

Actividad de normalización y desarrollo de competencias profesionales en estudiantes de ingeniería

Gonzalo González Rey

Correo electrónico:cidim@mecanica.cujae.edu.cu

Alejandra Elena García Toll

Correo electrónico:agarciat@ceim.cujae.edu.cu

María Eugenia García Domínguez

Correo electrónico:megarcia@mecanica.cujae.edu.cu

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Pablo Frechilla Fernández

Correo electrónico:pf2@usal.es

Universidad de Salamanca, Zamora, España

Resumen

Se muestran resultados en la formación de competencias profesionales de estudiantes de carreras de ingeniería derivados del trabajo en la normalización. En particular, son consideradas competencias profesionales como: buena comunicación y colaboración, utilización de la computación y las tecnologías de información y comunicación, visión interdisciplinaria y dominio de los fundamentos y conocimientos teórico-prácticos de la profesión. Adicionalmente, se exponen evidencias del aporte de las actividades del Comité de Normalización Cubano de Elementos de Máquinas (CTN-108) en la formación de competencias profesionales básicas de estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecánica.

Palabras clave: competencia profesional, normalización, enseñanza, ingeniería, mecánica

Recibido: septiembre del 2010

Aprobado: diciembre del 2010

INTRODUCCIÓN

Una aproximación a la definición de competencia profesional pudiera ser entendida como un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes del sujeto coordinadas e integradas en la acción, necesarias para ejercer una profesión, adquiridas a través de la experiencia en el transcurso de su formación y ulterior desempeño profesional, que permiten al individuo resolver, de manera eficaz, autónoma y flexible, problemas profesionales en contextos sociales específicos. [1]

En realidad la definición anterior resulta bastante amplia, por lo que la práctica aconseja clasificar las competencias profesionales en dos grupos: *Competencias profesionales básicas* y *Competencias profesionales específicas*.

En general, las competencias profesionales básicas son requeridas en todas las carreras de formación profesional pues involucran la disposición del graduado profesional a la buena comunicación y colaboración, a desarrollar un aprendizaje continuo desde diversas fuentes e insertarlo en su vida diaria, a emplear el pensamiento crítico en la solución de problemas, al autodesarrollo de las habilidades que permitan su desarrollo profesional, a la estimulación del liderazgo y al desarrollo de valores asociados al desempeño profesional como el respeto al trabajo propio y al de otros, la honestidad, la responsabilidad, el compromiso social, político e institucional y la motivación hacia la profesión. Debe señalarse que no todas estas competencias son adquiridas solo en la educación superior, unas deben provenir esencialmente de la formación media y general, y de la

interacción individual con la sociedad y la familia y otras deberán desarrollarse plenamente en situación de trabajo.

En particular, en este trabajo se enfatiza en los aportes derivados del trabajo orientado al desarrollo de normas, en el ambiente profesional de los comités técnicos de normalización con una integración de profesores y estudiantes de las carreras de ingeniería, en la formación y desarrollo de las necesarias competencias profesionales identificadas en las siguientes direcciones:

- a) Expresión oral y escrita.
- b) Relaciones interpersonales.
- c) Utilización de las tecnologías de información y comunicación.
- d) Uso de la computación.
- e) Dominio de los fundamentos y conocimientos teóricos y prácticos de la profesión.
- f) Visión interdisciplinaria.

RESULTADOS DE UN ESTUDIO DE COMPETENCIAS PROFESIONALES BÁSICAS EN JOVENES GRADUADOS

Un estudio [1] realizado sobre el proceso de reproducción social de los jóvenes profesionales en Cuba entre el 1996 y el 2000 permitió valorar las competencias profesionales básicas más deficitarias y las mejor valoradas para ese período en jóvenes graduados cubanos. Algunas de estas deficiencias y competencias mejor valoradas por los empleadores de jóvenes graduados cubanos son mostradas de forma sintética en la tabla 1.

Con el objetivo de mejorar las competencias profesionales de los jóvenes graduados en el proceso de formación profesional durante los estudios de la carrera, y en consonancia con los resultados compilados en un Informe de la Comisión Nacional de la Carrera de Ingeniería Mecánica, [2] se plantean como sugerencias para la formación, las siguientes necesidades:

- a) Estimular la creatividad e iniciativa en los estudiantes a partir de métodos activos de enseñanza.
- b) Incorporar en los planes de estudio de las carreras el conocimiento y manejo de técnicas de dirección y de trabajo en equipo, así como fomentar una proyección interdisciplinaria en los estudiantes.
- c) Dotar a los estudiantes de herramientas que les permitan una mejor organización y control, tanto de su propio trabajo como el de otros, en su labor profesional.
- d) Incluir en los programas de estudio el conocimiento de temas de carácter general que consolidan su formación y proyección futura tales como: habilidades directivas, calidad, negociación, gestión del conocimiento, estadística, marketing, economía, política, comercio exterior.
- e) Incrementar el manejo del idioma inglés (traducción y escritura).
- f) Aumentar el uso de la computación.
- g) Dedicar mayor atención y brindar importancia a problemas en el uso de la lengua materna (redacción, dicción, caligrafía, ortografía).

Tabla 1 Valoración de competencias en jóvenes graduados cubanos (1996 y 2000)	
Valoración	
Competencias más deficitarias	<ul style="list-style-type: none"> - Visión interdisciplinaria - Creatividad, innovación e independencia en su labor - Criterios de evaluación de su propio trabajo - Utilización de técnicas, equipos e instrumentos básicos propios de la profesión - Orientación, organización y control del trabajo de otros - Compromiso con los objetivos de la entidad laboral - Expresión oral y escrita - Adaptación para asimilar cambios en el desarrollo de su actividad profesional - Fundamentación y defensa de sus criterios profesionales
Competencias mejor valoradas	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de las relaciones interpersonales - Autosuperación - Preparación político-ideológica - Incorporación al trabajo en grupo - Integración y aplicación de los contenidos aprendidos en función de la solución de problemas - Dominio de los fundamentos teórico-básicos para asimilar cambios en el desarrollo de su actividad profesional - Ética profesional - Responsabilidad - Buena motivación hacia su profesión y la superación

h) Fortalecer las capacidades para el autoaprendizaje continuo.

i) Fortalecer el dominio de conocimientos de metodología y práctica de la investigación científica, especialmente el procesamiento de información bibliográfica, el trabajo interdisciplinario, la elaboración de ponencias, artículos, informes y su divulgación.

j) Fortalecer el trabajo científico estudiantil.

El referido estudio [1] demuestra que el desarrollo de las competencias profesionales básicas en los jóvenes graduados tiene aún mucho que avanzar para lograr la graduación de un profesional de excelencia que pueda insertarse en el actual desarrollo contemporáneo. Esta situación ha constituido y constituye un problema en el ámbito profesional y educacional, en especial en la educación superior, donde los profesores deben hacer uso de múltiples vías, procedimientos y herramientas que coadyuven a la graduación de profesionales con una sólida formación básica, con habilidades para la solución de los problemas más generales y frecuentes de su profesión, que incluyan la apropiación de los modos de actuación profesional específicos que caracterizaran su profesión y la diferencian de otras, y que posea además un conjunto de habilidades profesionales generales que le permitan alcanzar una formación integral cultural y educativa en el sentido más amplio de estos términos.

Todo lo antes mencionado, requiere de la introducción en el proceso educativo de determinadas actividades con una concepción tal, particularmente en el campo de las Ciencias Técnicas, que promueva jóvenes profesionales con conocimientos, habilidades y valores, que les permitan poner al servicio de la humanidad el desarrollo de la ciencia y la tecnología, con racionalidad económica, adecuado uso de los recursos humanos y materiales, minimizando el deterioro del medio ambiente y preservando los principios éticos de su sociedad.

En este sentido, la actividad de normalización, dirigida a establecer disposiciones sobre problemas reales o potenciales, destinadas a un uso común y repetido con vistas a obtener el grado óptimo de orden en un contexto dado, es sin lugar a dudas un marco propicio para potenciar la formación y desarrollo de las necesarias habilidades profesionales que demanda el actual contexto de acción del joven graduado de carreras de las Ciencias Técnicas. En este trabajo, se muestran las experiencias en el desarrollo de competencias profesionales básicas de estudiantes universitarios, sobre la base de la actividad de normalización de Elementos de Máquinas, que por más de 15 años han venido ejecutando un conjunto de profesores y estudiantes del área de Ingeniería Mecánica en la Escuela Politécnica Superior de Zamora, España y en el Instituto Politécnico José Antonio Echeverría en La Habana, Cuba.

ALGUNOS ASPECTOS RELEVANTES DE LA NORMALIZACIÓN EN LA INGENIERÍA Y VINCULACIÓN DE LOS AUTORES CON EL TEMA

La necesidad de responder a los problemas de la ingeniería de forma rápida y eficaz, hace imprescindible el uso de normas nacionales e internacionales. Estos problemas pueden presentarse en cualquiera de los períodos de diseño, montaje y explotación de las instalaciones o equipos industriales, ocasionando pérdidas económicas y de tiempo inadmisibles en las condiciones actuales del desarrollo. Es por ello que se hace necesario, dentro de la formación profesional de los futuros graduados, y de los ya egresados, el desarrollo de habilidades en el campo del conocimiento asociadas a la consulta, empleo, ejecución y desarrollo de normas, que les permitan asumir los nuevos retos tecnológicos una vez insertados en su medio laboral.

La anterior afirmación pudo ser validada en una encuesta realizada a 200 ingenieros diseñadores, por profesores de la Universidad de Bath en Inglaterra en 1993 [3], sobre el tipo de literatura que consultaban diariamente los diseñadores. La encuesta demostró que las normas y códigos eran examinadas por el 44 % de los diseñadores encuestados, al menos, una vez al día. Un resumen de los resultados de la mencionada encuesta se observa en la figura 1.

Otro ejemplo de la relevancia de la normalización para los actuales ingenieros y en consonancia con las competencias necesarias en los profesionales, pudo ser constatada en el año 2000 cuando la Academia Nacional de Ingeniería en EUA ejecutó una encuesta, entre algo más de 1400 ingenieros, dirigida a seleccionar los 20 mayores logros de la ingeniería en el siglo XX [4]. Los resultados del informe destacan a las normas y códigos entre los 10 primeros logros de la ingeniería en el pasado siglo.



Fig. 1. Tipo de literatura, en porcentaje, que consultan diariamente los diseñadores.

Sin lugar a dudas, el vertiginoso desarrollo técnico ha incrementado la necesidad de establecer normas con especificaciones y acuerdos racionales que puedan ser usados como reglas, orientaciones y normas, que permitan ayudar a optimizar las producciones, asegurar que los materiales, productos y servicios garanticen su propósito, y construir equipos y agregados más confortables, eficientes y seguros.

Todo lo antes expresado, resulta más dramático en el caso de la enseñanza de los procedimientos de diseño y cálculo de máquinas, estructuras y sistemas en general, los cuales por su naturaleza esotérica requieren que la enseñanza profesional de la ingeniería se base en un conocimiento probado y validado en la práctica, el cual en la mayoría de los casos está asociado con experiencias prácticas y normas nacionales e internacionales.

Desde 1992, expertos cubanos de la Facultad de Ingeniería Mecánica del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, realizan trabajos de normalización internacional y emiten sus comentarios en las comisiones técnicas ISO vinculadas al tema de los Elementos de Máquinas. Desde la fundación, en el año 2000, del Comité de Normalización Nacional de Elementos de Máquinas (CTN 108) por dictamen de la Oficina de Normalización Cubana y bajo la dirección de profesores del Departamento de Mecánica Aplicada de la Cujae, los miembros del CTN 108 son coordinadores de los trabajos de normalización pertinentes a ese tema. Esta situación ha promovido en el área de Iberoamérica una posición favorable, en la Sección de Diseño de Elementos de Máquinas de la Cujae, para el desarrollo de normas, tecnologías y procedimientos avanzados de cálculo de Elementos de Máquinas, que ha permitido con trabajos en la normalización, en la academia y desde lo curricular, potenciar las competencias de jóvenes futuros profesionales de la carrera de Ingeniería Mecánica.

Adicionalmente, desde 1997 se ejecuta un intercambio académico - investigativo entre profesores de las secciones de Elementos de Máquinas de la Cujae y Cálculo de Máquinas de la Escuela Politécnica Superior de Zamora en España. El trabajo realizado ha estado encaminado al establecimiento de procedimientos y normas de cálculo que propicien las necesarias regulaciones y recomendaciones imprescindibles para el logro de la racionalidad y calidad de los elementos de máquinas en las industrias nacionales, así como el empleo de las novedosas técnicas de optimización y cálculo computarizado en la síntesis racional de los elementos de máquinas basados en las normas ISO. Este marco ha sido propicio para la incorporación del trabajo estudiantil en formales proyectos de curso [5,6] y trabajos de diploma de ingeniería [7-9] con énfasis en diseños avanzados sustentados en Normas ISO. Este hecho, también ha creado una situación adecuada para el desarrollo de las

competencias de los futuros profesionales desde la academia y en el marco del trabajo con expertos vinculados a la normalización nacional e internacional [10,11].

APORTES DE LA ACTIVIDAD DE NORMALIZACIÓN EN LA FORMACIÓN DE COMPETENCIAS PROFESIONALES BÁSICAS

Una norma es producto del trabajo que se establece por consenso y aprobada por las instituciones oficiales con responsabilidad específica en la Normalización. Esta posibilita para uso común y repetido un conjunto de reglas, lineamientos o características de las actividades o sus resultados, destinados al logro de un grado óptimo de orden en un contexto dado. Las normas deben basarse en resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia, y están destinadas a la promoción de beneficios para la comunidad.

Los comités técnicos de normalización son órganos integrados por especialistas de alta calificación y experiencia, representantes de los sectores involucrados en una actividad definida que desarrollan la normalización de grupos de productos o actividades de importancia significativa para la economía nacional e internacional.

Los comités técnicos de normalización nacional desarrollan, dentro del campo de actividad que les ha sido atribuido, las funciones siguientes:

- Elaborar propuestas de normas para su adopción como normas nacionales.
- Estudiar y proponer las respuestas a los trabajos de normalización de las organizaciones internacionales y regionales de normalización a las que la Oficina de Normalización Nacional esté suscrita como miembro participante.
- Estudiar documentos internacionales y proponer las actuaciones oportunas.
- Resolver consultas que sean planteadas sobre cuestiones de normalización.

Los miembros del Comité Técnico deben ejecutar sus acciones mediante un trabajo colectivo y consensuado, siendo portadores de los criterios técnicos de sus respectivos organismos y entidades, pero sobre todo, con un profundo conocimiento de la actualidad científico-tecnológica-comercial del tema que se trate en la normalización.

En el anterior contexto, es donde se inserta la experiencia del trabajo que se describe en este artículo. Los autores valoran de muy positiva la vinculación del trabajo curricular y extracurricular de los alumnos de carreras de ingeniería al conjunto de funciones que desarrollan los comités técnicos de normalización. Debe señalarse, que la vinculación de los estudiantes al trabajo de los comités técnicos de normalización no se hace como miembros activos oficiales, pero en realidad, sus aportes al buen desarrollo del trabajo de los miembros es muy digno de reconocer por la valiosa ayuda que prestan en la validación de los resultados de experiencias, el desarrollo de encuestas a expertos, las traducciones de documentos, la elaboración de

procedimientos consensuales y otras acciones propias del trabajo intelectual y necesario para lograr un buen producto del trabajo normalizativo.

Retomando las competencias más deficitarias detectadas en el estudio [1] sobre el proceso de reproducción social de los jóvenes profesionales en Cuba (tabla 1) puede ser observado que la mayoría de los aspectos que se señalan como competencias más deficitarias están asociados a la mala capacidad de los jóvenes graduados de desarrollar un trabajo profesional en grupo. A continuación se comenta cómo contribuye el trabajo de la normalización en el desarrollo de las competencias profesionales básicas de los estudiantes que se insertan como grupos estudiantiles de apoyo a las acciones de un Comité Técnico de Normalización.

Expresión oral y escrita

La normalización es una actividad de intensa comunicación en la cual se usan palabras, gráficos y fotografías sobre la base de un empleo correcto de la expresión oral y escrita. En las reuniones de los comités técnicos de normalización y en las sesiones de trabajo de los expertos es práctica usual el desarrollo de un amplio debate en que la comunicación entre los miembros del grupo es vital. La presentación de comentarios, opiniones y puntos de vista ante un auditorio o un grupo de trabajo con miembros presentes o virtuales (cuando el trabajo se realiza haciendo uso del correo electrónico o internet) son acciones enriquecedoras del trabajo de normalización. La práctica de la normalización en los grupos de trabajo requiere una comunicación efectiva y persuasiva hacia miembros más conocedores y también menos instruidos en el tema objeto de discusión.

La escritura de una norma exige una correcta expresión escrita y una excelente coordinación de ideas. El correcto uso del lenguaje técnico nunca es tan bien ponderado como en el momento de elaborar una primera versión de norma, y mucho más, en los casos en que la norma que se propone es una aceptación de norma internacional o extranjera. En la figura 2 se muestran las portadas de una Norma Cubana traducida y editada para ser adoptada como norma nacional equivalente a una Norma ISO y desarrollada durante un proyecto de curso [5] por un alumno de cuarto año de la carrera de Ingeniería Mecánica.

El resultado del trabajo de los estudiantes en temas afines con la normalización afianza en ellos que la comunicación de ideas y resultados es un aspecto muy importante en su futuro trabajo profesional y comprenden que una buena parte del trabajo de los ingenieros se basa en la comunicación oral o escrita. La práctica de la vinculación de los grupos estudiantiles de trabajo científico a los comités técnicos de normalización ha demostrado que el alumno reconoce y se esmera en hacer un uso correcto de las palabras claves durante el planteamiento de un punto de vista y la organización de las ideas antes de hacer sus planteamientos.

Por otro lado, aquellos estudiantes que han trabajado en la edición de una norma en idioma inglés han interiorizado la necesidad de comprender y dominar este idioma con gran difusión en los intercambios técnico-profesionales.

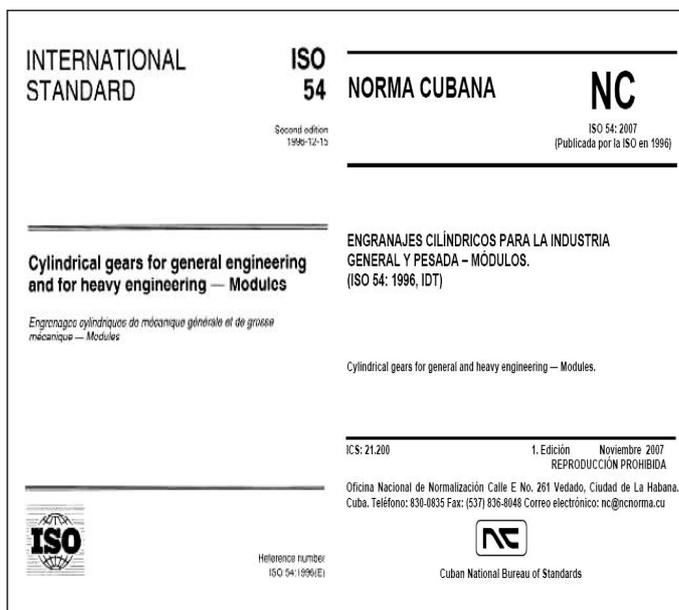


Fig. 2. Portadas de una Norma Cubana equivalente a una Norma ISO elaborada en el CTN 108.

Otros aspectos que pueden ser destacados, en aquellos estudiantes que han trabajado en la elaboración de propuestas de normas o validación de los resultados que de ellas se deriva, es la mejora de la capacidad para la transferencia y generalización de la información y la competencia de trabajar en equipo con una fácil comunicación y colaboración en grupo.

Relaciones interpersonales

Durante el desarrollo de los procedimientos generales de la actividad de elaboración de normas o validación técnica de los documentos normativos se requiere del intercambio con expertos del tema y usuarios de las normas.

A menudo, con el objetivo de conocer la necesidad de normalizar un tema determinado se requiere investigar las necesidades de incluir un conjunto determinado de normas en el programa de normalización de los comités técnicos para lo cual se requiere de un consenso por entrevistas a expertos y profesionales para su aprobación. Con este propósito se necesita en la gran mayoría de los casos las gestiones para organizar visitas a fábricas, empresas y centros docentes, entre otras instituciones, con el propósito de establecer un enriquecedor diálogo con personas conocedores del tema.

Es en este sentido, donde los estudiantes colaboradores con el Comité Técnico de Normalización deben desarrollar su capacidad para el establecimiento correcto, adecuado y armonioso de las relaciones interpersonales con sus compañeros de equipo y con los especialistas que aportan sus opiniones en las investigaciones de pertinencia de las normas.

El resultado del trabajo de los estudiantes ha demostrado el desarrollo de las competencias asociadas con las

relaciones interpersonales en el trato requerido para el intercambio de opiniones, experiencias y durante el proceso de organizar las gestiones necesarias para compilar los estados de opinión y propuestas de las normas que se incluirán en los programas de normalización. Incluso, la forma de elaborar las encuestas requiere de ciertas habilidades dirigidas a que las respuestas no tengan una base subjetiva y estén sustentadas en la real necesidad de una norma. La figura 3 es un ejemplo de encuesta elaborada por un alumno durante su proyecto de diploma de Ingeniería Mecánica, [8] para determinar la necesidad de elaborar una Norma Cubana dirigida a establecer orientaciones para el cálculo de la capacidad de carga estática de cojinetes de rodamiento.

Todo este proceso, requiere que el alumno reconozca la importancia de establecer una estrategia diferenciada en las relaciones interpersonales con sus compañeros de equipos, directivos de entidades de la producción y los servicios, expertos profesionales y gestores de los procesos de normalización.

La experiencia de integrar grupos estudiantiles al trabajo de normalización ha permitido comprobar el desarrollo de las relaciones interpersonales de los futuros profesionales durante el necesario enfrentamiento de la realidad que le permita de forma crítica y proactiva una relación consciente con el conjunto de personas influyentes en las decisiones que promuevan la elaboración de una norma práctica, válida y apegada al consenso de lo mejor de la producción y los servicios de la actualidad.

Utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones

La computación, la informática, los sistemas de redes, el control automatizado, el correo electrónico, la multimedia, son entre otras, los objetos y bases de las tecnologías de la información y las comunicaciones y constituyen actores fundamentales del progreso socioeconómico. El desarrollo vertiginoso de estas tecnologías está ejerciendo una gran influencia en las relaciones económicas, políticas y sociales de la humanidad.

En particular, la incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones a los procesos educativos en la Universidad ha implicado cambios trascendentales en las esferas de su actividad. Las modificaciones en el proceso educativo han incluido transformaciones de los modelos de enseñanza aprendizaje con evoluciones de las competencias pedagógicas y tecnológicas de los profesores, los programas curriculares universitarios y el modo de funcionar de las instituciones académicas. En la ingeniería moderna, la utilización eficiente de las tecnologías de la información y la comunicación constituye una actividad de primer orden en las competencias demandadas por los profesionales actuales, si se tiene en cuenta que, a través de ella, se logra un mejor manejo de los procedimientos de captación y almacenamiento de información especializada y actualizada; el procesamiento adecuado de la información; la producción y divulgación del conocimiento y la información; así como se refuerza la comunicación y el trabajo colaborativo entre los grupos de especialistas.

Encuesta

Objetivo: Determinar necesidad de Norma Cubana para cálculo de carga estática en rodamiento.
 Institución u Organismo al que pertenece: _____
 Cargo que desempeña: _____
 Nombre (opcional): _____

1. ¿Usa normas o manuales para la selección correcta de los rodamientos utilizados en su trabajo?:
 Si
 No

Si su respuesta fue afirmativa:

2. Mencione cuáles utiliza: _____

3. ¿Tiene facilidad para acceder a esa información?:
 Si
 No

4. ¿Por qué vía accede?:
 Biblioteca
 Oficina de normalización
 Vínculo Web
 Departamento de información de la empresa
 Otras ¿Cuáles? _____

5. ¿Qué temas le interesaría, contengan las normas de cojinetes de rodamiento?:
 Términos y definiciones
 Capacidad de carga dinámica y durabilidad
 Intercambiabilidad
 Otros. ¿Cuáles? _____

6. ¿Favorecería la elaboración de una Norma Cubana el cálculo de la capacidad estática de rodamientos?:
 Si
 No

7. ¿Por qué?: _____

Observaciones que quiere realizar (puede emplear hojas anexas): _____

Fig. 3. Ejemplo de encuesta diseñada para determinar conveniencia de Norma Cubana.

Nuevamente, la experiencia del trabajo con los estudiantes en la normalización permite afirmar que esta actividad potencia en los futuros profesionales la competencia en la utilización de las tecnologías de información y comunicación al tener que hacer un empleo consciente del intercambio de opiniones por correo electrónico, trabajar en listas de distribución y discusión, realizar consulta de bases de datos *on-line*, compilar módulos de documentos electrónicos en ficheros ftp, elaborar documentos en formato pdf, trabajar en centros virtuales de recursos y otros de amplia distribución en internet.

La figura 4 muestra el portal Web de miembros de un centro virtual de recursos utilizado en la actividad de normalización y destinado al soporte de información sobre normas de Elementos de Máquinas y al intercambio de opinión y comentarios sobre normas en proceso. Los alumnos del grupo estudiantil de trabajo asociado al Comité de Normalización Nacional de Elementos de Máquinas son los usuarios principales del sitio y promueven el trabajo en línea de otros miembros.

El trabajo de los estudiantes en el intercambio derivado de las actividades de creación y validación de normas permite ampliar sus experiencias en el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación y reconocer a todos que los cambios derivados de la globalización han favorecido el uso de estas tecnologías como una necesidad social impuesta por el desarrollo tecnológico de la sociedad.

Uso de la computación

Desde sus inicios, el desarrollo de las computadoras electrónicas ha influido en gran medida en los procedimientos de cálculo empleados por los ingenieros.

El advenimiento de las computadoras electrónicas, propició que diferentes programas de computación basados en normas y procedimientos sustituyeran las tablas y reglas de cálculo empleadas en la ingeniería durante años, permitiendo un sustancial aumento de la rapidez y precisión de los cálculos. El auge alcanzado por las técnicas de computación y el empleo de las nuevas computadoras con procesadores matemáticos cada vez más veloces, posibilitan declarar el uso de la computación en el conjunto de competencias demandadas por los actuales profesionales.

En las últimas décadas, los nuevos sistemas de computación para auxiliar al diseño han sido empleados de forma importante en los cálculos ingenieriles, pero la variedad de sistemas computacionales y las amplias posibilidades de generación de modelos empleados en los procedimientos de ingeniería requieren de una validación de sus resultados a partir de cotejarlos con los procedimientos y normas establecidos por la práctica y la experiencia de años. Es conocido que los resultados de los nuevos sistemas CAD son generalmente muy dependientes de la forma de generación de los modelos geométricos y matemáticos, por ello, una práctica usual ha sido la validación de los resultados de estos potentes sistemas CAD con los procedimientos de cálculo derivados de las vigentes normas nacionales o internacionales.

The screenshot shows a web interface for a virtual resource center. At the top, there is a navigation bar with icons for home, lock, and help, and a URL: <http://cvr.cujae.edu.cu/crecursos.asp>. Below the navigation bar are tabs for 'miembros', 'información', 'recursos', 'taller', and 'configuración'. On the left side, there is a sidebar with a 'Nivel: Experto' indicator and a 'facilitador' button. Below this are several menu items: 'Registrarse', 'Página Personal', 'Datos Personales', 'Grupos de Trabajo', 'Procesar Solicitudes', 'Lista de Miembros', 'Avisos', and 'Calendario'. The main content area is titled 'LISTADO DE MIEMBROS' and features a 'Ver foto' button. Below this, there are several user avatars represented by colored boxes with initials: AL-BA, BE-CE, CH-DO, DO-GO, GO-KI, LA-MA, ME-PA, PI-RO, RO-VE, and VE-WI. A list of members follows, each with a role label (usuario or miembro) and a name: Alfonso Acosta, Alejandro; Alfonso Pardo, José Alberto; Alzamendi, Carlos; Antezana Lopez, Javier Armando; Arce, Erick; arguelles torres, liusvet; Astorga, Eligio; Barragán Castellanos, Leandro; Barreto, Freydell; and Bastianello, Horacio.

Fig. 4. Centro virtual de recursos para el trabajo en temas de Elementos de Máquinas.

La experiencia de integrar grupos estudiantiles al trabajo de normalización ha permitido incluir en los trabajos científicos de los alumnos un importante vínculo entre los procedimientos declarados en las normas y la convergencia de los modelos matemáticos o geométricos que emplean en sus investigaciones de ingeniería aplicada.

Son varios los ejemplos de excelentes trabajos de curso y diploma de fin de carrera que han desarrollado los alumnos asociados a los comités técnicos de normalización donde se destaca la maestría con que aplican importantes métodos modernos de cálculo y simulación, como el método de los elementos finitos, la técnica de grafos y resolvers de modelos matemáticos. La figura 5 muestra los datos previos de partida requeridos por un programa de computación para el cálculo de engranajes cónicos según Normas AGMA desarrollado por alumnos de 4to. año de la carrera de Ingeniería Mecánica.



Fig. 5. Portada del programa de computación para el cálculo de engranajes según Normas AGMA.

Dominio de los fundamentos y conocimientos teóricos y prácticos de la profesión

La actividad de normalización es la mayoría de las veces un proceso creativo condicionado por tomas de decisiones. En ocasiones, las decisiones son tomadas con poca información y otras con exceso de información y a menudo contradictorias. Por consiguiente, se requiere de un muy buen dominio de los fundamentos y conocimientos teóricos y prácticos de la profesión que aplican al campo de la normalización en que se ejecuta la acción de creación o revisión de una norma. En este sentido, tiene gran influencia en el trabajo de normalización el nivel de conocimiento que se tenga en el momento que se propone y discute la norma sobre un tema en particular. Una norma puede ser correcta en una situación real para un contexto y tiempo determinado,

pero convertirse en una norma insuficiente o contradictoria cuando aumenten los niveles del conocimiento, la tecnología y las exigencias sobre el tema objeto de estudio. Esta situación, ha creado la necesidad que las normas deban ser revisadas luego de su aprobación en un plazo prudencial cercano a los 5 años.

En esta situación, mucha validez tiene el resultados del trabajo de los grupos estudiantiles vinculados a los comités técnicos de normalización y orientados al desarrollo de modelos matemático-físicos alternativos, programas de computación con aplicación de los procedimientos normados, análisis de casos reales de fallo o buen comportamiento de elementos, componentes o sistemas objetos de normalización. En la figura 6 se muestra un ejemplo de un modelo [12] desarrollado por alumnos de 5to. año de la carrera de Ingeniería Mecánica por el método de los elementos finitos que permitió evaluar los esfuerzos que surgen en engranajes cilíndricos y valorar los resultados obtenidos por la Norma ISO 6336-3.

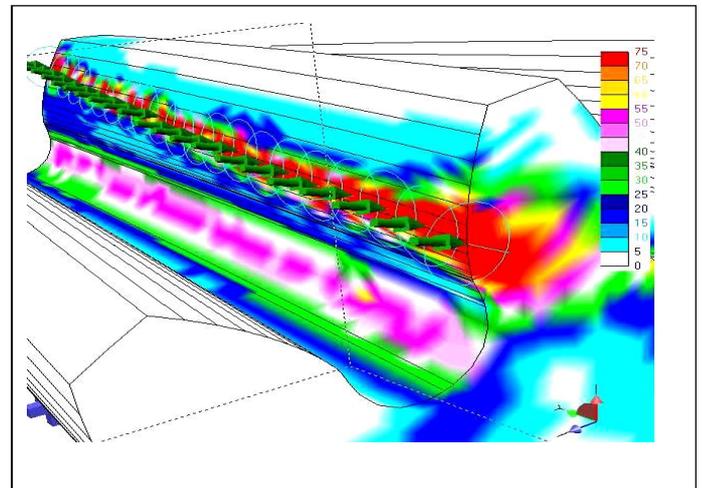


Fig. 6. Modelo elaborado por el método de elementos finitos para validación de Norma ISO.

La práctica académica y de la ingeniería aplicada ha permitido corroborar que el desarrollo de trabajos extracurriculares dirigidos a verificar la convergencia de las normas con los resultados prácticos esperados tienen una gran aceptación por los alumnos en la ejecución de tareas de investigación extraclases, proyectos de curso y proyectos de diploma, que por demás, permiten que el estudiante fortalezca sus competencias en los fundamentos y conocimientos teóricos y prácticos de su futura profesión.

Visión interdisciplinaria

Las bases del conocimiento y de la habilidad práctica son muy amplias. Son muchas las disciplinas que deben convergir para el desarrollo de un profesional competente. Por ejemplo, la Ingeniería Mecánica implica a varias disciplinas de amplio espectro como Procesos Tecnológicos, Máquinas Industriales, Energía Térmica, Mecánica de los Sólidos, Mecánica de los Fluidos, Electricidad, Automática, entre otras. Esta situación demuestra que la solución de los problemas actuales en la ingeniería se resiste a un enfoque especializado.

De igual forma, el desarrollo de una norma no es un caso aislado, requiere de un conocimiento de la interrelación del objeto de la normalización con los factores interactuantes. Es muy importante un análisis de sistema y de concurrencia del conocimiento amplio y general. No es de extrañar, y de hecho ocurre, que muchas normas se interrelacionen con otras de diferentes campos, y además requieran en el trabajo de normalización de la convergencia de diferentes ramas del saber. Esta situación permite al estudiante un reconocimiento de las limitaciones que introduce la escasez de una visión interdisciplinaria y crea la necesidad en el alumno de ampliar sus conocimientos mediante el estudio de otras disciplinas que complementen su capacidad de análisis en sistema.

El trabajo en la normalización potencia en los estudiantes la competencia de una visión interdisciplinaria global a corto y mediano plazo sobre los aspectos sociales, económicos, tecnológicos y ambientales vinculados al ejercicio de su profesión. La práctica de la vinculación de los grupos estudiantiles de trabajo científico a los comités técnicos de normalización en tareas propias de propuestas de nuevas normas y/o validación de otras en existencia ha demostrado que para lograr una norma funcional, el estudiante debe ser capaz de entrelazar su fuente de creatividad, la habilidad de comunicación y la destreza para resolver problemas con el conocimiento de la tecnología y sus principios fundamentales, aunado con el efectivo uso de las recurrentes herramientas ingenieriles como las matemáticas, la estadística, la computación y la gráfica.

ALGUNOS RESULTADOS DE GRUPO DE ESTUDIANTES VINCULADOS AL DESARROLLO DE TRABAJOS DE NORMALIZACIÓN

En sentido general, los autores de esta experiencia y posteriormente los empleadores de los jóvenes ingenieros valoran de muy positiva la vinculación del trabajo curricular y extracurricular de los alumnos de carreras de ingeniería al conjunto de funciones que desarrollan los comités técnicos de normalización.

Debe señalarse, que la vinculación de los estudiantes al trabajo de los comités técnicos de normalización, además de mejorar la capacidad de los jóvenes graduados para concretar el desarrollo del trabajo profesional en grupo y sus competencias profesionales básicas, potencia los buenos resultados académicos de los estudiantes durante el cursar de su carrera y les permite la obtención de resultados superiores al promedio de los jóvenes graduados en la carrera. Un ejemplo de la anterior afirmación, se observa en los resultados compilados y reflejados en la figura 7, que reportan para los estudiantes en actividades de normalización valores de promedio académico superiores a la media de los graduados en los cursos de la carrera de Ingeniería Mecánica.

Adicionalmente, se reportan comentarios y opiniones favorables de los empleadores de aquellos alumnos que integraron los grupos asociados al Comité Técnico de Normalización de Elementos de Máquinas, que además ejercen su profesión en puestos de trabajos de instituciones y ministerios priorizados por los planes gubernamentales, lo que demuestra el positivo aporte en el proceso de reproducción social de los jóvenes profesionales. En la actualidad, algunos de los jóvenes graduados insertados anteriormente en las acciones de un Comité Técnico de Normalización cumplen sus funciones profesionales como: profesores de la Facultad de Ingeniería Mecánica, expertos del Ministerio del Interior (MININT) en temas de desastres, ingenieros del Instituto de la Aviación Civil Cubana (IACC), ingenieros del Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) y especialistas de la Agencia Cubana de Derecho de Autor Musical.

CONCLUSIONES

Los resultados y experiencias de 15 años de trabajo en la normalización nacional e internacional de Elementos de Máquinas han promovido una fuerte integración del trabajo académico entre profesores y alumnos del área de Ingeniería Mecánica en la Escuela Politécnica Superior de Zamora, España y en el Instituto Politécnico José Antonio Echeverría en La Habana, Cuba.

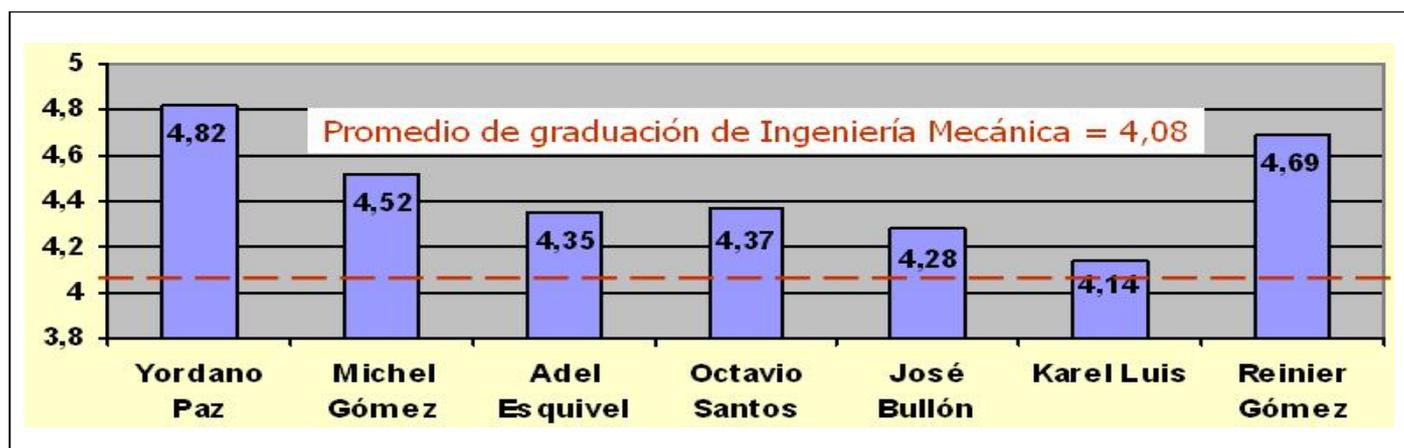


Fig. 7. Promedios de notas al concluir los estudios de la carrera de Ingeniería Mecánica de algunos alumnos que integraron los grupos de estudio e investigación asociados al Comité Técnico de Normalización de Elementos de Máquinas (cursos 2005-06 y 2006-07).

Han sido y son relevantes los aportes del trabajo interactivo de profesionales y estudiantes de las carreras de ingeniería en los Comités Técnicos de Normalización en la formación de competencias profesionales básicas como: buena comunicación y colaboración, utilización de la computación, y las tecnologías de información y comunicación, visión interdisciplinaria y dominio de los fundamentos y conocimientos teóricos y prácticos de la profesión.

Se demuestra que las competencias profesionales básicas pueden ser potenciadas durante la formación profesional con la introducción en el proceso educativo de determinadas actividades prácticas-profesionales asociadas con el trabajo de gestión y elaboración de normas nacionales e internacionales. En este sentido, la actividad de práctica en un ámbito académico en que se incluya una reproducción de los frecuentes problemas de la profesión y la inserción de los alumnos por determinados períodos de tiempo en los procesos productivos reales de fábricas, talleres y empresas afines a la ingeniería es, sin lugar a dudas, un marco propicio para potenciar la formación y desarrollo de las necesarias competencias profesionales que demanda el actual contexto de acción del joven graduado de las carreras de Ingeniería.

REFERENCIAS

1. **IÑIGO BAJOS, E. et al.** "El proceso de reproducción social de los jóvenes profesionales en Cuba. Análisis de su impacto en los graduados de 1996 al 2000". Informe al Ministerio de Educación Superior de Cuba. Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior. Universidad de La Habana. Ciudad de La Habana, Julio 2003. 20 pp.
2. **PERDOMO PÉREZ, D.** "Perfeccionamiento del plan de estudios de la Carrera de Ingeniería Mecánica - Plan D". Informe a la Comisión Nacional de la Carrera de Ingeniería Mecánica. Facultad de Ingeniería Mecánica. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Ciudad de La Habana, Mayo, 2004. 15 pp.
3. **COURT, A. W. et al.** "A Survey of Information Access and Storage Amongst Engineering Designers". School of Mechanical Engineering. The University of Bath. Information Report. ISBN 1 85790004 9. July, 1993. 30 pp.
4. ASME Staff. *Just prioritizing a century of accomplishments becomes something of an engineering feat* [en línea]. ASME News. [ref. de Marzo de 2000]. Disponible en Web: <http://www.asmenews.org/archives/backissues/march/features/century.html>
5. **PÉREZ ACOSTA, O. G.** "Propuesta de normas cubanas para módulo y perfil de cremallera básica para engranajes". Director: Gonzalo González Rey. Proyecto de Curso. Facultad de Ingeniería Mecánica. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Ciudad de La Habana, Julio, 2007. 62 pp.
6. **RODRÍGUEZ LINARES, H.** "Análisis de seguridad del cable según normas de referencia en equipo para parque de diversiones". Directora: María Eugenia García Domínguez. Proyecto de Curso. Facultad de Ingeniería Mecánica. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Ciudad de La Habana, Junio, 2008.
7. **HECHEVARRIA MOLINA, O.** "Propuesta de Norma Cubana: Cojinetes de rodamiento - Capacidad de carga dinámica, a partir de la adopción de la norma ISO 281: 2007". Directora: Alejandra García Toll. Trabajo de Diploma. Facultad de Ingeniería Mecánica. Ciudad de La Habana, Julio, 2008.
8. **ESQUIVEL DUQUE, A.** "Propuesta de Norma Cubana: Cojinetes de rodamiento - Capacidad de carga estática, a partir de la adopción de la norma ISO 76: 1999". Directora: Alejandra García Toll. Trabajo de Diploma. Facultad de Ingeniería Mecánica. Ciudad de La Habana, Julio, 2005. 102 pp.
9. **FLORES IGLESIAS, Á. y DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ, J.** "Proyecto de programación de una macro para el diseño de engranajes y posterior estudio de tensiones". Trabajo de Diploma. Director: Pablo Frechilla. ESP. de Zamora, Universidad de Salamanca. Zamora. España, Junio, 2004.
10. **GONZÁLEZ REY, G.** "10 Años de trabajo en la normalización internacional de engranajes". En *Memorias del Forum Provincial de Ciencia y Técnica en Ciudad de La Habana*. Formato electrónico pdf en CD. Ciudad de La Habana. Octubre, 2004.
11. ————. "Experiencias y Resultados del Trabajo como Experto en la Normalización Internacional de Engranajes". En *Memorias del 6to. Taller Nacional de Proyectos de Ingeniería y Arquitectura. Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba*. Formato electrónico pdf en CD. Ciudad de La Habana. Diciembre, 2004.
12. **PINTO MARTÍN, I. y RAMOS GUILLOU, D.** "Determinación de tensiones mediante la aplicación de elementos finitos en engranajes". Trabajo de Diploma. Director: Pablo Frechilla. ESP. de Zamora, Universidad de Salamanca. Zamora, España, Julio 2005. 171 pp.

AUTORES

Gonzalo González Rey

Ingeniero Mecánico, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Auxiliar, Facultad de Ingeniería Mecánica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba. Presidente del Comité de Normalización Cubano de Elementos de Máquinas. Miembro Académico AGMA e ISO/TC60.

Alejandra Elena García Toll

Ingeniera Mecánica, Máster en Ciencias, Profesora Auxiliar, Centro de Estudio de Ingeniería de Mantenimiento, Facultad de Ingeniería Mecánica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba. Miembro del Comité de Normalización Cubano de Elementos de Máquinas.

Pablo Frechilla Fernández

Ingeniero Mecánico, Catedrático del Departamento de Ingeniería Mecánica y Civil. Escuela Superior Politécnica de Zamora. Universidad de Salamanca. España.

María Eugenia García Domínguez

Ingeniera Mecánica, Máster en Ciencias, Profesora Auxiliar, Facultad de Ingeniería Mecánica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba. Miembro del Comité de Normalización Cubano de Elementos de Máquinas.

The Activity of Standardization and the Development of Professional Competence in Engineering Students

Abstract

The following article shows that work done on the standardization results in the cultivation of professional competence among engineering students. In particular, professional competence can be considered as: good communication and interpersonal skills, computer literacy, ability to work in team and to dominate well those principles and practices that define a good professional. Also, the Standardization Cuban Committee of Machine Elements (CTN-108) shows that it helps to instil professional competence in those students of the career mechanical engineering.

Key words: professional competence, standardization, learning, mechanical engineering