

# INGENIEROS DEL SIGLO XXI: IMPORTANCIA DE LA COMUNICACIÓN Y DE LA FORMACIÓN ESTRATÉGICA EN LA DOBLE ESFERA EDUCATIVA Y PROFESIONAL DEL INGENIERO

M.<sup>a</sup> Paz Kindelán y Ana M.<sup>a</sup> Martín

*Universidad Politécnica de Madrid*

**ABSTRACT:** *The rise of worldwide communication networks and information technologies have redefined the concept of education in all fields. In engineering, a new educational paradigm can be glimpsed where the development of generic skills is prioritized in the curriculum and professional training of university students and practitioners. Skills such as the ability to successfully communicate orally and in writing, to operate with a multidisciplinary perspective in decision-making and problem-solving, to work in teams, and to become involved in lifelong learning, among others. The relationship among communication, training and lifelong learning is a key point in the profile of the engineer in this century. The challenge for those who are committed to the new paradigm, both teachers and trainers in the private sector, is to be able to incorporate the three dimensions into the educational process, so that it contributes to a better preparation of the individual to perform in the workplace from a human and professional point of view.*

**KEY WORDS:** *Communication, skills, engineering, paradigm, education, occupation.*

## RELEVANCIA DE LAS DESTREZAS GENÉRICAS Y COMUNICATIVAS EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

El impacto de la globalización, de las nuevas tecnologías y los requerimientos de una economía basada en el conocimiento en el umbral del siglo XXI han llevado a un marcado interés por el desarrollo de competencias y destrezas claves en la formación integral del individuo a nivel educativo y profesional. El concepto de "destreza" a nivel profesional ha ido evolucionando progresivamente en el discurso público. Si en un principio se refería a las capacidades analíticas específicas de un trabajo, las habilidades técnicas, o las competencias vocacionales, en esta nueva era se utiliza para nombrar todas aquellas competencias genéricas, aptitudes y atributos personales que contribuyen a construir

# ENGINEERS OF 21ST CENTURY: THE IMPORTANCE OF COMMUNICATION AND STRATEGIC TRAINING IN THE ENGINEERS' EDUCATIONAL AND PROFESSIONAL SPHERES

**RESUMEN:** El nacimiento de las redes mundiales de comunicación y las tecnologías de la información han redefinido el concepto de la educación en todos los ámbitos. En el terreno de la ingeniería se vislumbra un nuevo paradigma educativo donde se prioriza el desarrollo de destrezas genéricas, entre las que destacan la habilidad para comunicarse eficazmente de forma oral y escrita, para funcionar con una perspectiva multidisciplinar en la toma de decisiones y la resolución de problemas, el énfasis en el trabajo colaborativo y la capacidad para involucrarse en un aprendizaje de por vida. La interrelación entre comunicación, aprendizaje y formación es un factor fundamental en el perfil del ingeniero del nuevo siglo. El desafío para quienes nos hallamos comprometidos con este paradigma –tanto docentes como formadores en el sector privado– está en saber integrar estas tres dimensiones en el proceso educativo, de tal modo que éste contribuya a una mejora del individuo en el ejercicio de su actividad desde una perspectiva humana y profesional.

**PALABRAS CLAVE:** Comunicación, destrezas, ingeniería, paradigma, educación, profesión.

el desarrollo económico y la cohesión social de la nueva sociedad del conocimiento.

En la vieja economía, el énfasis se ponía en la productividad, esto es, en producir más bienes y servicios con menos recursos. Ahora los bienes y servicios se hacen a medida de las necesidades particulares del consumidor, que aspira a obtener los productos más modernos y competitivos, de tal modo que el énfasis radica en la variedad y rapidez en la innovación. De este modo, los diversos sectores de la industria requieren de los trabajadores un conjunto de habilidades más complejas, si han de mantener y aumentar su competitividad. Éstas incluyen la creatividad, flexibilidad e iniciativa, una mayor concentración en el consumidor, la capacidad de liderazgo, la orientación práctica y el sentido crítico, y finalmente la habilidad para añadir los valores de la novedad y el entretenimiento a los productos y servicios

(cfr. Carnevale & Desrochers, 1999, 33). ¿Cómo se traduce esto en el panorama educativo?

Las destrezas lingüísticas como leer y escribir así como las destrezas matemáticas, es decir, la capacidad para analizar y razonar en busca de una solución, han sido siempre un núcleo básico en la educación tradicional de los colegios. Todo esto se ha visto ahora rebasado por la demanda de una amplia gama de competencias, aptitudes y capacidades entre las que descuellan el manejo de los ordenadores y las nuevas tecnologías, el trabajo en equipo, el conocimiento de idiomas extranjeros así como el aprendizaje autónomo y continuo a lo largo de toda la vida. Todas ellas se denominan "destrezas genéricas". La adquisición de las destrezas genéricas es absolutamente esencial para responder flexible y rápidamente a los cambios tecnológicos y organizativos de esta época, la necesidad de hacer continuas mejoras en la calidad y eficiencia de la producción, y en el desarrollo de las nuevas aplicaciones para las tecnologías emergentes, los productos y los servicios. Las destrezas genéricas se han definido como "... those skills that are common to many vocations and are not specific to one job or industry" (cfr. Joyce, 2001, 28). En ellas se engloban una serie de destrezas básicas denominadas "capacidades dominantes básicas" (*core key competencies*) y otras de rango más amplio, las destrezas transferibles (*transferable skills*) que son generales a la mayoría de los empleos. Vamos a centrarnos en las primeras por ser el foco de interés de este estudio.

Las capacidades básicas son aquellas destrezas y atributos necesarios que toda la gente joven debería tener al entrar en el mundo laboral (cfr. Mayer, 1992, en Dawe 2002, 20). Y así las define Mayer:

Key competencies are the competencies essential for effective participation in the emerging patterns of work and work organisation. They focus on the capacity to apply knowledge and skills in an integrated way in work situations. Key competencies are generic in that they apply to work generally rather than being specific to work in a particular way in particular occupations or industries (Mayer, 1992, 5).

Estas capacidades se clasifican de este modo de acuerdo con Mayer:

- Recabar, analizar y organizar la información.

- Comunicar ideas e información.
- Planear y organizar actividades.
- Trabajar con otros y en equipo.
- Utilizar ideas matemáticas y técnicas.
- Resolver problemas.
- Usar la tecnología.

Todas ellas deben de ser incorporadas en la educación secundaria y superior, y posteriormente en los programas de formación en la empresa (los llamados "*training packages*").

De hecho, varios informes emitidos en la última década del siglo XX sobre la opinión de empresarios acerca del nivel de preparación de los egresados universitarios (cfr. Mason, 1999; AC Nielsen Research Services, 2000) ponen de manifiesto las carencias en competencias y destrezas esenciales en el mundo laboral, especialmente en:

- Destrezas comunicativas
- Destrezas interpersonales
- Conocimiento de las prácticas habituales en el mundo comercial o de negocios.

En una posición relevante se encuentran las "destrezas comunicativas". Ellas son las herramientas esenciales para comunicarse eficazmente en el entorno académico y profesional. Huckin y Olsen definen estas destrezas como absolutamente necesarias para sobrevivir y triunfar en las diversas situaciones que vivimos en el mundo real. Así las describen: "... They are critical tools for success, even survival, in real world environments" (1991, 3). Estas destrezas incluyen principalmente la escritura y la competencia comunicativa oral, además de otras habilidades tales como la capacidad para pensar en términos de diagramas, gráficos o presentar las ideas de forma visual, y asimismo la capacidad de gestión e interacción del individuo con los que tiene a su alrededor (cfr. Railton, 1985, 9 & 103; Huckin & Olsen, 1991, 11-13).

En el campo científico y tecnológico, el papel de la comunicación es vital. Estudios realizados en facultades de ciencias y escuelas de ingeniería así como en el mundo de la industria (cfr. Hendricks & Pappas, 1996; Pierson, 1997; Leveson, 2000) revelan que la habilidad para comunicarse ocupa un lugar primordial junto a la necesaria capacidad para reconocer y solucionar problemas de orden tecnoló-

gico. Científicos e ingenieros trabajan en organizaciones donde el dominio de la palabra oral y escrita es una pieza clave de su actividad diaria; asimismo, quienes trabajan independientemente, necesitan comunicarse con clientes, subordinados u otras partes interesadas. Éste es precisamente el tema central del libro publicado por Dave Francis en 1987 con el título *Unblocking Organizational Communication*, en donde sienta las bases de un programa para la mejora de la comunicación a gran escala dentro de cualquier organización que posea una estructura autónoma y produzca un determinado género o proporcione servicios: empresas de negocios, fábricas, hospitales, grandes superficies comerciales o departamentos en instituciones oficiales... Entre los doce ingredientes principales que hacen que una persona se comunique eficazmente, Francis enumera los dos siguientes: 1) Capacidad para comunicarse de forma eficiente a través de la palabra escrita (destreza de escritura); capacidad para comunicarse de forma eficiente a través del medio oral (competencia comunicativa oral).

Las destrezas de escritura incluyen la elección de palabras adecuadas, la construcción de la frase y del párrafo, la argumentación lógica, la capacidad para estructurar un informe y finalmente la presentación gráfica de la información. Detrás de estas destrezas yace la habilidad para el pensamiento lógico, el uso apropiado de los conceptos entablando relaciones entre los mismos, la clara narración de los hechos y la orientación práctica. El resultado es la elaboración de documentos tales como cartas, informes, propuestas, memoranda, proyectos y presentaciones con ayudas visuales, etc. Todo ello implica necesariamente a los distintos estamentos jerárquicos de un organismo o compañía, desde el director, jefe o empresario que pasa la mayor parte de su tiempo leyendo, escribiendo y tratando cuestiones como la aplicación de las tecnologías a la producción, políticas de revisión de personal o la mejora en las instalaciones de la compañía, hasta el técnico que ha de escribir un informe detallado sobre algún aspecto importante o el dependiente que también ha de escribir una carta en un estilo correcto y perspicaz.

En el segundo caso, el arte de la oratoria es una destreza esencial también dentro de una organización. Especialmente, los directores, jefes o empresarios son juzgados por la coherencia, seguridad y persuasión con que presentan sus ideas y puntos de vista en el discurso. Las destrezas de comunicación oral incluyen la certera elección de palabras,

la fluidez, claridad y objetividad, el evitar la digresión o la redundancia. El buen orador utiliza cada palabra para añadir impacto a la idea y se preocupa de sopesar la seriedad con el humor. La comunicación oral hace que salgan a la luz temas y aspectos abiertos a la discusión y haya acuerdos entre las partes involucradas. Es por eso que quienes se encuentran en estamentos directivos se valen de ella para persuadir y ganar el apoyo de los otros; cuanto más alta sea la calidad del debate, más se perfecciona la toma de decisiones.

Las presentaciones orales y la participación inteligente en las discusiones a nivel interno de una empresa así como los intercambios o contactos que se establezcan con otros organismos de fuera exigen el dominio de las destrezas de comunicación oral.

Las destrezas comunicativas son, pues, indispensables para transmitir los conocimientos y la información, intercambiar ideas y hacer llegar los resultados del trabajo a un público determinado. Cada vez más empresarios necesitan reclutar trabajadores que sean capaces de utilizar estas destrezas en todos los niveles jerárquicos de una organización o empresa a fin de lograr un trabajo en equipo coordinado y eficaz; trabajadores que posean habilidades y destrezas de un alto nivel como el análisis, la síntesis, la crítica constructiva y la capacidad de interacción con otras partes interesadas, todo ello con el único fin de hacer progresar la organización (cfr. Harvey *et al.*, 1997, en Baillie & Fitzgerald, 2000, 146). Por tanto, las destrezas comunicativas han de ser objetivo inmediato de la formación académica y profesional del individuo en este nuevo siglo.

### **HACIA UNA DIMENSIÓN "ESTRATÉGICA" EN EL NUEVO PARADIGMA EDUCATIVO DE LA INGENIERÍA: UNA PERSPECTIVA Y UN RETO**

En la década de 1990, comenzó a dejarse sentir una cierta preocupación en el mundo de la ingeniería por la actual formación de los estudiantes y también por la de los profesionales que trabajan en este campo.

En primer lugar, las exigencias de una economía global hacen replantearse los esquemas *educativos* tradicionales en el mundo ingenieril y llevan a centrar la atención no

en el "contenido de cursos y programas", sino más bien en el "desarrollo de competencias y destrezas en los futuros profesionales". La ingeniería se concibe ahora como un proceso integral en donde se persigue un mejor entendimiento de la práctica de la ingeniería como un proyecto social, la adquisición de la experiencia clínica necesaria en la práctica, la preparación para los roles de la gestión y el liderazgo, y la construcción de una base para un aprendizaje continuo, de por vida. Esto implica una nueva concepción del ingeniero como individuo que engloba una serie de rasgos no precisamente de orden tecnológico, sino más bien comprometido con la búsqueda de soluciones a problemas de índole social, humana, medioambiental, incluso legal y ética, desde una perspectiva global. Este nuevo paradigma al que se encaminan la ingeniería y todas las instituciones educativas a nivel mundial se traduce en un número de acciones que han de formar parte del nuevo currículo académico, acciones orientadas a remarcar la dimensión práctica de los estudios, a potenciar la adquisición de destrezas que impliquen valores, actitudes y relaciones entre las personas, y finalmente a lograr una mayor interacción con situaciones y agentes que operan activamente en el ámbito del mundo laboral. En el campo de la ingeniería se concretan en "una pronta exposición a la ingeniería "real", es decir, la que se ejerce en la empresa, un conocimiento de los aspectos prácticos e interdisciplinarios que cohabitan en el mundo de la industria; asimismo la exposición al trabajo en equipo, al diseño creativo, y al pensamiento en sistemas" (cfr. Shuman *et al.*, 2005, 42).

Pero también por el lado de la *industria*, los empresarios ponen de manifiesto que el éxito del ingeniero no radica sólo en las capacidades técnicas, sino en las destrezas de comunicación y persuasión, la habilidad para dirigir un grupo o bien trabajar eficazmente como un miembro de aquel, y la capacidad para comprender las fuerzas de carácter social, económico, político, cultural y humano que afectan las decisiones en la ingeniería (cfr. Shuman *et al.*, 2005, 43). Es decir, una serie de habilidades que le hagan funcionar de forma eficiente en el clima socialmente interactivo, de comunicación e intercambio personal o bien institucional de esta nueva era, y orientado a las relaciones tanto comerciales como empresariales presentes en la industria moderna. De hecho, esta voz procedente del mundo de la industria es la que establece los requisitos fundamentales para lograr una mayor calidad en la educación de los ingenieros. Dichos requisitos se resumen en

un aprendizaje activo basado en simulaciones y proyectos, la introducción de los conceptos matemáticos y científicos en el contexto de la aplicación, una estrecha interacción con el mundo de la empresa, un dominio de las tecnologías de la información y comunicación, y el papel emergente del profesor como mentor más que como dispensador de información (cfr. Prados, 1997, 69-70). Sin este fuerte impulso por parte de la industria, docentes y formadores no se verían motivados para llevar a cabo los cambios que supone este paradigma en el currículo existente, ni tampoco estimulados para buscar una mayor participación de la empresa en la labor educativa.

Ahora bien, la transición al nuevo paradigma supone también un elemento de dificultad y de hecho constituye un reto para quienes se hayan involucrados directamente en el proceso educativo. Para el profesorado, estos cambios llevan consigo el uso de las nuevas herramientas educativas asistidas por ordenador, un mayor discernimiento acerca del modo en que aprenden los estudiantes, y la implantación de un entorno de enseñanza más activo donde éstos últimos pongan en ejercicio su habilidad para aplicar la nueva información, las nuevas destrezas, y los nuevos enfoques en un contexto real. Esto implica llevar al aula mecanismos tales como las tecnologías instructivas digitales, talleres prácticos e intensivos, proyectos en los que se conjuguen varios enfoques y disciplinas, así como la estructuración de la clase en pequeños grupos con objeto de incorporar progresivamente una metodología activa, colaborativa e interdisciplinar, dejando paso a otras materias así como a especialistas de diversos campos. Esta nueva metodología coloca al discente en una situación donde puede explotar por sí mismo las fuentes y los recursos disponibles para adquirir el conocimiento y la información en lugar de ser un mero recipiente de ella, pero también exige de él una participación más activa y abierta y un compromiso más responsable a la hora de utilizar los recursos que se ponen a su alcance.

Las claves del nuevo paradigma que progresivamente habrá de asentarse en la sociedad del conocimiento vienen definidas por un conjunto de "competencias y atributos personales" destacados que deben configurar el perfil del futuro ingeniero y que desembocan en la llamada *nueva cultura educativa*. En el terreno de la ingeniería estas competencias se clasifican en: las denominadas habilidades de base o "duras" (*hard or core skills*) por un lado, como son

la habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que satisfaga unas determinadas necesidades dentro del ámbito económico, social, político, medioambiental, de seguridad, sanidad, etc., o la habilidad para aplicar conocimientos matemáticos y científicos en la resolución de problemas de ingeniería, o la habilidad para utilizar las técnicas y las herramientas modernas necesarias para la práctica de la ingeniería; y por otro lado, las llamadas habilidades profesionales (*professional skills*), que coinciden en su mayor parte con las destrezas genéricas que mencionábamos anteriormente referidas al mundo empresarial. En ellas se incluyen (cfr. Shuman *et al.*, 2005, 41):

- Habilidad para funcionar en equipos multidisciplinares.
- Comprensión de la responsabilidad profesional y ética.
- Habilidad para comunicarse eficazmente.
- Conocimiento del impacto causado por las soluciones de la ingeniería en un contexto global, económico, medioambiental y social.
- Reconocimiento de la necesidad de involucrase en un aprendizaje permanente, de por vida.
- Familiaridad con las cuestiones contemporáneas.

Los programas educativos que reflejen estas características darán como fruto ingenieros con las herramientas necesarias para afrontar los retos que provengan de un mercado competitivo y global y una economía sin fronteras. Por el contrario, la indiferencia de las instituciones hacia las cualidades requeridas en los ingenieros por la sociedad actual resultará en una colección de titulados con una falta de sensibilización hacia las necesidades reales del mundo que van más allá de lo puramente tecnológico, y por lo tanto éstos estarán en desventaja con otros profesionales que se hayan formado en el nuevo paradigma.

Ahora bien, para incorporar este componente estratégico en los programas educativos, se ve la necesidad de que exista una sinergia total entre universidad e industria. En efecto, lo que la industria demanda hoy es un ingeniero altamente cualificado que sepa operar en un mercado diversificado y ajustado a las necesidades del consumidor. La innovación, la demanda de aplicaciones, la gestión de la calidad, la transferencia de tecnología en la distribución, la venta, la instalación y el mantenimiento de los productos y servicios, la comunicación eficaz, todas ellas están estrechamente relacionadas con el alto nivel de destrezas y competencias que ha de tener el trabajador, y en este

caso el ingeniero (cfr. Meuret, 1992, 14). Por eso, el papel de la empresa como colaborador directo en la formación del trabajador del siglo XXI es esencial, ya que ella: 1) informa a las instituciones educativas de las necesidades, cambios e innovaciones que tienen lugar en el sector económico e industrial a nivel nacional e internacional, dando la oportunidad a estudiantes y educadores de actualizar sus conocimientos y contribuir de este modo a la capacitación de los profesionales, mejorando sustancialmente la competitividad de las empresas; 2) coloca al individuo frente a situaciones laborales reales, moviéndole a poner en práctica sus conocimientos y desarrollar destrezas para triunfar en ese contexto. Destrezas tales como negociar un acuerdo, establecer prioridades, trabajar con varias partes al unísono, manejar situaciones novedosas y complejas, todo lo cual representa un valor añadido a su formación; 3) Finalmente, la empresa proporciona el acceso a puestos de trabajo, a experiencias prácticas en los diversos sectores de la misma y a la participación en proyectos de investigación y desarrollo conjuntos con una aplicación inmediata en la sociedad. Hasta ahora, ha habido contactos entre ambas partes sobre todo a nivel de la especialización en las titulaciones, ofertándose diversas alternativas de interacción entre ambos mundos, como por ejemplo: las "prácticas en empresa" que son estancias de un alumno, debidamente tuteladas por un técnico de la empresa y un profesor universitario, con un determinado programa a desarrollar, previamente acordado entre empresa, universidad y alumno a través de un convenio tripartito; y la "realización de proyectos", de forma individual o grupal, dirigidos por un codirector o cotutor en el sector privado y un supervisor académico.

Concretamente, en la Escuela de Ingenieros de Minas y Arquitectura donde ejercemos nuestra docencia (Universidad Politécnica de Madrid), existen estas dos alternativas. En efecto, la dimensión práctica de la carrera se concreta en dos asignaturas orientadas a la implantación del ingeniero o arquitecto en el mundo empresarial. Éstas son: las *Prácticas en Empresa* con carácter obligatorio (Minas) o *Prácticas de Formación Profesional* como créditos de libre configuración (Arquitectura), y el *Proyecto Fin de Carrera* en ambos centros.

La duración de las *Prácticas en Empresa* es de dos meses a tiempo completo durante el último año académico de permanencia en la Escuela y tienen por fin dotar al alum-

no de una experiencia práctica, realizando trabajos con un alto componente formativo y que al tiempo sea de utilidad a la empresa y entidades que le acogen. A cada estudiante se le asigna un profesor de la Escuela –en función del tema propuesto para la estancia– cuya misión es orientarle y colaborar con el tutor de la empresa en lo relativo a la planificación, seguimiento y evaluación de la estancia. Lo que se pretende es que el estudiante se integre en la dinámica de trabajo de la empresa o del centro laboral, llevando a cabo tareas con un contenido real. Las *Prácticas de Formación Profesional* también pueden realizarse con validez académica en el marco de acuerdos de cooperación suscritos entre la universidad y corporaciones o instituciones profesionales.

El estudiante debe participar de la situación de la empresa, debe aprovechar esta oportunidad para entender las relaciones humanas, laborales, sindicales, y sociales en las que la empresa está inmersa. Para eso, tendrá una doble tutoría por parte de la empresa y de la universidad, incorporándose de un modo más explícito la dimensión empresarial de la estancia (cfr. Moyano, 2002).

Por lo que se refiere al *Proyecto Fin de Carrera*, es un trabajo realizado individualmente por el alumno bajo la dirección de un Director, en el que el primero aplica los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación para dar solución a un planteamiento técnico o científico relacionado con su titulación. Todos los proyectos deben ser tutelados por un profesor de la Escuela que esté relacionado con el tema elegido, aún cuando éste sea desarrollado en una empresa con el asesoramiento de uno de sus técnicos. En los proyectos, los estudiantes aprenden a definir un problema en términos técnicos, a aplicar las teorías y a hacer una integración de conocimientos de distintas disciplinas, por lo que se pone de manifiesto el carácter interdisciplinar de estos trabajos. También habrán de seleccionar y utilizar bibliografía técnica, manejar herramientas informáticas y escribir un informe que habrán de presentar oralmente ante un tribunal.

Ambas asignaturas proporcionan un contacto muy útil a los alumnos en la última etapa de sus estudios universitarios, pues además de aprender a poner en práctica todos los conocimientos adquiridos en la carrera, les da la oportunidad de mostrar a la empresa una serie de competencias y destrezas adquiridas tales como su capacidad e iniciativa

para la resolución de problemas o el desarrollo de trabajos propios de su titulación, o bien en el caso del Proyecto Fin de Carrera, a demostrar su capacidad de síntesis y aplicación de conocimientos sobre un proyecto real, al que va ligado la debida presentación escrita y exposición oral por parte del candidato, poniendo así en evidencia sus destrezas comunicativas. De hecho, universidad y empresa se han percatado de las enormes ventajas que se derivan de esta actividad común: la primera para obtener una mejora en la competencia académica y la segunda para captar posibles empleados en su plantilla, como revelan estas palabras:

Empresas y universidades van de la mano en la investigación y el desarrollo de programas que mejoren la cualificación de los estudiantes y faciliten su acceso al empleo. Un matrimonio de conveniencia que favorece a ambas partes: las universidades aumentan su competitividad desde el punto de vista formativo, y las empresas preparan "a su medida" a los profesionales del s. XXI (Diario Expansión, 3 y 4 de marzo de 2001, 3).

Si nos fijamos en el contexto anglosajón, como eje comparativo con el español, el nuevo paradigma en la ingeniería aborda plenamente la intervención del mundo empresarial en los programas educativos actuales. Existen numerosas experiencias realizadas en universidades donde los trabajos, proyectos y presentaciones de los alumnos son dirigidos o supervisados por ingenieros en el sector privado, de tal modo que el aprendizaje de destrezas técnicas y genéricas se lleva a cabo de forma simultánea entre profesores en el campo de la ingeniería y consultores o bien patrocinadores en el campo de la industria. Con la práctica del trabajo en equipo, los estudiantes aprenden estas destrezas que se manejan en situaciones reales del mundo laboral, mejorando la habilidad para la interacción personal y la comunicación, requisitos fundamentales en el ámbito profesional (cfr. Durfee, 1994; McGourty *et al.*, 2003; Dahm *et al.*, 2003).

Estos contactos resultan prometedores con respecto al panorama que se abre al futuro ingeniero del s. XXI. No obstante, a pesar de las acciones conjuntas realizadas hasta el momento, el reto que se le presenta a la universidad en este siglo es el de incorporar en los programas educativos un enfoque más "holístico", una formación más integral donde confluyan los aspectos de orden científico y tecnológico con el desarrollo de las competencias genéricas

y específicas exigidas en la sociedad de hoy. Esto implica garantizar que se introduzcan contenidos de aprendizaje adecuados y marcos pedagógicos adaptados al nuevo contexto. En el primer caso, habrá que diseñar programas que se ajusten a las nuevas directrices establecidas por la Unión Europea en el terreno de la educación superior, centradas en un aprendizaje más interactivo y a la vez autónomo en donde prima el desarrollo de destrezas básicas para el aprendizaje, para el trabajo individual y grupal, para las relaciones interpersonales, para hacer uso de la información en una variedad de situaciones, todo lo cual revierte en una preocupación constante por parte del discente por formarse personal y profesionalmente a lo largo de la vida. Los contenidos de estos programas tienen como objetivo exponer al discente a situaciones reales de comunicación, donde además de adquirir conocimientos se ejerciten las diferentes destrezas que describíamos anteriormente mediante técnicas tales como el trabajo en equipo, el método del caso para el análisis de problemas reales, las presentaciones con medios audiovisuales, la utilización eficaz de las nuevas tecnologías y las estancias programadas en una empresa para obtener la experiencia práctica.

En el segundo caso, los marcos pedagógicos girarán en torno a las herramientas tradicionales como son la clase magistral y las prácticas en una determinada materia, pero también existirán otros entornos de aprendizaje no presencial encabezados por el uso de herramientas accesibles a través de las tecnologías de la información y comunicación, por ejemplo el uso de las plataformas de *e-learning*, el acceso remoto a recursos y aplicaciones informáticas, la videoconferencia, los foros educativos, los *chats*, etc. Las actividades desplegadas en el nuevo sistema de enseñanza-aprendizaje se concentran en proyectos colaborativos, participación en talleres y seminarios donde se pone a prueba la capacidad del alumno para el pensamiento creativo, el razonamiento en la búsqueda de soluciones a los problemas planteados y el análisis crítico; asimismo se priorizan las estancias y programas de intercambio con otros países, las tutorías personalizadas o en pequeños grupos como sistema de apoyo a la docencia, y a ello se añade el reconocimiento del trabajo individual del alumno dentro del balance total de su currículo. En definitiva, lo que se busca es desarrollar desde un principio las capacidades y atributos personales del discente e incrementar su conciencia de aprendizaje, y no solamente adiestrarle en unas determinadas habilidades técnicas.

Este enfoque "holístico" o integral debe también presidir todas las actividades y experiencias pedagógicas que conformen el currículo del ingeniero, conjugando el aprendizaje de contenidos y habilidades técnicas con un entrenamiento en destrezas profesionales que compense las carencias halladas en el ejercicio de su labor profesional. La introducción de este componente estratégico supone principalmente dirigir la atención hacia la faceta más humana en la educación global del ingeniero, alentando en él un espíritu inquisitivo y emprendedor, mejorando su capacidad de interacción con quienes le rodean, su habilidad para comunicarse, enfrentándole a situaciones que exijan una respuesta ponderada sobre el equilibrio de las fuerzas de orden social, económico, medioambiental, etc. y dotándole de un mayor entendimiento de los modos en que las obras de ingeniería producen un impacto en el ambiente y en la comunidad a la hora de prestar un servicio a la misma. Pero también busca inculcarle una inquietud por formarse humana y profesionalmente en todas las etapas de su vida laboral con el propósito de mejorar los conocimientos, competencias y aptitudes adquiridas. Pues bien, estas tres dimensiones de naturaleza estratégica inmersas en el nuevo paradigma educativo –comunicación, formación y aprendizaje– forman la base sobre la que se asienta la nueva generación de trabajadores en la sociedad del conocimiento y sobre ellas se forja la configuración del perfil del ingeniero en este milenio.

#### COMUNICACIÓN, APRENDIZAJE Y FORMACIÓN INTEGRAL: PROYECCIÓN DEL PERFIL DEL INGENIERO DEL S. XXI

Sobre esta proyección en la que se afianza la base del nuevo paradigma en la sociedad actual existe una cuestión fundamental: la adquisición de capacidades dominantes (*core key competencies*) va unida a la preocupación por fomentar el propio aprendizaje. En efecto, como decíamos en un principio en la definición de dichas capacidades, éstas proporcionan las herramientas que los trabajadores necesitan para adaptar, aplicar y transferir el aprendizaje de conocimientos y la adquisición de destrezas a través de los distintos contextos laborales. El individuo aprende mejor cuando se le informa de su responsabilidad en este proceso y toma las riendas del mismo, siendo consciente de cuales son las cualificaciones que ha de tener y también la adecuada preparación que debe alcanzar en un puesto

determinado o bien para acceder a otro trabajo o para ser promocionado. Por eso, quienes son capaces de dirigir su aprendizaje y desarrollo profesional poseen las siguientes aptitudes (cfr. Harman et Brelade, 2001, 11):

- Confianza para asumir nuevas tareas y proyectos.
- Curiosidad por entender y descubrir cosas.
- Cooperatividad para compartir información e ideas con otros.
- Compromiso para aprender nuevas destrezas e información.
- Creatividad para conectar diferentes ideas y experiencias.

Es imprescindible que los candidatos a los puestos en compañías que integran la sociedad del conocimiento y la información reúnan estas "aptitudes o atributos personales" además de las habilidades meramente profesionales, como queda reflejado en esta cita procedente de una entrevista realizada a la directora de "Apple" en Australia:

*We interview for culture. I can cope with people who may not have all the skills I need, but I want people who want to learn and work in cross-functional teams. I want a very high level of integrity and I want a passion for the job... I want people who collaborate, communicate and are team players* (cursiva de las autoras) (Vines, 2000, 12-13).

Aunque las destrezas genéricas o profesionales son de vital importancia para el trabajador de hoy en la sociedad y en el mundo laboral, éstas no pueden ser consideradas aisladamente de otros factores que contribuyen de manera esencial al buen funcionamiento y mejora personal del individuo, del equipo, y en definitiva de la propia calidad en la gestión y en los procesos dentro de una empresa u organización:

Queremos tener calidad en: productos, procesos, empresa... en las cosas.

Debemos también tener calidad en: Actitudes, capacidades y conocimientos de las personas; valores y creencias de las personas; en las relaciones entre personas; en el liderazgo, el compartir, en el contexto de trabajo, en la realimentación, en la creatividad, en la responsabilidad, en la reflexión, en los sueños, en el aprendizaje... en las personas (Elorriaga y Elorriaga, 2002, 47).

Se trata de potenciar el "factor humano" tan importante en el desempeño de toda actividad intelectual, económica, social, comercial, de cualquier índole, mejorando la capacidad de las personas, motivándolas y dotándolas de autoorganización e interdependencia (cfr. Elorriaga y Elorriaga, 2002, 47); y sobre todo estimulando en ellas "el gusto continuado por aprender e informarse". De hecho, entre estas aptitudes o atributos personales la más importante es "... la que capacita para aprender –manteniendo la curiosidad y el interés por nuevos temas y capacidades– y sin la cual el aprendizaje permanente no puede existir" (Informe de la Comisión Europea: "Futuros objetivos precisos de los sistemas educativos...", 2001, 11). Es por eso que en todos los estadios y jerarquías del escalafón profesional, desde el nivel de entrada hasta los puestos de dirección, ha de predominar esta disposición de "*querer aprender*" que debe impregnar la actuación del individuo haciéndole capaz de adquirir los conocimientos, destrezas y aptitudes necesarias para asumir los retos presentes en la sociedad de hoy (ya sean personales, cívicos, sociales o relacionados con el empleo) en cualquier momento y en cualquier lugar. Por otro lado, quien posea esta *preocupación por aprender* esencial para el trabajador de este nuevo siglo será capaz de transferir con facilidad las aptitudes y destrezas adquiridas de un contexto a otro –dentro del mismo lugar de trabajo o de una industria a otra– haciendo del aprendizaje una empresa que ha de durar a lo largo de toda la vida.

Desde esta perspectiva, la Comunicación adquiere de nuevo una gran relevancia a la hora de transferir conocimientos y destrezas, pues proporciona las herramientas necesarias para dar forma, para plasmar dichos conocimientos y capacidades en el formato comunicativo adecuado, dándoles un uso efectivo y haciéndolos llegar a un público determinado: e.g. presentar oralmente y por escrito una propuesta original o un proyecto competitivo a nivel académico o profesional; participar en un debate o negociación que lleve a un acuerdo (un documento escrito) entre las partes implicadas; o bien introducir una estrategia de actuación para los empleados de una empresa a través de un informe o memorándum. Las destrezas comunicativas básicamente nos capacitan para entablar relaciones con los otros y abrirnos a sus pensamientos, acciones e ideas, haciendo que a su vez desarrollemos nuestra propia identidad y opiniones en base a como otros perciben e interaccionan con nosotros (cfr. Hendricks & Pappas, 1996, 345). En

el terreno profesional, ya hemos mencionado cómo estas destrezas nos permiten expresar nuestros pensamientos e ideas con claridad y precisión haciendo partícipes a los demás y sobre todo a transmitir a aquellos que nos rodean –colegas, clientes y subordinados– la información puntual y los resultados de nuestro trabajo así como nuestras propias habilidades de una manera viva y eficaz.

De ahí que la *habilidad para comunicarse* sea absolutamente crucial para todo trabajador en la nueva sociedad del conocimiento, y particularmente para el ingeniero. Éste ha de verse a sí mismo como capaz de transmitir la información necesaria a un público muy variado dentro de su propio entorno laboral, desde sus propios colegas en las sociedades profesionales, hasta ese otro público mucho más extenso que es el mundo en general, sobre cuyas vidas recae el impacto de cualquier obra o proyecto de ingeniería. Además, la habilidad para comunicarse de forma clara y precisa es esencial a la habilidad para pensar crítica y creativamente como persona individual o como parte de un grupo. De hecho es difícil, por no decir imposible, intentar abarcar el carácter multidisciplinar de la ingeniería sin buenas destrezas comunicativas (cfr. Waitz & Barrett, 1997, 258).

Ahora bien, además de la habilidad para comunicarse, también es necesaria la conciencia de que el aprendizaje de esta y otras destrezas requiere una actitud activa y de responsabilidad del individuo por *formarse* para estar al día en la adquisición de conocimientos y en el dominio de destrezas requeridos en el mundo de hoy. Por eso, para ser competentes profesionalmente, los trabajadores deben asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje siendo conscientes de qué destrezas necesitan aprender o qué actitudes han de adoptar para mejorar su rendimiento y satisfacer las necesidades de la empresa, del cliente y de la sociedad actual. Por ejemplo, satisfacer las necesidades del cliente exige actitudes apropiadas como la cortesía y el respeto, además de un alto nivel de competencia comunicativa y también la capacidad de identificar los problemas que puedan plantearse, proporcionando soluciones adecuadas. Esta concienciación que lleva a una autoevaluación y dirección del propio aprendizaje según las necesidades reales de cada situación se convierte en un objetivo fundamental de la nueva cultura educativa que se persigue en estos momentos. Se busca, por lo tanto, inculcar en el individuo esta conciencia y actitud responsable

desde el comienzo de los estudios o bien en los niveles de iniciación en la empresa, si bien luego habrán de fortalecerse en cursos de reciclaje acoplados a las exigencias de cada nivel profesional que se desempeñe. La *formación continua* es, pues, otro aspecto clave en el perfil del trabajador de hoy día junto a la comunicación y al aprendizaje permanente, que tanto instituciones educativas como entidades empresariales se han apresurado a incorporar en los ciclos educativos y de capacitación de su personal en todos los niveles.

Como resultado de esta triple dimensionalidad –comunicación, aprendizaje y formación– que ha de caracterizar el perfil del ingeniero en este milenio, se han llevado a cabo varias experiencias pedagógicas en la última década del siglo XX y principios del XXI, que incorporan una formación integral en la ingeniería combinando la enseñanza de habilidades técnicas (*hard or core skills*) junto con un adiestramiento en destrezas genéricas o profesionales (*professional skills*), encaminadas a infundir en los estudiantes y trabajadores una clara conciencia de lo que significa “aprender a aprender”.

Es el caso de los programas denominados “*Writing across the curriculum*” en universidades norteamericanas, los cuales responden a este tipo de integración de una enseñanza en destrezas genéricas, especialmente las comunicativas, dentro de los cursos de ingeniería (cfr. Hendricks et Pappas, 1996 y Pappas *et al.*, 2001). Dicha enseñanza comprende sobre todo actividades en el aula y trabajos orientados a la redacción de propuestas de diseños, informes, presentaciones en público, etc. Por ejemplo, si tomamos el caso de “The Massachusetts Institute of Technology” (MIT), se imparte el laboratorio de “Proyectos Experimentales del Departamento de Aeronáutica y Astronáutica” junto con el llamado *Communications Practicum* (cfr. Waitz et Barrett, 1997), que proporciona la instrucción adecuada en destrezas comunicativas vinculadas al estudio de esta materia específica y la práctica de otras destrezas tales como: el trabajo colaborativo; el análisis y valoración del trabajo de los alumnos mediante el método de revisión entre compañeros de clase (“*peer review method*”); la búsqueda y organización de la información para una presentación oral mediante el recurso a herramientas informáticas; la planificación y desarrollo de un proyecto; y la práctica en la resolución de problemas con una respuesta abierta.

Este "*Practicum*" se encuentra también incorporado en programas educativos de universidades españolas, especialmente dentro de los estudios de 3.º ciclo, como son los másteres. Por ejemplo, en la Universidad de Alcalá de Henares se imparte un "Máster en Técnicas de Comunicación" y un "Máster en Comunicación Integral", este último destinado a titulados universitarios españoles y extranjeros y cuyo fin es desarrollar las destrezas comunicativas por medio del uso de técnicas aplicadas de Comunicación (argumentación, asertividad, persuasión, oratoria, etc.), preparando a expertos en este campo de cara a su integración en el mundo de la empresa. Asimismo, en la Universidad Politécnica de Madrid se encuentran los cursos de doctorado de "*Technical and Professional Writing*" y "*Oral Presentations*", impartidos por las autoras de este estudio y dirigidos también a licenciados universitarios y profesionales de todos los campos, en especial de la ingeniería. El objetivo de estos cursos es formar a los estudiantes (y en particular a los futuros ingenieros) en destrezas comunicativas con objeto de mejorar su competencia oral y escrita en lengua inglesa y así favorecer su inserción en el mercado laboral. Tanto los másteres como los cursos de doctorado se centran en tareas y actividades que colocan al discente en situaciones reales de comunicación y promueven su autonomía en el aprendizaje, poniendo a su alcance herramientas de investigación, recursos electrónicos y un entrenamiento en estrategias de aprendizaje adecuadas para obtener la información y transferirla a otros contextos académicos o laborales.

Precisamente, las carreras de ingeniería en universidades españolas se están percatando cada vez más de la necesidad de introducir un componente estratégico en el currículo académico junto al perfil esencialmente técnico y "generalista" del ingeniero español. Existen asignaturas con carácter optativo o de libre elección en los planes de estudios de las diferentes ramas de la ingeniería, como por ejemplo: "Inglés Técnico para Ingeniería Agronómica" (Universidad Politécnica de Cartagena), en donde se trabaja el aspecto comunicativo del inglés técnico con un énfasis en la redacción de cartas y memos, curriculum vitae, la investigación bibliográfica y las técnicas para la búsqueda de trabajo (*job-hunting*); "Inglés Empresarial" (Universidad Politécnica de Cartagena); "Técnicas de Redacción de Inglés Formal", "Inglés: Comprensión y Expresión Oral y Escrita"; "*Writing Letters and Curricula*" (las tres en la Universidad Politécnica de Valencia); "Escritura

Técnica en Inglés" (Universidad Politécnica de Cataluña); y "Expresión Oral y Escrita", "Técnicas de Comunicación" y "Presentaciones Orales en un Contexto Internacional" (las tres en la Universidad Politécnica de Madrid). Todas ellas persiguen un entrenamiento en destrezas genéricas, con especial énfasis en las comunicativas consideradas como esenciales de cara a un futuro empleo.

Finalmente, a estas materias en los programas de grado y postgrado se unen otras alternativas como los "Cursos interdisciplinares", donde los alumnos trabajan en proyectos reales que requieren un contacto continuo con clientes, expertos, compañeros de curso, supervisores académicos y directores de la propia empresa a fin de desarrollar soluciones a problemas complejos. En la Universidad Politécnica de Madrid están los cursos promovidos por las fundaciones anejas a las Escuelas, como por ejemplo la "Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial" (Escuela de Ingenieros Industriales), la "Fundación Agustín de Betancourt" (Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos), y la "Fundación Gómez Pardo" (Escuela de Ingenieros de Minas). En estos cursos se imparten materias específicas e interdisciplinares (de naturaleza técnica, empresarial o laboral) con un componente práctico que tiene como fin la capacitación y el desarrollo profesional de los ingenieros.

Al mismo tiempo, se busca entrenar a los participantes en una serie de destrezas genéricas y estrategias de aprendizaje destinadas a lograr la competencia profesional en sus campos. Por ejemplo, es el caso de un "Curso Práctico de Gas" (junio 2002 y años posteriores) organizado por la Fundación Gómez Pardo y destinado a técnicos de grado medio o superior así como a técnicos de las empresas. En este curso se llevan a cabo diferentes proyectos (e.g. un proyecto de gaseoducto, otro proyecto de estación de regulación y medida, un tercero de redes de distribución...) que aportan una perspectiva múltiple sobre los diferentes aspectos a tener en cuenta a la hora de alcanzar el objetivo prioritario de llevar una conducción de gas a una población o distrito, lo que requiere la integración de las diversas materias involucradas en un plan de gasificación para un lugar determinado. Mediante la presentación y estudio de casos reales, los participantes ejercitan sus destrezas en la resolución de problemas y toma de decisiones, el trabajo individual y en grupo, y la presentación de proyectos, poniendo a prueba sus capacidades técnicas además de

su habilidad para transmitir la información oral, escrita y gráfica de forma significativa y eficaz.

En definitiva, todas estas experiencias pedagógicas tienen como denominador común el afán de imbuir en los estudiantes y profesionales una conciencia de la vinculación entre habilidades técnicas y destrezas genéricas. Al mismo tiempo, se busca infundir en ellos una preocupación por formarse en las diversas etapas de su vida laboral y generar una actitud despierta para el aprendizaje, procurando así un mayor desarrollo de sus capacidades personales y otras requeridas en el ejercicio de su profesión.

## CONCLUSIÓN

Para el ingeniero, hoy más que nunca, el fenómeno de la globalización, el rápido desarrollo de las nuevas tecnologías y su introducción en el mundo de la industria, la evolución hacia una economía basada en la información y en el conocimiento, la movilidad en el mercado laboral... exigen de él la integración de unas competencias básicas y unas destrezas genéricas en su persona, y en definitiva, en su actividad profesional. Al mismo tiempo, requieren

de él una actitud despierta –la curiosidad y el interés– para el aprendizaje de todos aquellos conocimientos y aptitudes que le hagan capaz de afrontar los cambios y desafíos de esta nueva sociedad emergente. Por lo tanto, podemos afirmar que el gran reto que se le presenta al ingeniero del siglo XXI en el terreno de la educación no es tanto el dominio de unas destrezas técnicas propias de su campo de estudio, sino sobre todo tomar conciencia de la importancia de adquirir las capacidades básicas y las destrezas genéricas o profesionales necesarias para desempeñar las tareas y los cargos requeridos en su carrera profesional.

En el terreno de la enseñanza, la integración de estas dimensiones en la formación del ingeniero del siglo XXI –comunicación, aprendizaje y formación– también supone un reto para quienes nos hallamos comprometidos con este nuevo paradigma, es decir, tanto docentes como formadores en el sector privado. Hemos de tener este “reto” presente a la hora de diseñar un programación didáctica o un curso, ya que es absolutamente esencial entrenar a nuestros estudiantes, empleados o directivos en estas destrezas de cara al mañana, haciendo de ellos aprendices autónomos y responsables de este proceso tanto en la esfera académica como en la profesional.

## BIBLIOGRAFÍA

- AC Nielsen Research Services (2000): *Employer satisfaction with graduate skills-research report*, 99, 7, Canberra, Australia, Department of Education, Training and Youth Affairs (DETYA).
- Baillie, C. y Fitzgerald, G. (2000): “Motivation and attrition in engineering students”, *European Journal of Engineering Education*, 25, 2: 145-55.
- Carnevale, A. P. y Desrochers, D. (1999): “Training in the Dilbert economy”, *Training and Development*, 53, 12: 32 et seq.
- Dahm, K. D.; Newell, J. A. y Newell, H. L. (2003): “Rubric development for assessment of undergraduate research: Evaluating multidisciplinary team projects”, (CD) *Proceedings, American Society for Engineering Education Conference*.
- Dawe, S. (2002): *Focussing on generic skills in training packages*, Adelaide, Australia, National Centre for Vocational Education Research.
- Durfee, W. K. (1994): “Engineering education gets real”, *Technology Review*, 97, 2: 42-51.
- Elorriaga, J. y Elorriaga, T. (2002): “Ingeniería humanística y gestión ética de la empresa industrial. Crónicas de un siglo y medio de profesión. Nuevas fronteras de la ingeniería”, *Revista Técnica Industrial: N.º Especial 50 años*, Madrid, Fundación técnica industrial, pp. 44-49.
- Francis, D. (1987): *Unblocking Organizational Communication*, Gower Publis-

**Recibido:** 4 de diciembre de 2006

**Aceptado:** 29 de marzo de 2007

- hing, Cambridge, Cambridge University Press.
- Futuros objetivos precisos de los sistemas educativos, Informe de la Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas (2001), <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2001:0059:FIN:ES:PDF>.
- Harman, C. y Brelade, S. (2001): "The role of the trainer in knowledge management", *Training Journal*, January, 10-14.
- Harvey, L.; Geall, V. y Moon, S. (1997): "Graduates work: Implications of organisational change for the development of students' attributes", *Industry and Higher Education*, 11, 5: 287-96.
- Hendricks, R. W. y Pappas, E. C. (1996): "Advanced engineering communication: An integrated writing and communication program for materials engineers", *Journal of Engineering Education*, 85, 4: 343-52.
- Huckin, T. N. y Olsen, L. A. (1991): *Technical writing and professional communication for nonnative speakers of English*, New York, McGraw-Hill Book Company.
- Joyce, D. (2001): "Taking a hard look at soft skills", *HRMonthly*, April: 28-30.
- Leveson, L. (2000): "Disparities in perceptions of generic skills: Academics and employers", *Industry & Higher Education*, 14, 3: 157-64.
- Mason, G. (1999): "Engineering skills formation in Britain: Cyclical and structural issues", *Skills task force research paper*, 7, London, United Kingdom, National Institute of Economic and Social Research.
- Mayer, E. (1992): *Putting education to work: The key competencies report*, Melbourne, Australia, Australian Education, Council and Ministers of Vocational Education, Employment and Training.
- McGourty, J.; Reynolds, J.; Shuman, L.; Besterfield-Sacre, M. y Wolfe, H. (2003): "Using multisource assessment and feedback processes to develop entrepreneurial skills in engineering students", (CD) *Proceedings, American Society for Engineering Education Conference*.
- Meuret, G. (1992): "Will engineers in 1993 be super-technicians or euro-managers?", *Engineering Education in the 2000's: Does Europe need generalists or specialists?*, Seminar held at Miskolc University, Belgium, SEFI Cahier 3: 12-15.
- Moyano, I. (2002): "La dimension práctica en la formación de los ingenieros (The practical dimension of engineering training)", *Desarrollo sostenible en el siglo XXI. Un reto para la ingeniería*, XI Congreso Internacional de Industria, Minería y Metalurgia, Publicación electrónica en CD, Barcelona, España, Asociación Nacional de Ingenieros de Minas de España.
- Pappas, E. C.; Hendricks, R. W. y Franks, J. (2001): "Satisfying the non-technical ABET 'a-k' Requirements: The Virginia Tech Materials Science and Engineering Communications Portfolio", (CD) *Proceedings, American Society for Engineering Education Southeastern Regional Conference*.
- Pierson, M. M. (1997): "Annual progress reports: An effective way to improve graduate student communication skills", *Journal of Engineering Education*, 86, 4: 363-7.
- Prados, J. W. (1997): "The Editor's page: Engineering criteria 2000 -A change agent for engineering education", *Journal of Engineering Education*, 86, 4: 69-70.
- Railton, D. (1985): *Approaches towards technical communication skills training in British higher education, with particular reference to engineering*, Language studies unit research report, Birmingham, University of Aston.
- Shuman, L. J.; Besterfield-Sacre, M. y McGourty, J. (2005): "The ABET 'Professional Skills'- Can they be taught? Can they be assessed?", *Journal of Engineering Education*, 94, 1: 41-55.
- Vines, H. (2000): "Core values", *HRMonthly*, December: 12-15.
- Waitz, I. A. y Barrett, E. C. (1997): "Integrated teaching of experimental and communication skills to undergraduate aerospace engineering students", *Journal of Engineering Education*, 86, 3: 255-62.