir un ambiente integrado multimedia para la enseñanza y el aprendizaje de los cursos básicos de cálculo (y álgebra lineal) para estudiantes de ciencias y de ingeniería..

Introducción

A finales del actual milenio, todavía nos enfrentamos al viejo dilema: cómo integrar, al nivel de enseñanza y aprendizaje, las ciencias, las matemáticas y la ingeniería?

Polya desarrolló hace 53 años varios pasos que tenemos que recorrer para entender y resolver el problema matemático [7]; sin embargo, hemos colocado el **salón de clase** y la

heurística en primera línea del proceso de aprendizaje/enseñanza de las matemáticas. Hace 25 años, Kline nos conmovió con sus ideas profundas de que, además del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas [5,6], se debe estudiar el papel de las matemáticas como un todo en la sociedad.

Aun cuando existe disponibilidad de nuevos métodos cognoscitivos y científicos, aun la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas están abandonados, casi en todas partes, donde se continúa usando los viejos sistemas: tablero, tiza, lápiz y papel.

Los cambios han sido lentos, pero a paso constante y en múltiples lugares, donde los estudiantes y los profesores se han beneficiado de la tecnología y de los métodos cognoscitivos.

La Reforma Educativa de las Matemáticas (mathedreform) en los Estados Unidos, ha producido en ocasiones debates calientes (4) y ha iniciado un cambio en la enseñanza y el aprendizaje del cálculo y de las matemáticas en general.

En efecto, la llegada de softwares tal como Mathematica (<http://www.wolfram.com>), Maple (<http://www.maplesoft.com>), Derive (<http://www.derive.com>), produjo en diferentes lugares del mundo un cambio en la forma como las matemáticas son enseñadas y aprendidas.

Tres ejemplos de diferentes enfoques de la Reforma del Cálculo son: Calculus Consortium, con sede en Harvard (<http://www.math.harvard.edu:80/~calculus/>), el grupo RUMEC en Matemáticas y Educación con sede en Georgia State University (<http://rumec.cs.gsu.edu/>) y el Grupo Calculus&Mathematica con sede en University of Illinois (Urbana-Champaign) y en Ohio State University.

En Brasil, el Grupo MathMedia (<http://www.matmidia.mat.puc-rio.br/>) en la Universidad Católica de Río de Janeiro y el Proyecto de Matemáticas y Computación Group-MatWeb (<http://www.mat.pucrs.br/matweb/>) en la Universidad Católica de Río Grande do Sul han iniciado proyectos para usar la tecnología como herramienta de enseñanza/aprendizaje de los cursos básicos de matemáticas a nivel de universidad. Hay otras iniciativas individuales en el mismo sentido en algunas Universidades Federales en diferentes regiones del país.

La comprensión de superficies, tanto para métricas como para implícitas, ha sido tradicionalmente muy limitada. Con el modelado geométrico y las técnicas de graficación por computador es posible explorar y simular estas superficies. Las superficies ranuradas e implícitas se incluyen en este ambiente computacional.

Las aplicaciones en ingeniería incluyen vigas y placas curvas con sus deformaciones entre otros tópicos.

El software es un objeto - orientado e implementado en C++ y en Open GL en esta etapa del proyecto. Próximamente haremos el diseño e implementación en Java.

Por Media entendemos los CDROMs, el Web y los libros de texto.

Consideraciones de Aprendizaje y Enseñanza

Con este ambiente, tenemos que hacer varias consideraciones. El énfasis en la enseñanza y aprendizaje del cálculo debe cambiar hacia los cursos orientados a demostraciones de los conceptos matemáticos y sus resultados combinados a la vez con el análisis numérico, la graficación por computador, el modelado geométrico y las aplicaciones en ingeniería a través de un ambiente Multimedia.

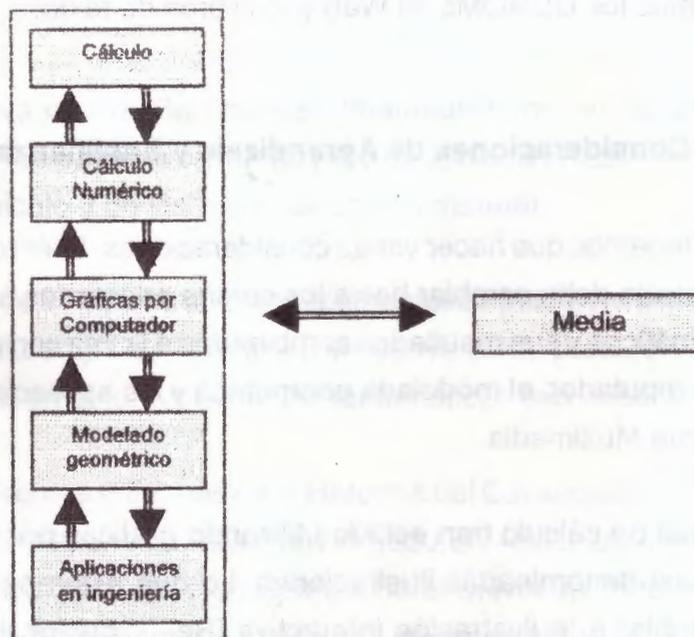
La mayoría de cursos de cálculo han estado utilizando gráficas por computador en una forma estática, las así denominadas ilustraciones. Lo que estamos proponiendo, entre otras cosas, es cambiar a la ilustración interactiva [Bell, Dopplet, Hughes, 1996] para construir un ambiente computacional donde el grupo que trabaje debe complementar su labor individual en forma significativa, y donde las aplicaciones en ingenierías deben estar integradas a los cursos ordinarios de matemáticas.

El Proyecto MathMedia para Cálculo

En el núcleo del proyecto, existe el punto de vista de que un ambiente computacional integrado para la enseñanza/aprendizaje de las matemáticas debería estar enfocado sobre conceptos y simulación, evitando en esta forma hasta donde sea posible la programación en una etapa inicial del ciclo de vida del estudiante de cálculo.

Las dos partes principales del proyecto son la producción estricta de textos y la construcción del respectivo software.

El siguiente diagrama ilustra la forma en que se diseñó el proyecto en cuanto al software.



Los programas de cálculo son aquellos ofrecidos tradicionalmente en la mayoría de las universidades brasileñas: cálculo de una o varias variables y ecuaciones diferenciales con tópicos especiales, por ejemplo curvas y superficies y ecuaciones con diferencias finitas como punto de inicio para las ecuaciones diferenciales.

El cálculo numérico introductorio comprende las diferencias finitas, las integrales numéricas, el método de Newton y los métodos numéricos para las ecuaciones diferenciales.

La graficación por computador la enfocamos sobre la interactividad (incluyendo la animación), que muestra en pantalla conjuntamente el análisis numérico, las técnicas de modelos geométricos y las aplicaciones en ingeniería.

Referencias

- [1] Brooks, D. W. - Web-Teaching: A Guide to Designing Interactive Teaching for the World Wide Web. Plenum Press, NY, 1997.
- [2] J. Beall, A. Doppelt, J. F. Hughes - Developing an Interactive Illustration: Using Java and the Web to Make it Worthwhile. Preprint, Computer Sciences, Brown University, 1997.
- [3] Fosner, R. - OpenGL Programming for Windows 95 and Windows NT. Addison Wesley Delopers Press, 1996.
- [4] Jackson, A. -The Math Wars Parts I and II. Notices Amer. Math. Soc., June/July and August 1997.<http://www.ams.org/notices/>
- [5] Kline, M. - Why the John Can't Add: The Failure of the New Mathematics. St. Martin's Press, 1973.
- [6] Kline, M. - Why the Professor Can't Teach: Mathematics and the Dillema of University Education. St. Martin's Press, 1977.
- [7] G. Polya - How to Solve it: A New Aspect of Mathematical Method. Princeton University Press, 1945.
- [8] Stroustrup, B. - The C++ Programming Language. Addison Wesley, 1995.

* El Proyecto MathMedia está patrocinado por
FINEP, CAPES, CNPq, FAPERJ y PUC-Rio.

0013

Educación en ingeniería ICEE 98, se terminó de imprimir en los
talleres de Opciones Gráficas Editores Ltda.
el día 30 de abril de 1999 en
Santa Fe de Bogotá, D.C,
Colombia

0240

It is hereby certified that the within and foregoing is a true and correct copy of the original as the same appears in the records of the Department of the Interior, Bureau of Land Management, Washington, D. C.

Very truly yours,
[Signature]