

APLICACIÓN DEL MODELO DE FORMACIÓN POR COMPETENCIAS EN INGENIERÍA MECÁNICA. CASO: PROCESOS DE MECANIZADO

APPLICATION OF A COMPETENCY-BASED TRAINING MODEL IN MECHANICAL ENGINEERING. A CASE STUDY IN MECHANIZED PROCESSES

APLICAÇÃO DO MODELO DE FORMAÇÃO POR CAPACIDADES EM ENGENHARIA MECÂNICA. CASO: PROCESSOS DE MECANIZADO

ABRAHAM FARIÁS FLORES
afarias@utalca.cl
EUGENIO GONZALO SALINAS S.
gsalinas@utalca.cl
Universidad de Talca, Facultad de Ingeniería.
Departamento de Tecnologías Industriales.
Curicó. Chile.

Fecha de recepción: 01 de noviembre de 2010
Fecha de aprobación: 29 de abril de 2011



Resumen

La Universidad de Talca (Chile) decidió adoptar el modelo de formación por competencias, lo que implica la adecuación del diseño de los módulos a dicho modelo. Este trabajo muestra cómo se han aplicado conceptos y planteamientos de diversos autores en el diseño del módulo Procesos de Mecanizado (de Ingeniería) para el logro de las competencias. La experiencia muestra que la preparación del módulo exige al docente realizar un aprendizaje sobre temas pedagógicos, contextualizar los temas a las competencias de entrada de los estudiantes y elaborar un plan de actividades coherente con las competencias propuestas.

Palabras clave: innovación metodológica, rediseño curricular, formación por competencias.

Abstract

The University of Talca (Chile) has adopted the competency-based training model. This has resulted in a model adequacy of module design for the new model. In this study, the application of concepts and new trends in the area of Mechanized Processes for Engineering is shown. Experience reveals that the module design requires the teacher to know pedagogical areas, put topics in real contexts to reinforce student competencies, and make an activity plan based on these competencies.

Keywords: teaching methodological innovation, curricular design, competency-based training.

Resumo

A Universidade de Talca (Chile) decidiu adotar o modelo de formação por capacidades, o que implica a adequação do desenho dos módulos a esse modelo. Este trabalho mostra como tem-se aplicado conceitos e explicações de diversos autores no desenho do módulo Processos de Mecanizado (de Engenharia) para o logro das capacidades. A experiência mostra que a preparação do módulo exige ao docente realizar um aprendizagem sobre temas pedagógicos, contextualizar os temas às competências de entrada dos estudantes e elaborar um plano de atividades coherente com as competências propostas.

Palavras-chave: inovação metodológica, redesenho curricular, formação por capacidades.

INTRODUCCIÓN



En el año 2003, la Universidad de Talca se planteó la necesidad de modificar el proceso de formación del pregrado, en términos de implementar un nuevo enfoque curricular con nuevas metodologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje y que buscara desarrollar en el alumno el pensamiento experto y la comunicación efectiva dentro de un marco de complejidad.

Mediante una resolución de Rectoría de fecha 18 de enero de 2005, se aprobaron el nuevo perfil genérico y la estructura curricular del grado de Licenciatura y título profesional para las distintas carreras que imparte la Universidad de Talca, cuyo objetivo general es “Introducir innovaciones curriculares que hagan posible instalar en la formación de los estudiantes de pregrado las competencias más significativas requeridas para un desempeño profesional exitoso y que marque liderazgo” (*Perfil genérico y estructura del primer ciclo de las licenciaturas de la Universidad de Talca, Chile, 2004*). En esta estructura curricular se definen en términos generales los ciclos formativos, las líneas curriculares de cada uno de ellos y, en particular, la línea de formación fundamental o genérica con sus competencias asociadas.

Este nuevo modelo educativo, basado en el desarrollo de competencias, se implantó a partir del año 2006 en todas las carreras y programas de pregrado que imparte la Universidad de Talca, en el marco del denominado proyecto de rediseño curricular, que considera los siguientes aspectos:

- Centrar en el estudiante la responsabilidad de construir y estructurar su conocimiento, asignando a los

docentes un rol de facilitadores, guías y motivadores de este aprendizaje.

- Lograr una coherencia entre los objetivos docentes, los planes de estudio y los procesos formativos.
- Asignar a los estudiantes una carga adecuada de trabajo académico, que les permita compatibilizar su condición de estudiantes y jóvenes.
- Utilizar las nuevas tecnologías de información y comunicación para facilitar el proceso formativo de los estudiantes.
- Obtener un equilibrio entre las actividades docentes teóricas y prácticas, con miras a alcanzar las capacidades y competencias requeridas.
- Incrementar la interactividad en el proceso de aprendizaje durante el periodo lectivo.
- Incorporar a la formación de los estudiantes el sentido de la responsabilidad social.

Las competencias genéricas o fundamentales, comunes a todas las carreras, se definieron tomando en consideración la información existente en diferentes estudios realizados en Europa y las indicadas hasta ese momento en el Proyecto Tunning, América Latina (2005). Estas competencias se agruparon en los cuatro dominios siguientes: desarrollo personal, comunicación efectiva, desarrollo del pensamiento y formación ciudadana, como se indica en el *Perfil genérico y estructura del primer ciclo de las licenciaturas de la Universidad de Talca, Chile (2004)*.

A su vez, cada carrera definió sus competencias específicas. Estas corresponden a las que se relacionan con el perfil y las herramientas particulares de cada profesión. En su desarrollo concurren conocimientos seleccionados, habilidades específicas y valores reflejados en actitudes y comportamientos profesionales.

Para ello se realizó un proceso que se inició con la recopilación y análisis de experiencias de universidades europeas y latinoamericanas. Este se complementó mediante rondas de consultas a empresarios y exalumnos, con el objeto de definir los dominios o ámbitos en que se desenvuelve el profesional en su práctica laboral, para así definir las competencias requeridas a partir de los dominios. Este proceso se describe en detalle en Corvalán y Hawes (2005).

Este nuevo escenario curricular ha planteado al equipo docente de la Universidad de Talca el enorme desafío provocar, aplicando el modelo de competencias, un cambio significativo en los módulos impartidos. Y para los do-

centes de ingeniería el desafío es aún mayor: su formación profesional no contempla aspectos pedagógicos de carácter formal, por lo que estos aspectos teóricos les son nuevos y ello incide, de alguna manera, en su resistencia para involucrarse en el cambio. Esto es un factor importante, ya que dificulta la implementación de las adaptaciones que requiere el modelo por competencias. Por lo tanto, lo que para un profesional de la educación podría ser básico, no lo es, necesariamente, para un profesional de ingeniería que cumple el rol de docente en la Universidad de Talca.

Para subsanar las dificultades que implica el proceso de implementación del modelo por competencias, la Universidad de Talca creó el Centro de Innovación y Calidad de la Docencia (CICAD), que es el encargado de asesorar permanentemente, a través de talleres y seminarios, sobre diversas metodologías pedagógicas. Junto con ello, creó un programa de habilitación docente. Este programa busca desarrollar en los académicos de la Universidad de Talca las competencias pedagógicas específicas, en su dimensión curricular, didáctica y evaluativa, requeridas para implementar la transformación curricular. Paralelamente, se creó la Red Colaborativa Docente, cuyo objetivo es comunicar las experiencias de aprendizaje realizadas.

El presente artículo parte de la presentación de un marco teórico y del estado del arte en el tema, en el que se analizan las implicancias que para el docente tiene la aplicación del modelo de formación por competencias. A continuación, se establece el contexto de la aplicación, indicando tanto las características de la asignatura o módulo que en particular se analiza, como de los estudiantes que desarrollan el proceso de aprendizaje. Posteriormente, se presenta la innovación metodológica realizada y sus resultados. Finalmente, se realiza una discusión de éstos y se extraen conclusiones.

1. MARCO TEÓRICO

Es de suma importancia, al momento de realizar alguna innovación docente que sea coherente con el modelo de formación basado en competencias, tener en cuenta los conceptos, las características y lo que este modelo conlleva. Desde la Universidad de Talca se ha asumido una mirada de la educación por competencias que incluye la óptica de la complejidad.

Desde la firma del tratado de Bolonia en 1999, es cada vez mayor la cantidad de instituciones de educación superior que está adoptando este modelo, con la finalidad de mejorar los aprendizajes de sus estudiantes.

El Proyecto Tunning (2005) establece como uno de sus objetivos el desarrollar perfiles profesionales en tér-

minos de competencias genéricas y relativas a cada una de doce áreas de estudio, incluyendo destrezas, conocimientos y contenido en las cuatro áreas temáticas que incluye el proyecto. Pretende lograr un cambio de visión desde la perspectiva del que aprende, es decir, un cambio de paradigma: de la educación centrada en la enseñanza a la educación centrada en el aprendizaje, que significa una educación más centrada en el estudiante, una transformación del papel del educador, un cambio en el enfoque de las unidades educativas, un cambio en la organización del aprendizaje, un cambio de los inputs a los outputs.

En concordancia con lo anterior, los documentos institucionales de la Universidad de Talca, en el proyecto de rediseño curricular, señalan: “El progresivo desarrollo de las competencias requiere redefinir el rol del docente y rediseñar los métodos, medios y materiales educativos, como también los métodos de evaluación de aprendizaje, teniendo en cuenta los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes. El rol docente debe cambiar radicalmente de un transmisor de conocimiento a un facilitador de situaciones de aprendizaje. El hecho de que la reforma curricular del pregrado en la Universidad de Talca haya introducido una norma que establece que aproximadamente dos tercios de la enseñanza deben ser organizados fuera del aula, implica que el docente está obligado a organizar y evaluar dichos aprendizajes de sus estudiantes.”

Diversos autores han reportado las ventajas que implica el uso de este enfoque formativo, de los cuales resaltan los siguientes:

De acuerdo a lo reportado por Irigoien (2005), “La formación por competencias está probando ser una herramienta válida para la concreción de lo que el informe Dèlors plantea como los cuatro pilares del aprendizaje del siglo XXI: conocer y aprender a aprender, saber hacer, saber ser y saber vivir en paz con los demás (cultura de paz). La naturaleza integral de las competencias permite concretar, aunque sea en forma inicial, la aspiración de ofrecer una educación que facilite los desarrollos mencionados. La ejecución de un diseño curricular basado en competencias no puede hacerse a través de procesos de enseñanza-aprendizaje tradicionales centrado en contenidos y en la transmisión del conocimiento. Formar para las competencias no se hace en clases centradas en una exposición de contenidos y algunos ejercicios para asegurar la comprensión y, en los mejores casos, la aplicación. Sin despreciar esta estrategia, que puede ser necesaria y útil en determinadas circunstancias, la formación basada en competencias busca más bien una combinación de estrategias variadas con mucho aprendizaje colaborativo y con una facilitación de uno o más docentes –deseablemente un equipo docente– que se haga responsable de apoyar a los/las participantes para avanzar en sus propios aprendizajes.”

Respecto al concepto de *competencia*, existen en la literatura técnica numerosas interpretaciones, lo que hace complicado el trabajo de establecer una definición. En el mundo laboral ha llegado a ser sinónimo de *idoneidad, suficiencia, capacidad, habilidad, maestría o excelencia*. En Chile, la Comisión Nacional para la Modernización de la Educación ha señalado al respecto que “la competencia profesional no es la simple suma inorgánica de saberes, habilidades y valores, sino la maestría con que el profesional articula, compone, dosifica y pondera constantemente estos recursos y es el resultado de su integración”.

Corvalán y Hawes (2005) mencionan que Guy Le Boterf ha construido una conceptualización de competencia que enfatiza el saber actuar en un contexto de trabajo, combinando y movilizandolos recursos necesarios para el logro de un resultado excelente y que es validado en una situación de trabajo. Esto significa que el despliegue de la competencia no sólo depende del individuo que la demuestra, sino también del medio y de los recursos disponibles para una ejecución valiosa, dentro del marco de expectativas generadas por un ambiente socio-cultural determinado.

De igual modo, Belhot (2005) indica que “el modelo educacional está cambiando y debe afectar profesores y estudiantes en igual intensidad. El modelo instruccional, esto es, aquel basado esencialmente en la transmisión y recepción de la información, aún es muy utilizado en la educación en ingeniería. Sin embargo, es de esperarse que la aplicación única de ese modelo tenga dificultad de sobrevivencia frente a la velocidad de modificación y surgimiento de nuevas informaciones.”

El modelo de enseñanza por competencias se ha implementado en algunas universidades españolas, que están trabajando fuertemente en adaptarlo a sus actuales asignaturas, siguiendo el modelo propuesto por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), que considera como el pilar fundamental el cambio de las metodologías docentes, como lo menciona Vivaracho et al. (2007).

En el mismo contexto, Llorens y Satorré (2007) concluyen que el actor fundamental de este cambio es el propio docente, al indicar: “Es cierto que hay directivas ministeriales y documentos como los libros blancos que nos marcan el contexto curricular (el qué enseñar), y que los estatutos, las directivas de nuestras universidades y los medios de los que disponemos nos marcan el contexto institucional (el dónde enseñar) en el que forzosamente nos debemos desenvolver, pero la manera de desarrollar nuestra labor en este nuevo marco, el contexto de aprendizaje (el cómo enseñar), está completamente en nuestras manos.”

He aquí entonces el desafío al que se hacía mención en la introducción y que también en las universidades de España se ha observado, tal como lo reportan Díaz y Riesco (2008): “La incorporación de metodologías activas, siguiendo el modelo propuesto por el EEES, en detrimento de la clásica lección magistral para la adquisición de conocimientos teóricos por parte del alumno, no resulta nada fácil para el profesorado, que no estamos acostumbrados a planteamientos de este estilo en clases claramente teóricas. Resulta complicado contestar a la pregunta ¿Qué puedo yo hacer para no estar en clase hablando todo el rato? Por otra parte, otra de las exigencias a las que debemos adaptarnos es a la planificación detallada del trabajo no presencial del alumno. Hasta ahora este aspecto no se consideraba por parte del profesor, teniendo el alumno que planificar su trabajo.”

Por su parte, Valero et al. (2008) indican que la clave para conseguir mejoras en los aprendizajes de los estudiantes está en la planificación detallada de las actividades y trabajos que éstos deben realizar a lo largo del período lectivo: “Nosotros creemos que la tarea del profesor en el modelo docente centrado en el aprendizaje consiste en planificar una secuencia de actividades y entregas, de las que el alumno no pueda escapar sin haber aprendido, y conseguir que haga esas actividades y entregas. Si el alumno ha realizado esa secuencia de actividades que le van a conducir inexorablemente al aprendizaje, entonces tiene que aprobar la asignatura, y si no las ha hecho, tiene que repetirla.”

En las Facultades de Ingeniería no es fácil realizar estos cambios, por las razones indicadas por Belhot (2005), que también son mencionadas por Molina (1999), quien indica: “En Latinoamérica, las instituciones que poseen el encargo social de formar ingenieros están impregnadas aún de enfoques pedagógicos similares a los de la sociedad industrial eficientista. El claustro de estas instituciones carece en su mayoría de una sólida preparación pedagógica. Se trata de profesionales de las ramas técnicas que poseen una gran cantidad de conocimientos de su especialidad y que se limitan a la transmisión mecánica de los mismos, lo cual centra la educación en el sujeto que enseña y no en el sujeto que aprende.”

Todos los autores enfatizan que el rol del docente debe cambiar, y que es el propio docente el que debe tener la actitud necesaria y darle el sentido en sus propios contextos, como lo expresa Ríos (2007): “La docencia debería realizarse sobre una base sólida desde la cual se construya un proceso de comprensión y adaptación a esta nueva propuesta, puesto que ella implica la apropiación, por parte del docente especialista, de un saber pedagógico asociado al cambio que supone asumir un currículo basado en el desarrollo de competencias. Este saber trasciende la mera

adaptación a nuevas prácticas metodológicas; podrá configurarse cuando los actores que llevarán el cambio encuentren sentido a éste en sus propios contextos de desarrollo, puesto que trae consigo la responsabilidad de hacerse cargo, desde la diversidad que suponen las aulas universitarias, de la formación de profesionales competentes y, a la vez, comprometidos con el desarrollo humano de su contexto sociocultural.”

Tomando en consideración los aspectos anteriormente señalados y las experiencias sobre innovación docente recogidas por el autor en universidades europeas (Universidad de Deusto, Politécnica de Valencia, Politécnica de Cataluña y de Madrid), se diseñó y puso en práctica el módulo Procesos de mecanizado, dictado en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Talca, y cuyo proceso se describe en el presente artículo.

2. CONTEXTO

El perfil de egreso de la carrera de Ingeniería Mecánica considera en el área de formación básica y disciplinar tres dominios (ámbitos en los que se desempeña dicho profesional): Proyectos mecánicos y manufactura, Gestión industrial y Servicios industriales.

Una de las seis competencias específicas del dominio Proyectos mecánicos y manufactura, según la resolución universitaria 770-005, del 17 de octubre del 2005, es: “Especifica medios y métodos de fabricación”.

En este contexto se sitúa el módulo Procesos de mecanizado, que pertenece a la estructura curricular de la carrera Ingeniería Mecánica. Éste se ubica en el segundo semestre del primer año y es el primero de un total de cuatro, contemplados en el área de procesos de fabricación. En este módulo, la competencia específica de más alto nivel que se busca desarrollar es: “Especifica medios y métodos de fabricación mediante mecanizado”, lo que significa que el estudiante puesto frente a un plano de una pieza mecánica de mediana complejidad debe ser capaz de efectuar una planificación de su construcción, indicando la secuencia operativa para obtener dicha pieza y especificando la o las máquinas, equipos y herramientas que se utilizarán y las condiciones técnicas de cada uno de los procesos involucrados. También deberá ser capaz de efectuar el cálculo de tiempo de fabricación y determinar su costo.

Por lo descrito, es un módulo con fuertes componentes cognitivos y procedimentales. La dimensión cognitiva apunta a la identificación y uso de elementos presentes en los procedimientos de mecanizado, tales como máquinas, equipos, instrumentos, materiales, herramientas, etc.; además de una componente más técnica relativa a que pue-

da especificar las condiciones en que se llevarán a cabo los distintos procesos de mecanizado, utilizando para ello máquinas-herramientas convencionales. La dimensión procedimental se refiere al establecimiento de las secuencias operativas de las distintas etapas de los procesos de mecanizado para obtener una pieza determinada.

Este es el primer módulo de carácter tecnológico al que se ve enfrentado el estudiante de Ingeniería Mecánica. Ello implica que la mayoría desconoce los aspectos antes mencionados. Es importante tener en cuenta las conductas de entrada de los estudiantes durante la etapa de planificación de las distintas situaciones de aprendizaje. Cabe mencionar también que el segundo módulo de esta área se realiza al año siguiente y su propósito fundamental es que el estudiante ponga en situación las capacidades adquiridas anteriormente, para realizar trabajos utilizando las máquinas y herramientas existentes, por lo que éste es un módulo eminentemente práctico.

Otro aspecto importante es el de las características del estudiante que ingresa a la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Talca, que se deben considerar en el momento de contextualizar los aprendizajes. Según el análisis de los documentos de la Unidad de Planificación Institucional de la Universidad de Talca, el puntaje promedio obtenido por estudiantes que ingresaron a la carrera de Ingeniería Mecánica en la prueba de selección universitaria (PSU) en el año 2008 los sitúa en el penúltimo lugar de entre las 20 carreras que ofrece la universidad. Si se considera la calificación promedio obtenida por estos estudiantes en sus estudios previos al ingreso a la universidad, esta los posiciona en el último lugar. Una tercera variable es la condición socioeconómica del grupo familiar del estudiante, que es un factor relevante que los caracteriza, ya que el 69,2% de ellos proviene de hogares cuyos ingresos son menores a 270.000 pesos chilenos, equivalentes a 460 dólares estadounidenses. Esto los sitúa entre las tres carreras con estudiantes provenientes de grupos familiares con menores ingresos de la Universidad de Talca. La necesidad de contextualización de las situaciones de aprendizaje de los estudiantes se convierte en un imperativo, toda vez que se requiere tener en cuenta las conductas de entrada y sus características para sortear los posibles obstáculos que se puedan presentar en su proceso de enseñanza-aprendizaje, así como el perfil de egreso hacia el cual apuntan las competencias que se desean alcanzar.

3. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Anteriormente, el mencionado módulo se desarrollaba con una organización muy tradicional, centrada en la actividad del docente como comunicador de información. De este modo, se utilizaba como elementos

de apoyo a la enseñanza exposiciones de tipo magistral con presentaciones en Power Point de Microsoft®, ejercicios y demostraciones en la pizarra y algunos laboratorios prácticos. La calificación se realizaba con una ponderación simple de los diversos instrumentos, con un 80% de peso del componente teórico, evaluado mediante una prueba escrita; y el resto comprendía las actividades de laboratorio. Este sistema tradicional se caracterizaba por:

- Actitud pasiva del estudiante, cuya actividad principal era escuchar y anotar.
- Contenidos presentados de manera poco atractiva para el estudiante.
- Adquisición del conocimiento principalmente por transmisión del docente.
- Utilización del aula como principal espacio de aprendizaje.
 - El éxito del curso, respecto del docente, se medía por el cumplimiento de su programa y no por el aprendizaje obtenido por los estudiantes.
- Aprendizaje obtenido de poco alcance en el tiempo.
- Aprobación respecto del promedio de las calificaciones de cada unidad.
- Insatisfacción del docente por los logros alcanzados.
- Insatisfacción del estudiante por la dinámica del curso.

La estrategia metodológica seguida en el rediseño o adaptación de este módulo a la enseñanza por competencias consistió en diseñar e implementar una serie de actividades en las que el estudiante tuviera una participación más activa y que permitiesen asegurar, con un alto porcentaje de éxito, el logro de las competencias y capacidades declaradas para cada unidad de aprendizaje indicadas en el Syllabus.

Dicha estrategia se basa en la aplicada por la Escuela Politécnica de Castelldefels (España), denominada *método del PIGMALION*, acrónimo que significa “**P**iénsate un **p**rograma de actividades de las que el **a**lumno no pueda escapar **s**in haber aprendido, consigue que haga esas actividades y, si llega al final, **e**ntonces apruébalo” (Valero et al., 2008). Las actividades diseñadas se basan principalmente en:

- Utilización de nuevos espacios de aprendizaje.
- Diseño de nuevos laboratorios.

- Trabajo colaborativo para desarrollo de algunos temas, con posterior presentación de éstos.
- Planificación del trabajo autónomo del estudiante.
- Diseño de recursos didácticos, puestos en una plataforma virtual, para potenciar el autoaprendizaje.
- Potenciar el trabajo en equipo.
- Trascender de una lógica de calificación a otra de evaluación.

El instrumento en el que se declaran las distintas competencias, capacidades, estrategias metodológicas, actividades y mecanismos de evaluación es el denominado Syllabus. Para su construcción la Universidad de Talca dispone de un formato estándar sobre el cual se trabaja en los distintos ítems considerados. En él se registra, entre otras, la siguiente información:

- Número de créditos ECTS.
- Nivel.
- Requisitos.
- Competencias declaradas
- Contribución del módulo a la formación.
- Capacidades secuenciadas declaradas.
- Propósito declarado del aprendizaje del módulo.

En particular, las capacidades asociadas a la competencia que se desea alcanzar en este módulo son:

- a) Reconocer o identificar máquinas, equipos y herramientas asociados a los procesos de mecanizado convencionales más utilizados en la industria.
- b) Utilizar instrumentos de medición para el control dimensional de las piezas.
- c) Comprender la funcionalidad de los mecanismos presentes en las máquinas- herramientas.
- d) Especificar los materiales más frecuentes utilizados en mecanizado.
- e) Describir los procedimientos operativos de los principales procesos de arranque de viruta (taladrado, torneado, cepillado, fresado).

f) Reconocer y especificar las herramientas de corte adecuadas para cada proceso de mecanizado.

g) Especificar las condiciones o parámetros técnicos correctos de cada proceso de mecanizado.

h) Elaborar una secuencia de fabricación de una pieza o componente mecánico simple.

i) Determinar tiempos y costos de fabricación de un componente mecánico simple.

A su vez, las competencias genéricas o fundamentales consideradas corresponden a las de tipo instrumental. En este caso son:

a) Expone ideas en forma oral frente a audiencias diversas y responde a sus observaciones.

b) Presenta ideas bajo un formato gráfico o icónico (no verbal), utilizando diversos recursos: paneles, presentaciones en Power Point de Microsoft®, mapas conceptuales, etc.

c) Trabaja en equipo, prepara y presenta un informe formalmente correcto y sustantivamente consistente.

Con esta información se estructuran las unidades de aprendizaje, las metodologías, las actividades, los logros de desempeño y el mecanismo de evaluación. En la figura 1 se muestran las actividades consideradas para cada unidad de este módulo.

Para el diseño de cada actividad se contemplaron los siguientes aspectos:

- Descripción de la actividad.
- Herramienta metodológica.
- Objetivos de la actividad.
- Competencias específicas.
- Competencias genéricas.
- Logros de desempeño.
- Criterios de evaluación.

A modo de ejemplo, en las tablas 1 y 2 se presentan dos de las diez actividades consideradas para este módulo, en relación con los aspectos mencionados anteriormente.

Como resultado de la aplicación de este nuevo esquema, el 30% de las horas presenciales disponibles para el

módulo analizado corresponde a las actividades mencionadas, es decir, participación directa del estudiante. El 55%, a clases de tipo magistral, y un 15% corresponde al tiempo empleado en las evaluaciones. El equipo de trabajo responsable del módulo está formado por el docente a cargo, un técnico en máquinas-herramientas y un alumno ayudante.

4. DISCUSIÓN

Los resultados alcanzados con la implementación del enfoque por competencias pueden ser discutidos desde diversas ópticas, siendo las más relevantes las siguientes:

En relación con la modalidad de formación, se puede indicar que al implementar el método de competencias es posible definir claramente qué estrategias, metodologías y actividades debe utilizar el docente para que los estudiantes puedan alcanzar las competencias y capacidades declaradas, lo que obviamente facilita el proceso de evaluación.

Respecto a los estudiantes, se constató un aumento de su participación directa durante el proceso de aprendizaje. Como se mencionó, el 30% de las horas lectivas corresponden a actividades realizadas por los mismos estudiantes. Durante su desarrollo, ellos manifestaron su aprobación a las actividades diseñadas, ya que a través de ellas pudieron visualizar mejor lo que son capaces de hacer con los conocimientos que poseen. Las imágenes 1, 2, 3 y 4 muestran a algunos estudiantes realizando actividades del módulo rediseñado.

El sistema de evaluación fue más variado y se adaptó a las nuevas condiciones, en las que lo relevante es comprobar el logro de las competencias. Se dispuso de una diversa gama de instrumentos de evaluación, tales como pruebas de ensayo, trabajos de laboratorio, elaboración de informes, trabajo colaborativo, etc., que permiten tomar una mejor decisión respecto a la aprobación o reprobación de un determinado estudiante en cada unidad y módulo, según haya desarrollado o no las competencias definidas como conductas de salida. La figura 1 muestra el diagrama de actividades consideradas.

Con respecto a los porcentajes de estudiantes aprobados, no se presentó un cambio significativo en relación con el sistema anterior: en ambas modalidades el porcentaje de aprobación de las últimas tres cohortes varió entre 70% y 80%. Empero, sí fue posible determinar una mejora cualitativa, ya que los estudiantes sujetos a la nueva modalidad estuvieron sometidos a mayores niveles de exigencia y sus calificaciones finales fueron mejores. En la modalidad anterior, el nivel de exigencia para obtener la nota mínima de aprobación era de un 50% y la calificación final del módulo se obtenía por el

simple promedio de cada unidad. En la actual modalidad, cada unidad debe aprobarse por separado y el nivel de exigencia subió a un 60% respecto al óptimo. Tales resultados garantizan una mejor certificación del grado de apropiamiento y desarrollo de las capacidades indicadas en el módulo. Esta mejora cualitativa se aprecia en el gráfico 1, que presenta resultados para las cohortes del 2006, 2007 y 2008, en las que se ha aplicado el nuevo método. Allí se aprecia que las calificaciones del rango más alto subieron significativamente.

Cabe mencionar que el plan curricular considera dos instancias posteriores (módulos integradores) en las que el estudiante debe poner en práctica las competencias adquiridas en éste módulo y en otros. Estas instancias permiten evaluar en definitiva en qué medida el proceso ha tenido éxito.

Considerando la perspectiva de los estudiantes, éstos durante el desarrollo del módulo realizan una evaluación al docente a cargo, sobre distintos criterios que define la Universidad de Talca. Los resultados mostraron que existió una mejora en las calificaciones del docente y una mejora cualitativa en la forma de abordar el módulo. De facto, los comentarios negativos sobre la falta de dinámica del curso desaparecieron. No obstante lo anterior, aparecieron críticas relativas a la percepción, por parte del estudiantado, de que el módulo contiene demasiadas actividades.

Finalmente, cabe indicar que los estudiantes realizaron una autoevaluación de su desempeño, a través de una encuesta que se responde durante el año lectivo siguiente de aprobado el módulo. Esta autoevaluación busca determinar los niveles de logro alcanzados por los estudiantes en las capacidades específicas declaradas en el módulo. La forma de la encuesta es la siguiente:

Nivel 1	Me declaro incompetente.
Nivel 2	Creo saber menos de lo básico y tendría bastantes problemas para demostrar la capacidad.
Nivel 3	Creo poder demostrar lo básico de la capacidad. Tengo todavía algunas dudas.
Nivel 4	Creo poder demostrar gran parte de lo que expresa la capacidad.
Nivel 5	Me declaro experto y puedo demostrarlo a cualquier persona.

El gráfico 2 muestra los resultados de las autoevaluaciones de los estudiantes de las tres cohortes que han desarrollado su proceso de aprendizaje a través del mo-

delo de enseñanza por competencias. De él se desprende que el 87% de los estudiantes considera que alcanzó las capacidades que le permitirán demostrar la competencia específica de este módulo.

Respecto a las competencias genéricas con las que se trabajó, si bien no se hizo encuesta, se constató en las actividades desarrolladas que en general los estudiantes son capaces de trabajar por sí solos un tema específico y presentarlo de manera formal frente a sus compañeros, respondiendo preguntas del auditorio. También demuestran destreza para relacionar conceptos y plasmarlos en un mapa conceptual. Se observó, además, que existen falencias en la presentación de informes técnicos, en particular respecto a la estructura y rigurosidad con que se deben realizar.

5. CONCLUSIONES

El pasar de un modelo tradicional basado en contenidos y en transmisión de conocimientos por parte del docente a un modelo de formación por competencias en ingeniería, representa un desafío muy importante para los docentes de esta disciplina, considerando que todos ellos son expertos en sus distintas especializaciones, pero no necesariamente poseen formación pedagógica formal que les facilite realizar y aceptar este cambio metodológico.

La realización de innovaciones metodológicas acordes con el modelo de competencias conlleva un proceso muy complejo, ya que en primer término se requiere que el docente se encuentre adecuadamente motivado, a fin de que asuma el desafío personal de involucrarse en un proceso de aprendizaje de temas pedagógicos que inicialmente, al menos en el área de ingeniería, le son desconocidos; dichos temas serán las herramientas indispensables que le permitirán contextualizar en su realidad particular la temática del módulo, y así poder esbozar planes de actividades coherentes con las competencias y capacidades declaradas para tal módulo, que conformarán las conductas de salida de los estudiantes.

La experiencia realizada permitió determinar que el elemento más importante es que exista la voluntad por parte del docente de iniciar este proceso, el cual se va perfeccionando a medida que se avanza en él. En el caso presentado, y por las características del módulo, se decidió adoptar una metodología basada en el diseño de una serie de actividades en las que el estudiante tuviera una participación más activa, permitiendo asegurar de la mejor manera posible el logro de las competencias y capacidades mínimas declaradas para cada unidad de aprendizaje y para el módulo como conjunto.

La respuesta de los estudiantes a esta metodología fue positiva. Algunas actividades que a priori pudieran no parecer muy importantes desde la perspectiva del docente, para los estudiantes sí representan experiencias muy significativas, que favorecen su aprendizaje y les permiten participar directamente de su proceso de apropiación y desarrollo de nuevas capacidades y competencias.

Para el docente significa una carga de trabajo adicional importante, que comienza con la construcción del Syllabus de los módulos, donde debe expresar en términos de competencias y no por contenidos las conductas de salida esperadas de los estudiantes. Este trabajo es fundamental, ya que al quedar ahí explícitas las competencias y capacidades que se deben alcanzar, se puede desarrollar una plani-

ficación curricular más adecuada. Además, el Syllabus permite al docente establecer el o los mecanismos evaluativos necesarios para asegurar que los estudiantes han alcanzado un grado mínimo de apropiación y desarrollo de capacidades y competencias, que les permitan ser promovidos de módulo y tener éxito en los módulos siguientes.

Puede que los avances alcanzados en un primer momento no sean todo lo espectaculares que se deseen y, aun más, que sean difícilmente mensurables en términos tanto cualitativos como cuantitativos; pero lo más importante en este proceso es atreverse a efectuar las primeras innovaciones y luego perseverar en ellas, con el fin de perfeccionarlas, teniendo en cuenta la respuesta que a éstas presenten los estudiantes. ©

Abraham Farías Flores

Ingeniero Civil Mecánico. Master en Ingeniería. Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca. Docente en la Universidad Técnica del Estado, sede Talca. Profesor Asistente a cargo de los cursos del área de procesos de fabricación. Obtiene el grado académico de Maáster en Ingeniería y producción asistida por computación, de la Universidad Politécnica de Cataluña, España.

Eugenio Gonzalo Salinas S.

Prof. Dr.-Ing. posee una experiencia en la enseñanza universitaria en el área ingeniería de 26 años. Ingeniero Civil Mecánico de la Universidad Técnica del Estado de Chile. Instructor en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago de Chile. Profesor Asistente a cargo de los cursos del área de Termodinámica. Máster en Planificación Empresarial del Medioambiente. Obtiene el grado académico de Doctor Ingeniero en la Technische Universität Dresden, Alemania.

BIBLIOGRAFÍA

- Belhot Vairo, Renato. (2005). *La didáctica en la enseñanza de ingeniería*. 33º Congreso Brasileiro de Enseñanza de Ingeniería, Sao Paulo (Brasil).
- Corvalán Vásquez, Oscar; y Hawes Barrios, Gustavo. (2005). *Aplicación del enfoque de competencias en la construcción curricular de la Universidad de Talca, Chile*. Recuperado el 12 de marzo de 2006, de: <http://www.gustavohawes.com/Educacion%20Superior/2005%20Aplicacion%20enfoque%20competencias%20U%20Talca.pdf>
- Díaz Fondón, Mª Ángeles; y Riesco Albizu, Miguel. (2008). *De la lección magistral al aprendizaje activo: diseño de una actividad basada en PBL*. XIV Jornadas de Enseñanza Universitaria, Granada (España). Recuperado el 8 de octubre de 2008, de: http://bioinfo.uib.es/~joemiro/aenui/procJenui/Jen2008/p479_MADiaz.pdf
- Irigoin, María. (2005). *Desafíos de la formación por competencias en la Educación Superior*. Primer Encuentro Internacional de Educación Superior: Formación por Competencias. Medellín (Colombia), 2005. Recuperado el 25 de febrero de 2008, de: http://ocu.uni.edu.pe/descargas/articulos/desafios_ formacion_competencias.pdf
- Llorens Largo, Faraón; y Satorré Cuerda, Rosana. (2007). Doce propuestas y una reflexión. Universidad de Alicante. Recuperado el 8 de octubre de 2008, de: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/757>
- Molina Álvarez, Ana Teresa. (1999). Problemática actual de la enseñanza de la ingeniería: una alternativa para su solución. *Ingenierías*, 2 (3). Recuperado el 24 de junio de 2005, de: http://www.ingenierias.uanl.mx/7/pdf/7_Ana_T_Molina_Problematica_actual.pdf

BIBLIOGRAFÍA

- Perfil genérico y estructura del primer ciclo de las licenciaturas de la Universidad de Talca, Chile.* (2004). Recuperado el 12 de marzo de 2006, de:
<http://dirpregrado.otalca.cl/UserFilesDP/File/Archivos%20PDF/Estructura%20Primer%20Ciclo.pdf>
- Proyecto Tunning, América Latina. (2005). *Reunión Buenos Aires, Argentina 16-18 de marzo de 2005*. Recuperado de: http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com_docman&Itemid=191&task=view_category&catid=15&order=dmdate_published&ascdesc=DESC
- Ríos Saavedra, Teresa. (2007). *Hacia una reformulación de la docencia en la educación superior: un aporte hermenéutico*. Ponencia presentada en el II Seminario Internacional de Pedagogía y Didáctica, Universidad de Caldas, Colombia.
- Valero García, Miguel et al. (2008). *La mejora continua en el EEES*. V Congreso CIDU, Valencia (España), 2008. Recuperado el 13 de abril de 2009, de: http://epsc.upc.edu/~miguel%20valero/materiales/docencia/articulos/mejora_continuada.pdf
- Vivaracho Pascual, Carlos et al. (2007). *¿Compensa el esfuerzo realizado al aplicar técnicas de aprendizaje activo?* XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Teruel (España). Recuperado el 30 de julio de 2008, de: <http://bioinfo.uib.es/~joemiro/aenui/procJenui/Jen2007/vicomp.pdf>.



DEBO RECORDAR UN TRISTE ABRIL

Debo recordar aquel triste abril, sus calles llenas de sangre y el ruido ensordecedor de las balas, debo recordar el cuerpo de aquel hombre tirado en la calle, con la vianda del almuerzo aferrada todavía a una de sus manos. Debo recordar el miedo en el rostro de los jóvenes soldados. Debo recordar los dientes apretados del que no supo, si gritar o morir. Rendirle culto al que no lee, al que no sabe, al que no estudia, porque fueron ellos quienes salvaron todo. Debo nombrar sus nombres aunque no

Continúa en la página 422