

Implementación y evaluación del Currículo Basado en Competencias para la formación de ingenieros

Implementation and Evaluation of Competency Based Curriculum for Engineer's Education

Gabriel Fernando Martínez Alonso
Juan Ángel Garza Garza
Esteban Báez Villarreal
Arnulfo Treviño Cubero

Universidad Autónoma de Nuevo León, México

Resumen

La enseñanza de la ingeniería en el mundo se está transformando. Esta transformación está tratando de responder a las exigencias del siglo XXI hacia los egresados de las carreras de ingeniería. Varios estudios muestran que en la actualidad los ingenieros no tienen las características que la sociedad está exigiendo de ellos.

Un currículo basado en competencias es una de las posibles maneras de resolver este problema. El documento justifica el uso de este tipo de estudios en la enseñanza de la ingeniería, y muestra ejemplos de universidades que lo están utilizando.

Se presenta un modelo de currículo basado en competencias, que ha sido diseñado en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, en Nuevo León, México. Este modelo es el producto de un proceso de adaptación, sobre la base de recomendaciones de los expertos y otros modelos. Incluye un sistema de evaluación que obtiene información de tres fuentes: las opiniones de los estudiantes, la comparación de las calificaciones con los cursos tradicionales, y una encuesta de la universidad, considerado un evaluador externo.

Los resultados de esta evaluación permiten hacer una valoración positiva de la experiencia. Está demostrado que los indicadores de las calificaciones obtenidas no son menores que los cursos tradicionales y que la aceptación de los estudiantes es superior. A partir de los resultados de la evaluación ha sido posible detectar áreas de oportunidades y tomar medidas para erradicarlas.

La experiencia puede ser útil para otras instituciones con intenciones similares de transformación curricular, en la formación de ingenieros.

Palabras clave: competencia, currículo, evaluación, aprendizaje, ingeniería.

Abstract

The Engineering Education in the world is transforming. This transformation is trying to answer to the XXI century requirements of the engineering graduates. Several studies show that today engineering graduates don't have the characteristics that society is demanding from them.

A competence based curricula is one of the possible ways to solve this problem. The paper justified the use of this type of curriculum in engineering education, and shows examples of universities that are using it.

A model of competence based curriculum is presented, that was designed in the Mechanical and Electrical Engineering College, in Nuevo Leon, Mexico. This model is the product of the adaptation process, based on expert's recommendations and other models. It includes an evaluation system that obtains information from three sources: student's opinions, comparison of qualifications with traditional courses, and university survey, considered an external evaluator.

The results of this evaluation permit to do a positive appraisal of the experience. It is shown that the indicators of the qualifications obtained are not lower than traditional courses and that the acceptance of students is superior. It has been possible to detect opportunity areas and take measures to eradicate them, from the results of evaluation.

The shown experience may be useful for other institutions with similar transformation curriculum intentions in engineering education.

Key words: competency, curriculum, evaluation, learning, engineering

Introducción

La globalización, la modernización y el uso cada vez más amplio de las tecnologías están creando un mundo cada vez más diverso, complejo e interconectado. Comprender y funcionar bien en este mundo es la tarea que tienen los individuos, para lo cual necesitan nuevas características como por ejemplo, dominar las tecnologías cambiantes y procesar la enorme cantidad disponible de información, además de comunicarse, trabajar y colaborar con personas con otras culturas y otros lenguajes, para lograr objetivos comunes.

Los cambios rápidos en las tecnologías, provocan que la preparación que un individuo posee se haga, en muy poco tiempo, obsoleta y por tanto lo obligue a estar en permanente actualización. La Sociedad globalizada posibilita y exige que especialistas de diferentes países colaboren en proyectos conjuntos y, al mismo tiempo, compitan entre sí para lograr el éxito profesional. Se presenta la necesidad de evaluar los resultados de cualquier trabajo, no solo desde el punto de vista de la comunidad local, sino en el plano internacional, ya que sus implicaciones y consecuencias, pueden afectar (desde el punto de vista ambiental, social o económico) a otras comunidades.

Aparecen desafíos que las sociedades deben resolver colectivamente para subsistir, tales como el balance entre el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental, y la prosperidad con la equidad social, para lo cual de nuevo se necesita que los ciudadanos tengan otras formas de pensar y de actuar.

En particular todo el sistema educacional, de la sociedad moderna, está ante el reto de formar a los ciudadanos capaces de resolver estos y otros problemas del

mundo actual. Ante este reto los sistemas han reaccionado aplicando diversos enfoques, uno de los cuales es la educación basada en competencias, que pudiera ser una vía para resolver parte de los problemas y dificultades presentes en todo el mundo. Este concepto de competencia pretende resumir las características que los individuos poseen y necesitan, para alcanzar sus propias metas y las de la sociedad.

A pesar de que muchos especialistas han favorecido el enfoque por competencias (Yáñez, 2008), como la posible vía para que los sistemas educativos, respondan a las nuevas exigencias de la sociedad, no faltan voces críticas que plantean un buen número de objeciones al mismo (Gimeno San cristán, Pérez Gómez, Martínez Rodríguez, Torres Santomé, Angulo Rasco, & Álvarez Méndez, 2009). Sin embargo este enfoque cada vez se extiende más y se adopta en diversos niveles educativos y países del mundo.

El presente trabajo tiene como objetivos

1. Fundamentar la aplicación de los currículos basados en competencias en carreras de ingenierías, partiendo de estudios sobre características de los egresados de ingeniería realizados en algunos países.
2. Describir la implementación de un currículo de este tipo en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), México.
3. Mostrar los resultados de la evaluación de la aplicación de este currículo y algunas recomendaciones al respecto.

La estructura del presente trabajo, para su mejor comprensión, consiste en las siguientes secciones:

- Justificación de los currículos basados en competencias.
- Las competencias en la formación de ingenieros.
- Aplicación en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.
 - ✓ Evaluación de la implementación.
 - ✓ Resultados obtenidos.
- Conclusiones.
- Referencias Bibliográficas.

Justificación de los currículos basados en competencias

El concepto de competencia es complejo y confuso. Estas características se deben en parte a su origen en campos diversos como la psicología (McClelland, 1973), el adiestramiento laboral o la lingüística (Chomsky, 1970) así como a los diversos enfoques (Tobón, El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos, 2007) existentes en su aplicación: conductista, funcionalista, constructivista y el sistémico-complejo. Existen listados de más de 40 definiciones del término competencia y análisis de qué incluye o no cada una de ellas.

A pesar de este señalamiento las competencias parecen aportar un enfoque nuevo a la educación, que posibilita mejorar el aprendizaje y la calidad de los egresados de la educación superior, en aspectos como: enfatizar el aprender por encima de lo enseñado, dar a los estudiantes herramientas básicas y claves para su futuro desempeño profesional, dar un mayor sentido y utilidad social a la educación superior, preparar para la vida y para el mundo laboral, mejorar la empleabilidad de los graduados y lograr una formación más integral, que incluya no solo aspectos técnicos sino actitudes y valores como la honestidad, la responsabilidad y otros, tan necesarios en la época actual. Esto es lo verdaderamente importante y lo que debía ser resaltado por los diversos analistas, más que si el concepto no es claro o si adolece de tal o cual propiedad.

A pesar de estas discusiones teóricas, la aplicación de las competencias se extiende y es reconocido por muchos organismos internacionales, de diverso tipo, en sus propuestas educacionales.

En un reciente informe la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés y OCDE, en español) (OECD, 2012, pág. 3) su secretario general, Ángel Gurría, señala, “Las competencias han llegado a ser la moneda global del siglo XXI. Sin inversión apropiada en las competencias, las personas languidecen en los márgenes de la sociedad, el progreso tecnológico no se traduce al crecimiento económico, y los países ya no pueden competir en una sociedad global, cada vez más basada en el conocimiento”, señalando la importancia que esta organización, que reúne a más de 30 países del mundo, está dando al concepto de competencia, partiendo de las necesidades que consideran tienen las sociedades e individuos para desarrollarse, en los tiempos modernos.

La misma organización desarrolló el Proyecto DeSeCo (Definición y Selección de Competencias) (OECD, 2000a) con el fin de brindar un marco conceptual firme, para servir como fuente de información para la identificación de competencias clave y el fortalecimiento de las encuestas internacionales que miden el nivel de competencia de jóvenes y adultos. Además pretendió identificar un conjunto de competencias necesarias para niños y adultos (competencias clave), que les permita llevar vidas responsables y exitosas, en una sociedad moderna y democrática, para enfrentar los desafíos del presente y del futuro. El Proyecto DeSeCo, relacionado con PISA (Programa para la Evaluación Internacional para Estudiantes, siglas en inglés) (OCDE, 2000b) y liderado por la Oficina Federal Suiza de Estadísticas, se puede considerar la conceptualización más profunda sobre las competencias (Bolívar, 2009), constituyendo una buena base para establecer un discurso coherente sobre el tema. En el marco de este proyecto DeSeCo (Salganik, Rychen, Moser, & Konstant, 1999) se define que: “Una competencia es más que conocimientos y destrezas. Involucra la habilidad de enfrentar demandas complejas, apoyándose en y movilizándolo recursos psicosociales (incluyendo destrezas y actitudes) en un contexto en particular”.

Es necesario destacar que en algunos documentos el término competencia (competence, en inglés) y el término habilidad (skill, en inglés) se usa indistintamente. Por ejemplo en el citado documento de la OCDE (OECD, 2012, pág. 12) se señala que los conceptos de habilidad (skill) y competencia (competence) se usan indistintamente, indicando su significado como el conjunto de conocimientos, cualidades y capacidades que pueden ser aprendidas y que permiten a las personas llevar a cabo con éxito y en

forma permanente una actividad o tarea y que además, lo que no es poco importante, se pueden desarrollar a través del aprendizaje.

Por otra parte en un reciente documento publicado por la National Academies Press (National Research Council, 2012, pág. 3) se indica que: "Para reflejar nuestra opinión de que las habilidades y conocimientos están interrelacionados, utilizamos el término "competencias" en lugar de "habilidades". Posteriormente el mismo documento (National Research Council, 2012, pág. 6) plantea su concepto de competencia como el conocimiento transferible, incluyendo el conocimiento contenido en un dominio y el conocimiento de cómo, por qué y cuándo aplicar este conocimiento, para responder preguntas y resolver problemas. Nos referimos a esta mezcla de ambos conocimientos y habilidades como "competencias del siglo 21."

Esta forma de intercambiar competencias y habilidades ha contribuido, decisivamente a la confusión conceptual existente alrededor de las competencias. Por otra parte en el caso de que competencias y habilidades sean tratadas como conceptos intercambiables no aportaría mucho al nuevo enfoque curricular, lo cual también ha sido señalado por varios autores (Escudero Muñoz, 2008).

Quizás la primera vez que ocurrió este tipo de intercambio fue en el Proyecto Tuning, realizado en Europa enmarcado en el proceso de La Sorbona-Bolonia-Praga-Berlín, en cuyo informe final se señala (González & Wanegaar, 2003, pág. 80): "En el Proyecto Tuning el concepto de las competencias trata de seguir un enfoque integrador, considerando las capacidades por medio de una dinámica combinación de atributos que juntos permiten un desempeño competente como parte del producto final de un proceso educativo lo cual enlaza con el trabajo realizado en educación superior". La definición dada parece muy adecuada, pero la dificultad aparece cuando en las listas de competencias, sometidas a evaluación, aparecen habilidades, conocimientos, destrezas y hasta compromisos, creando una gran confusión en los que pretendan utilizar este concepto.

Consideramos que uno de los aportes principales que puede ofrecer la incorporación del concepto de competencia a la educación superior es conceptualizarla como un saber hacer complejo, un desempeño, que la persona muestra al abordar la solución de problemas o situaciones y que implique la movilización de sus recursos: conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

El enfoque de competencias incorpora interesantes planteamientos para la formación de los egresados, como la vinculación de la teoría con la práctica, la integración de áreas básicas, profesionales y complementarias, el trabajo interdisciplinario, colocar al estudiante frente a situaciones reales, de su futuro trabajo profesional, para entrenarlo en su proceso de formación, con las responsabilidades que asumirá cuando se gradúe y comience a ejercer su profesión. Uno de los planteamientos más importantes en el enfoque por competencias es la de colocar al estudiante en situaciones similares a las del mundo del trabajo, ofrecerles experiencias concretas inherentes al desempeño profesional, a su hacer en la sociedad una vez que se gradúe.

Las competencias en la formación de ingenieros

En la enseñanza de la ingeniería el enfoque de competencia ha sido incorporado extensamente. Fundamentalmente el enfoque en ingeniería debe afrontar dos retos: por un lado los rápidos cambios tecnológicos que ocurren en la producción y manejo del conocimiento y por otro la brecha existente entre las características de los egresados de los sistemas educativos y las exigencias de la sociedad moderna y los empleadores. La ingeniería, como rama del saber humano, es la principal responsable del acelerado crecimiento de la tecnología, pero además de mantenerla, explotarla y desarrollarla cumpliendo una serie de requerimientos ambientales, económicos y sociales. De aquí que los egresados de las escuelas de ingeniería deban tener una formación que les permita actuar exitosamente en estos contextos.

Vale la pena hacer un alto y siguiendo el razonamiento de Zabalza (Zabalza Beraza, 2011) pero específicamente en la formación de ingenieros, buscar la respuesta a la pregunta: si las competencias son una solución, ¿cuál es el problema?

En el año 2007 la Real Academia de Ingeniería de Inglaterra publicó un estudio (The Royal Academy of Engineering, 2007) producto de una amplia investigación entre empleadores, universidades y recién egresados de carreras de ingeniería. Entre otras conclusiones el informe señala que los mejores ingenieros graduados del Reino Unido siguen siendo de clase mundial y los empresarios están generalmente satisfechos con su calidad, pero simplemente no hay suficientes; las universidades y la industria necesitan encontrar formas más eficaces de asegurar que los cursos reflejen las necesidades reales de la industria y permitan a los estudiantes ganar experiencia práctica, como parte de su educación. En particular llama la atención que en las respuestas obtenidas de empresarios se reflejan dificultades en encontrar egresados de ingeniería con las características deseadas; más de un tercio de las empresas encuestadas indicaron que la escasez de ingenieros y las deficiencias en sus habilidades constituyen un obstáculo para el desarrollo de nuevos productos y el crecimiento de los negocios, así como el aumento de los costos de contratación. Específicamente resaltaron la existencia de deficiencias formativas en cuanto a la resolución de problemas y la aplicación de la teoría a los problemas reales, además de dificultades en las habilidades matemáticas. La recomendación a los departamentos de ingeniería de las Universidades es: mejorar la comprensión en el mundo académico de las habilidades y competencias de los graduados de ingeniería requeridas por la industria, para garantizar que los cursos generen graduados con un alto nivel de competencia técnica, respaldado por la capacidad de aplicar este nivel.

Ampliando el tema se analiza el libro editado por la Fundación Carnegie (Sheppard, Macatangay, Colby, & Sullivan, 2008) plantea que en particular, la educación de ingeniería en los Estados Unidos enfatiza sobre todo la adquisición de conocimientos técnicos, pero adolece de la preparación de los estudiantes para el ejercicio profesional. Entre otras recomendaciones se plantea: si los estudiantes de ingeniería deben estar preparados para afrontar los retos de hoy y de mañana, el centro de su educación debe ser la práctica profesional, la integración de los conocimientos técnicos y habilidades de la práctica, a través de un enfoque coherente en el desarrollo de la identidad y el compromiso del ingeniero profesional.

En los Estados Unidos, la Fundación Nacional de Ciencias creó, en el año 2003, el Centro para el Avance de la Educación en Ingeniería (CAEE) (CAEE, 2011), mediante la colaboración de cinco centros de educación superior: la Escuela de Minas de Colorado, y las Universidades Howard, Stanford, Minnesota y Washington. La tarea más importante del CAEE fue el Estudio de Itinerarios Académicos (APS en inglés) realizado desde 2003 hasta el 2008 y luego ampliado hasta el 2010. Incluyó un estudio longitudinal con 160 estudiantes a través de una variedad de métodos, aplicados desde su primer año hasta su cuarto año, en la universidad. Para la investigación con los recién egresados se realizaron entrevistas a más de 100 ingenieros y a sus administradores. Además se encuestó, en forma electrónica, a una muestra nacional de alrededor de 4200 estudiantes en 21 universidades estadounidenses.

Del informe final del estudio (Atman, y otros, 2010) se obtienen múltiples resultados:

- Los estudiantes tienen una menor confianza en su nivel de habilidades profesionales e interpersonales, al compararlas con la solución de problemas y las habilidades matemáticas, quizás indicando que no se está haciendo lo suficiente en esta área.
- Los estudiantes expresan que no son siempre capaces de transferir conocimientos y habilidades de cursos específicos, a contextos y problemas del mundo real.
- Los graduados se sienten poco preparados para hacer frente a problemas reales de la ingeniería y para la toma de decisiones en el mundo real de la práctica ingenieril, donde el trabajo a menudo involucra equipos multidisciplinarios y en el cual factores técnicos y no técnicos deben ser tenidos en cuenta, igualmente.
- Los ingenieros recién egresados comentaron que los problemas técnicos en el trabajo eran diferentes de los que habían resuelto en la escuela. Los problemas del trabajo eran ambiguos, más complejos y a menudo carecen de los datos completos.

Como se observa estos amplios estudios llegan prácticamente a conclusiones semejantes: la formación de los ingenieros es fuerte en cuanto a su preparación teórica sin embargo tiene áreas de oportunidad en cuanto a la vinculación con la práctica y el desarrollo de competencias de los estudiantes para resolver problemas reales, de su futura práctica profesional.

En otros países hay estudios que indican en la misma dirección, aunque realizados en marcos geográficos más limitados. Por ejemplo el trabajo de Martín del Peso (Martín del Peso, Rabadán Gómez, & Hernández March, 2013) realizado en la comunidad de Madrid, que concluye que desde el punto de vista de los empleadores, la valoración global de la preparación con la que los titulados acceden al mercado laboral es, en general, bastante buena, sin embargo el nivel de formación de estos egresados en la mayoría de las competencias propuestas no se ajusta al nivel demandado por las empresas.

Del mismo tipo es el estudio presentado por Marzo Navarro (Marzo Navarro, Pedraja Iglesias, & Rivera Torres, 2006) que destaca que las principales competencias

potenciales que debe reunir un graduado universitario son principalmente: la comunicación, la capacidad de trabajo en equipo, la habilidad para un aprendizaje continuo, el conocimiento de idiomas e informática, la flexibilidad, la capacidad de liderazgo y la innovación. Sin embargo, estas competencias demandadas por las empresas no son totalmente satisfechas, por lo que puede decirse que existe una situación deficitaria en la formación de los graduados, que es preciso corregir.

En México no se han realizado estudios extensos en este sentido sin embargo existe información que los egresados de las carreras de ingeniería presentan deficiencias formativas del mismo tipo a las reportadas. Por ejemplo el director de ingeniería de la compañía Ford de México, que emplea a un buen número de ingenieros, señalaba en una entrevista (Loji, 2010), que en México puede encontrar a muchos de los mejores ingenieros del mundo, pero que debe buscar mucho y también se encuentra con algunos que están muy pobres en algunas habilidades y en cosas muy básicas. Recientemente un ejecutivo de la firma transnacional de reclutamiento de personal CEO Global de PageGroup expresaba (Gascón, 2013) que en México hay una escasez de talento altamente preparado, sobre todo ingenieros, abogados y del sector de tecnología, en la región norte del país, donde las inversiones del sector automotriz y aeroespacial, demandan más profesionistas especializados.

Estos resultados obtenidos en varios países nos pueden llevar a la conclusión de que la formación de ingenieros no está aportando egresados con las características requeridas por la sociedad moderna. En particular llama la atención que los egresados no tienen las competencias necesarias para abordar los problemas ingenieriles reales. Si el egresado de ingeniería tiene dificultades para resolver los problemas actuales, ¿cómo puede esperarse que pueda resolver los problemas del futuro, más complejos y con muchas nuevas tecnologías, apareciendo cada día?

Por tanto es evidente que la formación de ingenieros requiere de una transformación y consideramos que la educación basada en competencias puede ser una solución real a las dificultades reportadas en la formación de los futuros ingenieros, ya que, como se ha señalado, plantea acercar el mundo universitario al profesional, presentarle al estudiante situaciones lo más cercanas a las de su campo laboral y en definitiva desarrollar competencias que le permita movilizar sus recursos para resolver situaciones y problemas.

Muchas instituciones dedicadas a la enseñanza de la ingeniería han implementado los currículos basados en competencias. Por ejemplo la Universidad Sherbrooke (Lachiver, Dalle, Boutin, Clavet, Michaud, & Dirand, 2002) en Canadá, y el Technical Teachers Training Institute de la India (Earnest & de Melo, 2001) que desarrolló el modelo de St. Xavier, está dirigido a la formación de profesionales de nivel medio superior en ingeniería.

En muchos países europeos, bajo el empuje del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se han desarrollado trabajos similares. En España los trabajos han sido liderados por la Agencia Nacional de Evaluación, Calidad y Acreditación (ANECA) que ha publicado los Libros Blancos (ANECA, 2012) en algunas ramas de la ingeniería, trabajo realizado por comisiones, con la participación de un gran número de universidades españolas.

En Inglaterra desde la publicación de los estándares (Engineering Council, 2010) para la competencia profesional del ingeniero, se ha estado utilizando este concepto de una u otra forma, definiéndolo como: “La competencia profesional integra conocimientos, comprensión, habilidades y valores. Va más allá de la capacidad de realizar tareas específicas”.

Ya fuera de Europa, en el mismo sentido pueden citarse los planteamientos de la organización de ingenieros de Australia (Engineers Australia) que ha publicado sus estándares para ingenieros profesionales, ingenieros tecnólogos e ingenieros asociados (Engineers Australia, 2012), en función de competencias, donde se destaca mucho la aplicación de dichas competencias y cómo se conduce el aspirante en cuanto a la optimización de consecuencias sociales, ambientales y económicas de su trabajo.

En América Latina la incorporación del concepto de competencia, en la enseñanza de la ingeniería, comenzó con el Proyecto Tuning América Latina, que desde el principio tuvo un grupo de trabajo de la especialidad de Ingeniería Civil, (Universidad de Deusto, 2007).

Por solo ofrecer un último dato, que muestre la extensión de la educación por competencias en ingenierías: en el último Fórum Mundial de Educación en Ingeniería (WEEF, 2012), celebrado en Buenos Aires, Argentina, en octubre de 2012, se contabilizaron más de 30 trabajos que incluían el tema de competencias en la formación de ingenieros de países como: México, Argentina, Chile, Venezuela, Brasil, Portugal, Colombia y otros, lo cual puede servir de un indicador de la extensión que ha alcanzado la aplicación de este concepto, en diferentes formas, en los programas educativos de ingeniería.

De manera que hasta aquí podemos llegar a dos conclusiones:

1. La formación de ingenieros a nivel mundial presenta áreas de oportunidad para su mejora, según estudios realizados en diversas partes del mundo, sobre todo teniendo en cuenta aspectos como: competencias generales de comunicación, trabajo en equipo, etc. y en competencias más específicas de ingeniería como la de resolver problemas de la práctica ingenieril, o aplicar los conocimientos teóricos a situaciones reales.
2. Como una posible vía para abordar estas áreas de oportunidad se presenta la educación basada en competencias, que a pesar de sus dificultades conceptuales, aborda precisamente algunos de los aspectos detectados como posibles a mejorar en ingeniería. Consideramos que debido a ésto muchas instituciones formadoras de ingenieros así como agencias nacionales e internacionales han transitado al cambio de currículos a competencias.

Aplicación en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

La Universidad Autónoma de Nuevo León (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2013) es la tercera universidad más grande de México y la institución pública de educación superior más importante y con la mayor oferta académica del noreste del país. Actualmente cuenta con alrededor de 140 mil estudiantes, que son atendidos por más de 6 mil docentes, en el nivel medio superior y superior. Tiene presencia en todo

el estado de Nuevo León, en siete campus universitarios y ofrece 93 programas de estudio de licenciatura. Este año 2013 la UANL cumple 80 años desde su fundación.

La Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 2013) pertenece a la Universidad Autónoma de Nuevo León, con 10 programas a nivel Licenciatura: Ingeniero Mecánico Eléctrico (IME), Mecánico Administrador (IMA), Electrónico Y Comunicaciones (IEC), Electrónico y Automatización (IEA), Manufactura (IMF), Administrador de Sistemas (IAS), Tecnologías de Software (ITS), Aeronáutico (IAE), Mecatrónico (IMTC) y Materiales (IMT), Además la FIME ofrece 14 programas de Posgrado (Maestrías y Doctorados) y más de 100 cursos de Educación Continua. Cuenta con una planta docente de más de 600 profesores y alrededor de 14 000 estudiantes en los programas de licenciatura. En la tabla 1 se ofrecen los datos de la distribución de la población estudiantil para el semestre agosto – diciembre del 2012.

Carrera	Alumnos	%	Hombres	% Hombres	Mujeres	% Mujeres
IME	2,042	14.5	1,974	14.02	68	0.48
IMA	2,639	18.75	2,068	14.69	571	4.05
IEC	996	7.07	880	6.25	116	0.82
IEA	1,401	9.95	1,308	9.29	93	0.66
IMF	252	1.79	220	1.56	32	0.23
IAS	3,006	21.35	2,251	15.99	755	5.36
ITS	817	5.80	678	4.81	139	0.97
IAE	372	2.64	317	2.25	55	0.39
IMTC	2,305	16.37	2,066	14.67	239	1.70
IMT	246	1.75	183	1.30	63	0.44

Fuente: Departamento de Servicios Escolares FIME UANL.

Tabla n. 1. Distribución de estudiantes por carrera y género, Semestre: Agosto – Diciembre 2012. Total = 14 076

En el año 2008 se aprueba por el Consejo Universitario el nuevo Modelo Educativo de la UANL, que se fundamenta en el plan de desarrollo institucional 2007 – 2012 y en las tendencias nacionales e internacionales de la formación Universitaria.

Como ejes estructuradores del modelo se proponen la Educación centrada en el aprendizaje y la Educación basada en competencias. La aprobación del Modelo Educativo, hizo necesaria la implantación de la tendencia de las competencias en las carreras impartidas en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, para lo cual se elaboró un modelo más específico diseñado para el caso de las carreras de ingeniería, así como los mecanismos para su evaluación.

En el marco de este modelo la Dirección de la Facultad tomó la decisión de crear una estructura, que diera respuestas a las situaciones que surgieran en el proceso de implementación, que incluía:

- Un Comité de Competencias a nivel de Facultad, dirigido por la Sub Dirección Académica, que se encargaría de recomendar las acciones en aspectos comunes a todas las carreras, que se imparten, así como lograr un aparato conceptual común. Asimismo este Comité es el responsable de programar la capacitación de los profesores de la Facultad para la correcta aplicación del modelo.
- Un Comité de cada carrera, dirigido por el Jefe de la misma, encargado de realizar el diseño curricular de la carrera y tomar las decisiones concretas, referidas a la misma.

Estas acciones están de acuerdo con las recomendaciones que hacen expertos internacionales en el tema (Rué, 2008) (Tobón, Rial, García, & Carretero, 2006), pues el diseño realizado en cada centro debe corresponder con los parámetros legales establecidos, los recursos económicos, físicos y materiales disponibles y la propia filosofía institucional, en este caso formulada en el Modelo Educativo de la FIME. Por otra parte estos Comités debían responder por que el rediseño curricular, de tradicional a competencias, tuviera un carácter de proyecto formativo formal.

Desde el inicio se establecieron dos intenciones en la aplicación del modelo por competencias:

1. No adoptar modelos establecidos en otros centros, ya que sus características pueden no ser iguales a las de la FIME. La palabra clave para el proceso sería “adaptar” y no “adoptar”.
2. A los involucrados en el proceso (estudiantes, profesores, autoridades) de implementación se les debe “convencer” y no “vencer”, o sea tratar de darles la mayor cantidad de información posible para que noten las ventajas que pueden ofrecer las competencias con el fin de mejorar la calidad de la formación del egresado.

En la enseñanza de la ingeniería, una de las competencias principales que se reconoce es la solución de problemas, por lo cual en la Facultad, a propuestas del Comité de Competencias, se decidió optar por una definición que reflejara el enfoque constructivista, que además coincide con los principios constructivistas del aprendizaje, que son la base del proceso docente educativo en la FIME.

Así se tomó como definición, que una competencia es:

El conjunto interrelacionado de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que hace posible desempeños flexibles, creativos y competitivos, en un campo profesional específico y en un contexto definido.

Esta definición tiene los elementos básicos constitutivos de las competencias (conocimientos, habilidades, actitudes y valores) en un conjunto interrelacionado, pues por separado no constituyen una competencia, para lograr determinados desempeños en un campo profesional y en un contexto, que son atributos comunes a casi todas las definiciones citadas, ya que las competencias siempre se demuestran en un contexto determinado. Los contextos de desempeño son las determinaciones sociales, culturales, geográfico–espaciales, temporales, etc., en las que un sujeto se desempeña profesionalmente. La palabra clave en la definición es el desempeño, que

la persona debe mostrar ante un problema o situación, que debe resolver movilizando sus recursos.

Se pretendió con esta definición no agregar una a la lista ya existente, sino tener una guía para la aplicación del modelo en la facultad. Por otra parte se buscaba que la definición utilizada fuera lo más comprensible posible para los profesores de ingeniería, que no son especialistas en áreas de didáctica o pedagogía.

En el modelo educativo de la UANL se clasifican las competencias en generales (aquellas que son comunes a todas las Licenciaturas) y específicas (aquellas referidas a un campo profesional particular, o sea que responden a los requerimientos propios de un ejercicio profesional). Como un ejemplo de competencia general se tiene la que se refiere al uso de las tecnologías de la información, que se describe como:

Maneja las tecnologías de la información y la comunicación como herramienta para el acceso a la información y su transformación en conocimiento, así como para el aprendizaje y trabajo colaborativo con técnicas de vanguardia que le permitan su participación constructiva en la sociedad.

El plan de estudio está dividido en cuatro áreas, integrando competencias de tipo general, competencias formativas disciplinares y competencias formativas de la especialidad:

1. Formación General.
2. Formación Básico Profesional.
3. Formación Profesional.
4. Libre elección.

Se intenta dar al plan de estudio una integración curricular más cercana al modelo de clusters (Zabalza, 2012), en el cual varias unidades de aprendizaje se encuentran relacionadas a través de las competencias, que deben desarrollar.

El área de Formación Básico Profesional es común a todas las especialidades de ingeniería, que se imparten. Por ello se tomó la decisión de formular una serie de competencias, a las cuales debían contribuir las unidades de aprendizaje de esta área, que fueron llamadas competencias específicas del ingeniero de la FIME, de manera que las unidades de aprendizaje de esta área funcionarían como un clusters dirigido a desarrollar estas competencias. Por otra parte esto resolvía una situación de los primeros semestres, donde los grupos tienen estudiantes de todos los programas, cada uno con competencias específicas diferentes y por tanto se planteaba la interrogante: ¿a qué competencias debía contribuir esa unidad de aprendizaje? Como ejemplo la competencia del ingeniero de la FIME, relacionada con la solución de problemas, está redactada como:

Resuelve problemas de ingeniería, seleccionando la metodología apropiada, aplicando modelos establecidos, basados en las ciencias básicas, verificando los resultados obtenidos con un método analítico o con el apoyo de una herramienta tecnológica, de forma que la solución sea pertinente y viable, cumpliendo con estándares de calidad y políticas de seguridad.

Al desarrollo de esta competencia, y otras tres más que conforman este conjunto de competencias específicas del ingeniero de la FIME, contribuyen las unidades de aprendizaje del área Básico Profesional, que son: Álgebra, Física (4 asignaturas), Matemáticas (4 asignaturas), Química y Dibujo, cada una desde el punto de vista de su contenido y sus propios métodos pero con un objetivo común. De esta forma cada una de estas unidades de aprendizaje debe incluir en su Programa analítico actividades de aprendizaje orientadas a desarrollar en los estudiantes la competencia de resolución de problemas, pero obviamente desde la perspectiva de cada ciencia en particular.

Así la unidad de Física promueve la resolución de problemas de Física relacionados con la ingeniería (por ejemplo: mecanismos, sistemas de cómputo, electromagnetismo, etc.); la de Química desarrolla la resolución de problemas desde el punto de vista de esa ciencia (ejemplo: contaminación ambiental, procesos metalúrgicos, etc.); las Matemáticas y el Álgebra basan sus actividades en el desarrollo del pensamiento lógico para la resolución de problemas y dan las herramientas matemáticas para lograrlo (cálculo, álgebra, matrices, etc.) y el Dibujo da las herramientas necesarias al ingeniero para representar e interpretar de forma gráficas (esquemas, vistas, planos, etc.) las situaciones problemas que debe solucionar. Cada actividad de aprendizaje tiene una doble función, pues posibilita el desarrollo de la competencia y brinda una oportunidad para evaluar este desarrollo, mediante una combinación de aprendizaje – evaluación. La descripción detallada de algunas actividades de aprendizaje se han publicado en otros trabajos anteriores (Martínez Alonso & Monsiváis Pérez, 2010).

Ejemplos de las actividades de aprendizaje para el desarrollo de competencias de Física se muestran a continuación:

Unidad de aprendizaje: Física 1, Unidad Temática: Dinámica del movimiento:

Un generador eólico pequeño tiene una turbina con 3 aspas de fibra de vidrio, de alta densidad ($\rho = 1600 \text{ kg/m}^3$). Cada aspa tiene forma de un paralelepípedo sólido rectangular de 2.5 m de largo y 0.0014 m^2 de área de su sección transversal. Las aspas están unidas al eje que tiene forma de cilindro de 0.1 m de radio y que constituye el eje de la turbina, que la une al generador. Cada aspa está unida en su extremo al centro del eje. El eje está construido de acero ($\rho = 7.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$) y tiene un largo de 2 m. Si la velocidad del viento es mayor a 20 m/s el aerogenerador debe ser detenido, pues de lo contrario se puede destruir. Ud. debe diseñar el sistema mecánico de un freno de emergencia para detener la turbina en 60 s, que actúe cuando se oprima el botón de parada de emergencia, ante la presencia de viento de gran velocidad. Para ello debe calcular el momento de inercia de toda la turbina, con el eje incluido, y calcular el torque necesario, que debe aplicar el freno de emergencia, para detenerla. Considere que la turbina estará girando a unos 2.6 rad/s.

Unidad de aprendizaje: Física 1, Unidad Temática: Cinemática del movimiento:

Para esta actividad de aprendizaje se utilizará la simulación que aparece en el sitio: http://phet.colorado.edu/new/simulations/sims.php?sim=Projectile_Motion, de la Universidad de Colorado. La actividad consiste en analizar cómo varía el alcance de un proyectil con el ángulo de disparo. Realice disparos a diferentes ángulos (entre 0 y 90°), manteniendo fija la velocidad. Luego varíe la velocidad del proyectil debe Ud. y repita las mediciones con diferentes ángulos. El alcance logrado por el proyectil en

cada caso, se puede medir con la cinta métrica de la simulación o tomar el dato directamente de la aplicación (alcance o range (m)). Como resultado de la simulación debe responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Para qué ángulo el alcance del proyectil es máximo?.
2. ¿Qué ocurre con el alcance si se toma en cuenta la resistencia del aire?.

Unidad de aprendizaje: Electrónica Digital 1, Unidad temática: Diseño Combinacional:

En una instalación se controla la presión (P), la temperatura (T) y la intensidad eléctrica consumida (I), de forma que debe activarse una alarma cuando al menos dos de estos parámetros sobrepase un valor límite, detectado por un transductor con salida digital ("1" por encima de dicho valor y "0" por debajo). Se controla también la tensión que alimenta la instalación (V), de forma que la alarma también se active cuando ésta sea inferior a un valor mínimo (0).

Diseñe e implemente un sistema electrónico digital que posibilite la operación de la alarma, de manera que por medio de una salida A indique con un valor de uno si la alarma es activada y cero cuando no.

Basado en el Reglamento General de Evaluaciones de la UANL (H Consejo Universitario, 2011) aprobado en septiembre de 2011, cada unidad de aprendizaje evalúa separadamente el desarrollo que el estudiante logra de la competencia mediante una ponderación de las actividades de aprendizaje realizadas en todo el semestre.

Las demás áreas curriculares tienen declaradas las competencias a desarrollar: el área de Formación General contribuye a las competencias generales de la UANL y el área de Formación Profesional a las competencias específicas de cada plan de estudios. Además todas las asignaturas deben contribuir al desarrollo de las competencias generales del perfil de egreso. Por ejemplo en el área de Formación General hay una unidad de aprendizaje dedicada a la comunicación oral y escrita, que da los fundamentos de esta temática, pero es imposible pensar que posibilite su desarrollo al nivel deseado en los egresados. Por lo tanto otras unidades, de otras áreas, deben contribuir a esta competencia pero en forma práctica: con los informes que escriben los estudiantes, las discusiones que realizan o las presentaciones en clase.

Los pasos a seguir en el diseño curricular aplicado, producto de una adaptación de modelos desarrollados en otros centros y países (Earnest & de Melo, 2001) (Schmal & Ruiz-Tagle, 2008), fueron:

1. Definición de perfiles profesionales. Es la etapa más importante del proceso de rediseño curricular, por cuanto el perfil de competencias guiará a todo el proceso. Para el desarrollo de este paso los comités de cada carrera trabajaron según una metodología, adaptada de la metodología Tuning, realizando consultas a empleadores, egresados, académicos y estudiantes, para determinar las competencias que conforman el perfil de egreso deseado, de la carrera dada.

2. Competencias y niveles de desarrollo. En el desarrollo y la evaluación de las competencias es indispensable tener niveles de referencia, que indiquen el grado de desarrollo que el estudiante va alcanzando en su proceso de educación. Se recomienda establecer criterios claros, para los niveles de desarrollo de las competencias. En la FIME se tomó la decisión de elaborar una secuencia de tres niveles de desarrollo, considerado el nivel inicial, el nivel intermedio y el tercero, terminal o final.
3. Elaboración de la malla curricular. A partir de los perfiles de competencias de cada carrera y sus niveles de desarrollo, los comités de carreras elaboraron la malla curricular, o sea la secuencia de unidades de aprendizaje (asignaturas), que se encargarán de lograr, en los estudiantes, el desarrollo de las competencias definidas, al nivel requerido. La idea central es que no existan unidades de aprendizaje que no aporten o aporten poco al desarrollo de las competencias del egresado.
4. Mecanismos de evaluación. Una vez que los comités de carrera elaboraban sus mallas curriculares, se procedió con un proceso de evaluación, donde era analizada cada unidad de aprendizaje y su contribución al proceso de formación del egresado, en términos de competencias, por parte del Comité de competencias de la facultad. En este proceso participaron los respectivos Jefes de carrera, en conjunto con grupos de profesores que los apoyaron.
5. Elaborar los Programas Analíticos de cada Unidad de aprendizaje. Los jefes de cada Academia realizan la elaboración de sus Programas Analíticos, partiendo de las competencias que debía desarrollar su Unidad de aprendizaje. Esto se hace a partir de las competencias, generales y específicas, que debe desarrollar la Unidad, teniendo en cuenta el nivel. Conlleva elaborar las secuencias de unidades temáticas así como las actividades de aprendizaje y evaluación, que posibilitarán que el estudiante, desarrolle las competencias previstas, a medida que va transitando por las unidades temáticas de cada unidad de aprendizaje.

Este último paso puede considerarse la concreción del modelo del egresado ya que cada programa analítico incluye las competencias a desarrollar y que deben corresponder con las actividades realizadas. Si un programa de Física, por ejemplo, pretende desarrollar la competencia general de uso de tecnologías, debe incluir actividades con ese propósito. No basta con decir que se va a desarrollar la competencia sino debe indicarse cómo se va a hacer. Cada competencia del perfil está reflejada en una o más unidades de aprendizaje, en las cuales es desarrollada con algunas actividades de aprendizaje. Para garantizar este punto, el comité de competencias de la facultad y de cada carrera revisa las mallas curriculares y los programas analíticos respectivamente, con sus actividades de aprendizaje y sistema de evaluación de las competencias del programa. De esta manera se pretende lograr que la transformación curricular no sea solo en papeles sino realmente ocurra a nivel de las aulas, en las formas de enseñanza aprendizaje y de evaluación.

La lógica del desarrollo de las competencias del perfil (Figura 1) parte de las actividades de aprendizaje de cada unidad de aprendizaje, que contribuyen a formar las competencias particulares de la unidad, que a su vez forman parte de las

competencias (generales, específicas o del ingeniero de la FIME), del perfil de egreso. De manera que el diseño y la realización de las actividades de aprendizaje son puntos esenciales para el cumplimiento del perfil de egreso. Por ello estas actividades deben estar bien diseñadas y cumplir una serie de requisitos como son: ser válidas (desarrollar la competencia esperada), mantener al estudiante activo, incluir un proceso de reflexión del estudiante (no sean simples tareas mecánicas) y tener un producto que permita juzgar sobre el desarrollo de la competencia alcanzado.

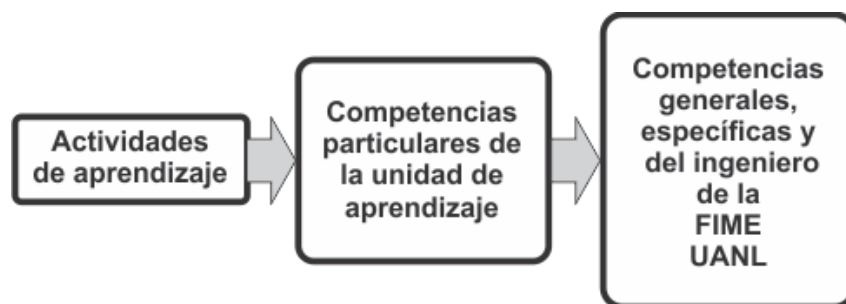


Figura n. 1. Lógica del desarrollo de las competencias del perfil de egreso

El proceso de implementación se realizó en paralelo con un plan de capacitación, de todos los involucrados en el mismo, desde los directivos de la facultad, hasta profesores y jefes de carreras, academias y departamentos. Este plan incluyó un video con una explicación del proceso de diseño curricular, diplomados sobre competencias, talleres sobre el sistema de evaluación y la discusión de materiales sobre el tema.

Al mismo tiempo se prepararon materiales para dar a conocer el modelo a los estudiantes y el nuevo papel que debían asumir para el éxito del mismo. El material, disponible en la página web de la FIME, con el título de Modelo Educativo (Subdirección Académica FIME, 2010), fue discutido con ellos en las sesiones de tutorías, donde además se les mostró el video explicativo sobre este modelo por competencias.

El modelo aplicado resulta un modelo holístico, donde se utilizan las ideas que se consideran más útiles de varios enfoques incluyendo algunos principios básicos del pensamiento complejo, citados por Tobón (Tobón, Rial, García, & Carretero, 2006), como son: el principio hologramático (llevar a cabo las etapas del diseño curricular, teniendo una comprensión de todo el proceso) y el de recursividad (establecer mecanismos para retroalimentar continuamente, ya que la causa actúa sobre el efecto y viceversa).

Como un resumen de la comparación del modelo por competencias y el modelo tradicional de currículo se presenta tabla 2.

Currículo Tradicional	Currículo por Competencias
Se estructura por Cursos, diseñados alrededor de un contenido.	Se estructura por Unidades de aprendizaje, que pueden ser cursos u otro tipo de actividad (práctica profesional o servicio social) diseñadas alrededor de una competencia a formar.
Cada curso se divide en Temas, que es la división lógica o temporal de un contenido.	Las unidades de aprendizaje se dividen en Unidades temáticas o etapas de desarrollo de la competencia, o sea conformadas a partir de la competencia a formar, desglosándola en competencias más simples o menos desplegadas.
La base del diseño de los cursos son los contenidos.	La base del diseño de las unidades de aprendizaje son las competencias.
La actividad fundamental de los cursos son las conferencias magistrales, además de clases de resolución de problemas.	Las actividades de aprendizaje son diversas, lo más similares a la práctica profesional, estructuradas en secuencias didácticas para el desarrollo de las competencias, como pueden ser: búsqueda de información, análisis de situaciones, simulaciones con software, desarrollo de diseños, desarrollo de proyectos, estudio de casos, etc.
La Evaluación es fundamentalmente sumativa y se realiza fundamentalmente por exámenes.	La Evaluación es formativa y sumativa. Se realiza con múltiples instrumentos y actividades de diferente tipo, incluyendo exámenes y proyectos, que evalúan diferentes componentes de las competencias, cada una de las cuales tiene un Producto Concreto evaluable.
La mayor parte de la actividad es dentro del aula	Las actividades son dentro y fuera del aula
El estudiante es mayoritariamente pasivo en el aula	Se aplica el aprendizaje activo, para el cual el estudiante tiene que realizar actividades y tareas, lo más similares a la práctica profesional, que le permitan desarrollar las competencias y, al mismo tiempo, evaluar este desarrollo.
Se promueve fundamentalmente el trabajo con el contenido del curso.	Se promueve además del desarrollo de las competencias específicas de la unidad de aprendizaje, el desarrollo de competencias generales como: la investigación, el trabajo en equipo, la comunicación oral y escrita, la metacognición, su propia evaluación del aprendizaje, etc.
La calificación final se otorga a partir del promedio de los exámenes	La calificación final se otorga a partir de la ponderación de los resultados de las calificaciones obtenidas en las actividades, realizadas a lo largo de la unidad de aprendizaje, que demuestra el desarrollo de la competencia.

Fuente: Elaboración propia

Tabla n. 2. Comparación aspectos del currículo por competencias y el tradicional

El modelo educativo de la UANL fue aplicado inicialmente en el semestre agosto – diciembre de 2009 en tres programas educativos de la facultad: Ingeniería en Administración de Sistemas, en Electrónica y Comunicaciones y en Tecnología de Software, como prueba, para luego, a partir del semestre agosto – diciembre de 2011 aplicarlo al resto de los programas (nueve en total). El programa de Ingeniería Aeronáutica no se consideró pues por ser de reciente creación no tenía egresados y no podía cambiar al modelo por competencias.

Evaluación de la implementación

Como se ha mencionado, es imprescindible desarrollar una retroalimentación continua de los modelos por competencias, una vez aplicados, con el fin de detectar áreas de

oportunidad y establecer un proceso de mejora continua. Convencidos de esta necesidad el Comité de competencias de la FIME diseñó un sistema de evaluación del modelo implementado, que incluye tres tipos de indicadores, sobre la base del primer semestre, ya que es el que tiene mayor número de estudiantes y además tiene cinco asignaturas iguales del área Básico Profesional y dos del área de Formación General Universitaria. Las fuentes de información, para los indicadores a utilizar, fueron:

- Aplicación de encuestas de opinión a los estudiantes de los planes por competencias, para valorar su percepción de ciertos aspectos de los cursos. Los aspectos valorados fueron: la motivación lograda, el aprendizaje alcanzado, la utilización de diferentes formas e instrumentos de evaluación y una evaluación general del curso, en cuestión. Además había una pregunta abierta en la cual podían expresar cualquier opinión sobre el modelo por competencias.
- Comparación de las calificaciones obtenidas en cursos diseñados en base a competencias (en los tres planes de estudio tomados como prueba) y cursos tradicionales (en el resto de los planes de estudio). Esta comparación se realizó mientras se tuvo cursos de los dos tipos o sea de 2009 hasta 2011.
- Comparación de resultados de una encuesta aplicada por la UANL, considerada como un evaluador externo, que mide la satisfacción de los estudiantes con los cursos. Esta encuesta se aplica en algunos semestres, en una muestra de grupos seleccionados por el organismo evaluador de la universidad, de cada semestre.

Para la elaboración de las encuestas a aplicar, se tomaron de base algunos ejemplos mostrados en estudios internacionales (Delgado García (coord.), 2005) que fueron adaptadas a las necesidades de la investigación. Se realizó un proceso de prueba, aplicándolas a un grupo piloto de estudiantes, a los que se pidió opinión sobre las preguntas formuladas, con el fin de comprobar si eran correctamente entendidas. Con los resultados se elaboró la variante final, que fue aplicada a los estudiantes de los grupos por competencias. La escala para evaluar cada uno de los aspectos era de cinco respuestas posibles: excelente (5), muy bien (4), bien (3), regular (2) y mal (1).

Las preguntas formuladas se muestran a continuación las correspondientes al aprendizaje logrado y a la motivación alcanzada.

1. El aprendizaje que lograste (desarrollo de competencias) en este curso, lo evalúas de:
2. La motivación que alcanzaste en este curso la evalúas de:
3. En el curso se han utilizado diferentes formas de evaluación (preguntas, proyectos, tareas, trabajos prácticos, exámenes cortos, portafolio, etc.). Tu evaluación de la utilización de estas diferentes formas es:
4. En general teniendo en cuenta los aspectos señalados y otros (medios utilizados, actividades realizadas, evaluación, el trabajo del profesor, etc.) tu evaluación general del curso es:

En todos los casos se daban cuatro respuestas posibles: Excelente (5), Muy Bien (4), Bien (3), Regular (2) y Mal (1), de acuerdo a cada pregunta.

Durante la prueba piloto con tres programas las encuestas eran aplicadas, en papel, en cada grupo de los planes por competencias, por personal de la Sub Dirección Académica, sin la presencia de profesores para evitar su influencia en las respuestas, seleccionando a los estudiantes encuestados, en forma aleatoria. A partir de agosto-diciembre de 2011 se aplicó en forma electrónica, ya que las muestras eran mayores.

Luego de completadas las encuestas se procesaban por el grupo de investigadores, para obtener la información necesaria, descartando las encuestas que estaban mal completadas.

En cuanto a la información de las calificaciones obtenidas se utilizó la situación de que en los semestres desde 2009 hasta 2011, al mismo tiempo de estar impartiendo tres carreras por competencias, se impartían otras seis por el plan tradicional, lo que daba la oportunidad de comparar resultados de los por cientos de aprobados.

Es necesario señalar que aunque el valor de las calificaciones es el mismo, en ambos tipos de planes (100 puntos máximo; aprobado 70 puntos), en el modelo por competencias se utilizan diversos instrumentos de evaluación (actividades de aprendizaje, proyectos, portafolios, exámenes, etc.), debido a que el sistema de evaluación va dirigido a valorar el desarrollo de las competencias.

Por su parte el plan tradicional utiliza un sistema de evaluación basado fundamentalmente en exámenes, que están orientados a la medición de los conocimientos y habilidades, que logran asimilar los estudiantes.

Por ello la comparación no es estrictamente adecuada, pues se están utilizando dos sistemas de evaluación diferentes por su carácter. Sin embargo se consideró importante realizarla pues algunos profesores habían planteado sus inquietudes, respecto a:

- Debido a que en el plan por competencias la calificación final se obtiene como una ponderación de la evaluación de varias actividades (con sólo uno o dos exámenes), la mayoría de los estudiantes serían aprobados sin dificultad, lo que llevaría a valores elevados de los por cientos de aprobados.
- Debido a que el plan por competencias incluye la realización de un alto número de actividades de aprendizaje (con su evaluación correspondiente) muchos estudiantes no las realizarían y abandonarían los cursos, provocando un aumento en el número de estudiantes no presentados (NP), a finales.

Con el objetivo de aclarar estas inquietudes se procedió a la comparación de las calificaciones, en ambos planes de estudio, teniendo en cuenta además que las unidades de aprendizaje, en el primer semestre, son similares en ambos modelos.

Por último para el tercer indicador del sistema de evaluación se utilizó los resultados de la evaluación del desempeño magisterial, que realiza en Centro de Evaluaciones de la UANL, en los semestres agosto - diciembre, para medir la satisfacción de los estudiantes con los cursos. Esta encuesta se aplica, por personal externo a la facultad, en grupos y unidades de aprendizaje, aleatoriamente seleccionados por ellos.

Los resultados se dan en función de un llamado Índice de Satisfacción Ponderado (ISP), que se calcula en base a las respuestas, que los estudiantes dan en una encuesta de 10 preguntas, sobre aspectos referidos al profesor, como: preparación de las clases, habilidad para explicar, motivación que logra, cumplimiento de programas, atención al estudiante, etc., con una escala de cinco respuestas posibles (excelente, muy bien, bien, regular y deficiente). El ISP obtiene un valor máximo de 100, solo si todas las respuestas, dadas por los estudiantes, fueran de excelente.

Dado que los grupos y materias encuestados son elegidos aleatoriamente por el Centro de Evaluaciones, no se puede garantizar, que solo fueran grupos del plan por competencias, ni que fueran todos los grupos, por lo que fue necesario utilizar los datos aportados por este evaluador externo, en los semestres en los que se realizó la evaluación (agosto – diciembre).

Toda la información obtenida de estos indicadores se utilizó como parte del proceso de mejora continua, ya que todos los datos, de este estudio, se ofrecieron a los profesores y jefes de academia involucrados, al final de cada semestre, con el objetivo que detectaran las áreas de oportunidad y tomaran las medidas pertinentes para su mejora.

Además en las reuniones de las academias se obtenía la opinión de los profesores sobre el plan de competencias aplicado y las dificultades que encontraban en su implementación a nivel de aulas, con el fin de ejercer acciones para facilitar el trabajo de los profesores.

Resultados obtenidos

Encuestas de opinión a los estudiantes

Para evaluar la confiabilidad de los resultados de las encuestas se calculó el coeficiente de Cronbach que da una medida de la interrelación entre las preguntas de un instrumento, en una sola aplicación. El coeficiente toma valores de 0 (no hay confiabilidad) a 1 (máxima confiabilidad). Valores entre 0.8 y 0.9 indican una muy buena confiabilidad. Para las encuestas aplicadas en el curso del 2009 el valor del coeficiente fue de 0.866 y en el 2010 fue de 0.885, lo cual indica una buena confiabilidad del instrumento utilizado.

En la encuesta, como ya se mencionó, se solicitó la evaluación de los estudiantes de primer semestre, en cuanto al aprendizaje que lograron, la motivación alcanzada, el uso de diferentes formas e instrumentos de evaluación del aprendizaje y una evaluación general del curso, en cuestión. En los grupos se aplicó la encuesta de forma que cada estudiante le tocaba la relacionada con una unidad de aprendizaje concreta, de forma que en total unos siete estudiantes daban su opinión de cada una de las siete unidades que se imparten (en promedio los grupos tiene 50 estudiantes).

Programas de estudio por competencias	Semestre	Muestra encuestada	Matrícula Total	% de la Matrícula
3	Ag Dic 2009	547	703	78
3	En Jun 2010	229	356	64
3	Ag Dic 2010	455	590	77
3	En Jun 2011	310	425	73
9	Ag Dic 2011	1513	2097	72
9	En Jun 2012	792	1184	67
Total		3846	5355	72

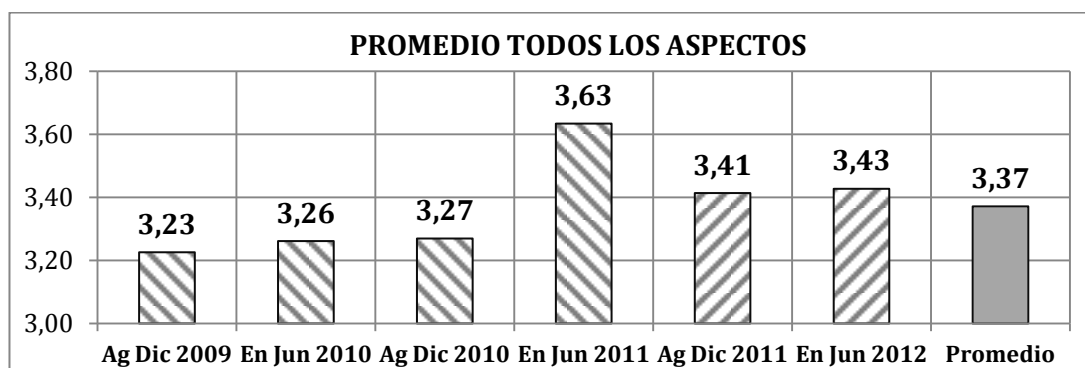
Fuente: Elaboración propia

Tabla n. 3. Muestras y matrículas por competencias, por semestres de aplicación

Las muestras, para cada semestre, se presentan en la tabla # 2, de donde puede observarse que se logra encuestar a un número representativo de los estudiantes de los planes de estudio por competencias.

En la FIME los semestres agosto – diciembre son los de mayor matrícula, por ser estudiantes del ciclo regular, o sea los que acabaron el ciclo medio superior en el tiempo normal, mientras que en los semestres enero – junio la matrícula es menor, por ser estudiantes irregulares, o sea que quedaron atrasados en el nivel precedente, por alguna asignatura pendiente. Como puede observarse se lograron muestras representativas (72 % en total) para cada semestre de aplicación de la encuesta.

Los resultados promedio de los cuatro aspectos evaluados se muestran en el gráfico 1, para todos los semestres en que se ha aplicado la encuesta.



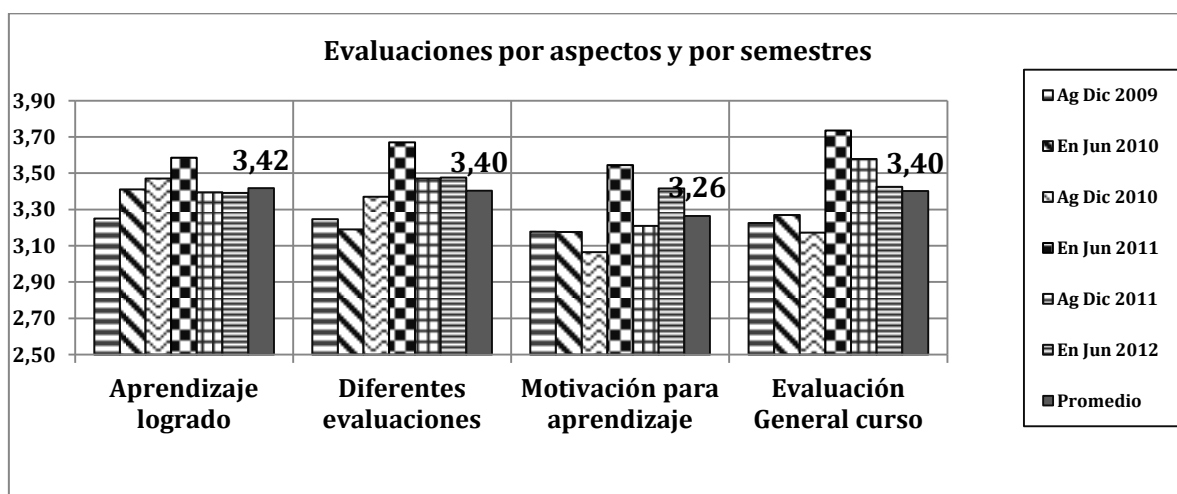
Fuente: Elaboración propia

Gráfico n. 1. Promedio de todos los aspectos por semestres, de acuerdo a encuestas a estudiantes

El promedio de todos los semestres es de 3.37 con una desviación estándar 0.15 lo cual da un intervalo de variación normal entre 3.22 y 3.52 (promedio más /menos una desviación estándar). Como se observa todos los valores están en el intervalo de variación considerado, menos el de enero – junio 2011, que está por encima con 3.63. El valor más bajo es 3.23, en el semestre inicial de la aplicación del modelo, lo cual puede considerarse normal teniendo en cuenta la poca experiencia que se tenía. A partir de ese semestre, y debido al proceso desarrollado de reunir información y llevarlas a las academias para tomar medidas de mejora, el valor promedio comienza a aumentar hasta el semestre enero – junio 2011, que fue el último semestre con solamente tres programas educativos. Luego en valor promedio baja un poco (a 3.41) lo cual se explica por el hecho de que se incorporan otros seis programas, por lo cual aumenta considerablemente el número de estudiantes y profesores involucrados.

Esta incorporación involucra por tanto profesores ya sin experiencia previa en el modelo por competencias, lo cual puede llevar a la disminución de las evaluaciones mostradas. De todas formas todos los valores están en el rango entre Bien y Muy Bien lo cual puede considerarse aceptable.

La evaluación de cada aspecto, por semestres, se muestra en el gráfico 2, a continuación.



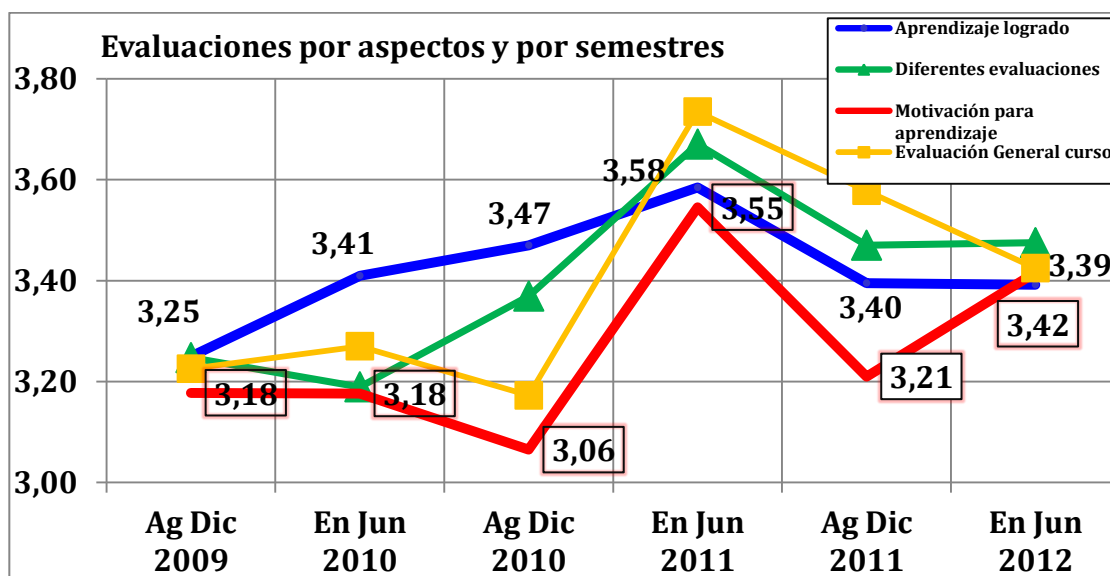
Fuente: Elaboración propia

Gráfico n. 2. Evaluación de cada aspecto, por semestres, de acuerdo a encuestas a estudiantes.

El aspecto más bajo y con mayor variación de valores (desviación estándar 0.18) es la motivación lograda, lo cual es un indicativo que aún falta trabajo en esta dirección. El aprendizaje logrado tiene el mayor valor promedio (3.42) y muestra una variación pequeña (desviación estándar 0.11) creciendo hasta el semestre ag - dic. 2011 cuando se incorporaron los otros seis programas. El valor del primer semestre de aplicación fue muy bajo (3.25), lo cual es una muestra de que la poca experiencia y la insuficiente preparación de los profesores participantes influyeron en el aprendizaje logrado. Consideramos que el aumento posterior se logró gracias al proceso de mejora continua realizado a nivel de las academias por competencias, donde estos resultados se discutieron con los profesores; ya luego con la incorporación de un mayor número

de profesores el valor baja, pero aun así se mantiene alrededor de 3.40, lo cual consideramos aceptable. Los valores del uso de diferentes formas de evaluación y la general de los cursos son intermedios (3.40) y también presentan una variación importante (desviación de 0.17 y 0.22 respectivamente). Sobre estos aspectos hay que trabajar más en el futuro a fin de lograr un aumento sostenido de las evaluaciones.

Los valores por cada aspecto y semestre se muestran en el gráfico 3, de donde puede apreciarse las variaciones comentadas.

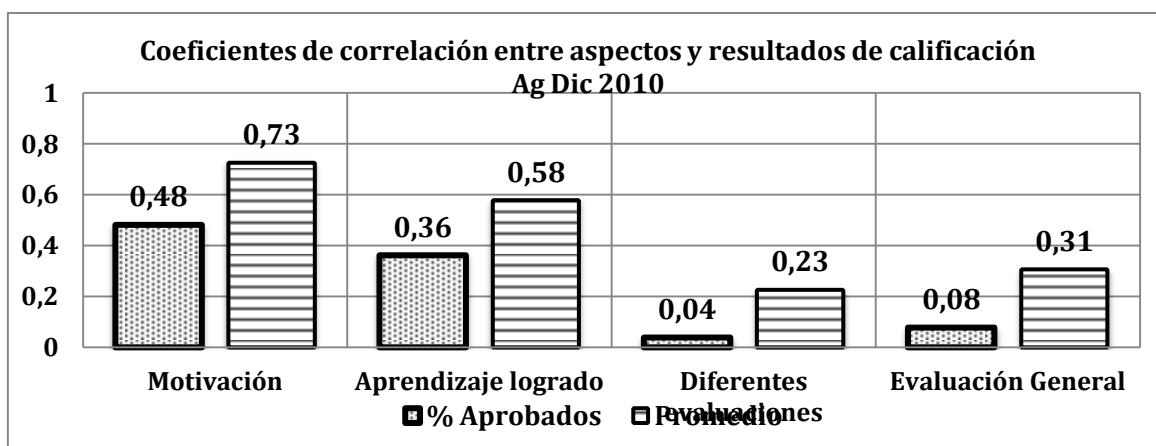


Fuente: Elaboración propia

Gráfico n. 3: Evaluación de cada aspecto, por semestres, de acuerdo a encuestas a estudiante.

Para validar los resultados de las encuestas se decidió establecer las correlaciones entre los valores obtenidos de las encuestas y dos parámetros de las calificaciones que otorgan los profesores de los cursos: el por ciento de aprobados y el promedio. Si el estudiante está dando una evaluación de su aprendizaje (entendido como desarrollo de las competencias de cada curso) y los profesores califican el desarrollo de estas competencias, estos dos valores deben correlacionarse, partiendo del supuesto que los estudiantes evalúan objetivamente su aprendizaje. Para realizar este ejercicio se utilizaron los datos del semestre Agosto Diciembre de 2010, tomando las calificaciones de las siete asignaturas del primer semestre.

Los coeficientes de correlación de Pearson (Cohen, 1988), entre cada aspecto de la encuesta y los por cientos de aprobados y promedios, se muestran en el gráfico 4, a continuación.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico n. 4. Coeficientes de correlación entre evaluaciones de aspectos y resultados de calificaciones (% aprobados y promedios). Semestre Ag. Dic 2010

De los valores mostrados puede verse que los coeficientes son mayores para la motivación y el aprendizaje logrado. Asimismo son mayores entre el promedio de calificación y estos dos aspectos alcanzando un valor grande (0.73) entre la motivación y el promedio de calificaciones. Este resultado no es nuevo, pues normalmente el estudiante más motivado obtiene mejores resultados. Sin embargo la correlación entre el aprendizaje (según evaluación de los estudiantes) y los dos indicadores de calificaciones, toma valores de 0.58 para el promedio y de 0.36 para el por ciento de aprobados, que pueden considerarse aceptables, ya que aplicando la prueba estadística (t - student), con un nivel de significación $\alpha = 0.05$, se obtiene que son valores significativos. Este resultado nos indica que la autoevaluación que hacen los estudiantes de su aprendizaje (entendido como desarrollo de competencias) es bastante objetiva pues correlaciona bastante bien con las calificaciones de los profesores que consideramos una medida del desarrollo real de las competencias. O sea puede concluirse que las evaluaciones de las encuestas en cuanto al aprendizaje es un buen indicador del desarrollo de las competencias alcanzado por los estudiantes.

Las evaluaciones de las diferentes formas de evaluación y la general de los cursos prácticamente no correlacionan con las calificaciones lo que es lógico pues están midiendo otros aspectos no relacionados con el desarrollo de las competencias. Estos cálculos se hicieron para comprobar que el resultado anterior, de las correlaciones con el aprendizaje y la motivación, no eran casuales. En otros semestres en que se realizaron estas correlaciones se obtuvieron resultados parecidos.

En cuanto a la pregunta abierta más o menos solo el 40 % de las encuestas expresa alguna opinión y además las opiniones vertidas fueron muy variadas. En ocasiones las respuestas no estaban relacionadas con el tema principal de las encuestas (el modelo de competencias) y por tanto eran descartadas. Se realizó una clasificación general de las respuestas, que si eran de interés para la evaluación, en dos categorías: opiniones a favor del modelo por competencias y opiniones en contra de este modelo. La regularidad obtenida muestra que en semestres regulares (Agosto - Diciembre) las opiniones a favor del modelo por competencias son mayoritarias (alrededor del 65 % de todas las opiniones), mientras que en semestres irregulares (Enero - Junio) la opinión mayoritaria (del orden del 55 % de las opiniones vertidas) es

en contra de este modelo. Este dato es interesante y puede ser un indicador de que para estudiantes regulares el modelo de competencia es más adecuado mientras que en irregulares, es menos adecuado.

Los resultados mostrados, en forma integral, se pueden dividir por unidades de aprendizaje y por grupos permitiendo detectar áreas de oportunidad para mejorar el proceso. Como se ha comentado estos resultados se comunicaban a las academias para su análisis en concreto y la toma de medidas para mejorar el proceso. De manera que las encuestas servían a la facultad, departamentos y academias como retroalimentación del proceso de enseñanza aprendizaje. Si el aprendizaje sale bajo en todos los grupos, debe revisarse el programa analítico o las actividades de aprendizaje. Si hay grupos con evaluaciones bajas y otros con altas, se invita a los profesores de los últimos para que compartan su experiencia con el resto de los profesores y así mejoran todos. De la misma forma se actuaba con relación a los otros aspectos evaluados: motivación, diferentes formas de evaluación, etc.

Este fue un mecanismo muy efectivo para lograr que el proceso fuera mejorando en forma continua, a pesar de las dificultades que siempre representa una innovación de esta envergadura. Hay actores involucrados en el proceso de rediseño que critican la aplicación, aun cuando no pueden ofrecer argumentos válidos para ello.

Resultados de las calificaciones

Para comparar las calificaciones se tomó como indicador los porcentos de aprobados totales, de cada plan (por competencias y tradicional), que se muestran en la tabla 3.

% Aprobados totales por semestres y modelos.							
Modelo	Ag./Dic. 2009	En./Jun. 2010	Ag./Dic. 2010	En./Jun. 2011	Ag./Dic. 2011	En./Jun. 2012	Promedio de aprobados
Competencias	79.84	64.95	79.62	67.5	76.17	60.27	71.39
Tradicional	76.40	65.53	74.84	68.20	No hay tradicional		71.24

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.4. Por cientos de aprobados, por modelos y semestres. Sombreados los valores mayores

Puede observarse que en los semestres de agosto – diciembre el modelo por competencias obtiene por cientos ligeramente superiores al tradicional, mientras que en los de enero a junio obtiene valores ligeramente por debajo. En promedio de los semestres, el modelo de competencias tiene un valor de 71.39, mientras que el tradicional un valor de 71.24, casi iguales. En los semestres desde agosto diciembre de 2011, no había cursos tradicionales, por ello solo se dan los datos para mostrar que el comportamiento se mantuvo similar a los anteriores a pesar del mayor número de estudiantes y profesores. Aquí es importante notar que el último semestre (enero/junio 2012) obtuvo un valor muy bajo en comparación con todos los anteriores.

Dos señalamientos: si bien las diferencias no son significativas, puede considerarse que en general el modelo de competencias obtiene valores ligeramente superiores, lo cual descarta la inquietud de profesores que afirmaban que se obtendría valores muy altos de aprobados. Los porcentajes de aprobados en el modelo por competencias son similares a los del modelo tradicional, lo cual puede considerarse aceptable, dada la poca experiencia en este tipo de modelo.

Llama la atención que en los semestres de estudiantes regulares (o sea los de Agosto - Diciembre), el modelo de competencias tiene resultados superiores en tres o cuatro puntos porcentuales, mientras que en los semestres irregulares (Enero – Junio) ocurre lo contrario o sea son mayores en los tradicionales. Si se calcula la diferencia de los porcentajes de aprobados de un semestre regular con el siguiente irregular se obtienen ganancias de 14.89 y 12.12 para los cursos por competencias, mientras que para los tradicionales solo son de 10.87 y 6.64. Independientemente que los semestres regulares son siempre superiores a los irregulares el aumento en los porcentajes de aprobados es notablemente mayor en los cursos por competencias. O sea podría decirse que el modelo de competencias es más adecuado para estudiantes regulares, que realmente están más acostumbrados a trabajar para lograr su aprendizaje. Para estudiantes irregulares, que ingresan con dificultades de aprendizaje, el modelo de competencias no resulta tan eficaz.

Este resultado reafirma un tanto la regularidad obtenida en la pregunta abierta de las encuestas, de que el modelo por competencias es mejor aceptado en estudiantes regulares que en irregulares, ya señalada anteriormente.

Respecto a la inquietud de que habría un mayor número de estudiantes que no presentaran evaluación, en el modelo de competencias, se muestran, en la tabla 4, los datos de los porcentajes de no presentados (NP) a evaluación final, en los dos modelos (sombreados los valores mayores).

A excepción del semestre enero junio/2011, el modelo por competencias siempre tiene por cientos ligeramente menores de no presentados. Estos datos confirman lo expresado de que los estudiantes de semestres regulares, tienen mejores resultados, ya que los valores de NP son menores, para los semestres Agosto - Diciembre.

Modelo	Ag./Dic. 2009	En./Jun. 2010	Ag./Dic. 2010	En./Jun. 2011	Ag./Dic. 2011	En./Jun. 2012
Competencias	5.8	10.35	7.2	11.5	7.62	11.29
Tradicional	6.2	11.24	8.8	10.6	No hay tradicional	

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.5.: Por cientos de No Presentados, por modelos y semestres. Sombreados los valores mayores

De acuerdo a estos valores no se confirmó la inquietud de algunos profesores que el número de NP, del modelo por competencias, sería muy alto, comparado con el tradicional.

Por otra parte vale la pena notar que el último semestre obtuvo un valor bastante alto de NP, lo que junto al por ciento de aprobados mostrado anteriormente puede indicar que ese semestre fue de muy baja calidad.

De los datos de calificaciones mostrados puede concluirse que si bien el modelo por competencias no obtiene resultados significativamente superiores, tampoco tiene resultados menores, destacando el hecho de que en los semestres de estudiantes regulares, tiene valores de aprobados superiores. Es importante recordar que aunque se está haciendo esta comparación de por cientos de aprobados, los dos sistemas de evaluación son significativamente diferentes y posiblemente los resultados mejoren una vez que tanto estudiantes como profesores ganen experiencia en la aplicación de estas diferentes formas de evaluación.

Resultados de evaluación externa

Las encuestas de desempeño magisterial se aplicaron en el semestre agosto – diciembre de los años 2009, 2010 y 2011, en grupos aleatorios de primer semestre. No se aplica esta encuesta en semestres enero – junio. Los resultados promediados del ISP se muestran en la tabla 5, para cada modelo (por competencias y tradicional), para muestras aleatorias seleccionadas por el Centro de evaluaciones de la universidad, del orden del 60 % de las matrículas de los semestres.

ISP	por Competencias	Tradicional
Ag. Dic 2009	77.71	72.84
Ag. Dic 2010	76.39	74.16
Ag Dic. 2011	81.22	

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.6. Índices de Satisfacción Ponderados (ISP), para modelos por competencias y tradicional. Tres semestres.

De los resultados se observa que el índice de satisfacción (ISP) para los cursos por competencia es superior, en ambos semestres en que se puede comparar, que los tradicionales. De estos datos puede concluirse que la satisfacción de los estudiantes es superior en los cursos por competencias, recordando que no hay encuestas en semestres irregulares.

En las reuniones de academias donde se les ofrecía los resultados de este estudio se obtuvo la opinión de los profesores vinculados al proceso de rediseño curricular, solicitándoles opiniones sobre aspectos que han dificultado la aplicación del modelo y aspectos positivos y negativos del mismo.

Entre las dificultades se mencionaron: el alto número de estudiantes por grupo, el tiempo de clase, típico de 50 minutos, resulta insuficiente, falta de recursos (tecnologías, proyectores, etc.) y la falta de experiencia de todos los involucrados en este tipo de cursos por competencias.

Como aspectos positivos se mencionaron: el aprendizaje más activo de los estudiantes, cursos más dinámicos, mejor motivación, y el uso de una evaluación ponderada, entre varias actividades. Como negativos: el alto número de estudiantes por grupo, la menor importancia dada al examen escrito dentro de todas las actividades de aprendizaje, por parte de los estudiantes y obviamente, el cambio del sistema de enseñanza, que como toda innovación tiene dificultades para su aceptación.

Conclusiones

Del trabajo realizado en la FIME, UANL se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Puede considerarse que el Modelo por competencias está justificado en la enseñanza de la ingeniería, ya que posiblemente permita mejorar la formación de egresados y hacerla más acorde con las exigencias de la sociedad moderna. Hay muchos ejemplos en el mundo de aplicación de este modelo en la formación de ingenieros, aunque con diferentes enfoques.
- En el caso de la FIME, UANL, se adoptó un enfoque holístico de las competencias, adaptando recomendaciones de expertos internacionales a las condiciones propias del centro, constituyendo una estructura que permitiera darle al rediseño curricular un carácter de proyecto institucional formal.
- Se aplicó un sistema de evaluación con indicadores de encuestas a estudiantes, comparación de resultados de calificaciones y resultados de un evaluador externo.
- Los resultados de las encuestas sobre aprendizaje, motivación, diferentes formas de evaluación y evaluación general de los cursos dan valores aceptables, en seis semestres de aplicación con muestras de alrededor de un 70 % de las matrículas. El aspecto evaluado más bajo es la motivación, lo cual puede deberse a la poca experiencia de los profesores, al alto número de estudiantes involucrados y a que las unidades evaluadas son de formación básica, no tan vinculadas al perfil del ingeniero. El aprendizaje logrado obtiene evaluaciones aceptables, que debido al plan de mejora continua aplicado fue aumentando en los diferentes semestres, teniendo una dispersión relativamente baja y además correlaciona en cierta medida con indicadores de las calificaciones, dadas por los profesores.
- Los resultados de las calificaciones muestran que los valores del por ciento de aprobados, por competencias y los tradicionales, son similares, ligeramente superior en las competencia para semestres regulares y algo inferior en semestres irregulares. Esto, junto a los resultados de la pregunta abierta de las encuestas, puede indicar que los cursos por competencias son más adecuados para estudiantes más comprometidos con su formación. Los resultados de los por cientos de NO Presentados a examen son menores en los cursos por competencias.

- Las evaluaciones externas, en forma de un índice de satisfacción (ISP) con los cursos, tiene valores superiores en los cursos por competencias. Debe tenerse en cuenta que estas evaluaciones solo se hicieron en semestres regulares.

Todavía se tienen áreas de oportunidad en cuanto a resultados de evaluaciones, mejorar las calificaciones de los estudiantes y lograr que todos los profesores y demás actores involucradas estén realmente convencidos de las posibilidades que ofrece el modelo por competencias para la formación de ingenieros.

Actualmente se han tomado medidas para erradicar las áreas de oportunidad encontradas en este estudio. Los resultados obtenidos pueden servir para intercambiar experiencias con otras instituciones, dedicadas a la formación de ingenieros.

El presente trabajo evalúa solo la implementación del modelo por competencias, no el perfil de egreso. Una vez que se tengan egresados (en el año 2014) es necesario evaluar el nivel de satisfacción de los empleadores sobre el perfil de egreso.

Referencias Bibliográficas

- ANECA. (2012). *Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación*. Recuperado el 30 de junio de 2013, de Libros Blancos: <http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Otros-documentos-de-interes/Libros-Blancos>
- Atman, C., Sheppard, S., Turns, J., Adams, R., Fleming, L., Stevens, R., y otros. (2010). *Center for the Advancement of Engineering Education*. (M. & Publishers, Ed.) Recuperado el 22 de Diciembre de 2012, de Academic Pathways Study (APS): http://www.engr.washington.edu/caee/about_APS.html
- Bolívar, A. (2009). El discurso de las competencias en España: educación básica y educación superior. *Red U. Revista de Docencia Universitaria.*, 6(2), 1 - 23.
- CAEE. (28 de julio de 2011). *Center for the Advancement of Engineering Education*. Recuperado el 30 de enero de 2013, de <http://www.engr.washington.edu/caee/>
- Chomsky, N. (1970). *Aspectos de la teoría de la sintaxis*. Madrid: Aguilar.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Delgado García (coord.), A. (2005). *Competencias y diseño de la evaluación continua y final en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Ministerio de Educación y Ciencia, Programa de Estudios y Análisis. Número de referencia EA2005-0054. Dirección General de Universidades.
- Earnest, J., & de Melo, F. (2001). Competency -Based Engineering Curricula – An Innovative Approach. *International Conference on Engineering Education*, (págs. Session 8B7, 22 - 27). Oslo, Noruega.

- Engineering Council. (2010). *Engineering Council*. Recuperado el 25 de junio de 2013, de UK-SPEC: <http://www.engc.org.uk/professional-registration/standards/uk-spec>
- Engineers Australia. (2012). *Engineers Australia*. Recuperado el 15 de junio de 2013, de Assessment of Qualifications and Competencies: <http://www.engineersaustralia.org.au/membership/assessment-qualifications-and-competencies>
- Escudero Muñoz, J. (Junio de 2008). Las competencias profesionales y la formación universitaria: posibilidades y riesgos. *Red U. Revista de Docencia Universitaria*, (Monográfico II "Formación centrada en competencias(II)"), 1-18.
- Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. (2013). *FIME*. Recuperado el 1 de julio de 2013, de <http://www.fime.uanl.mx/>
- Gascón, V. (22 de junio de 2013). Encarece empleo en sectores automotriz y aeroespacial. *El Norte*, págs. Sección Negocios, 13.
- Gimeno Sancristán, J., Pérez Gómez, Á., Martínez Rodríguez, J. B., Torres Santomé, J., Angulo Rasco, F., & Álvarez Méndez, J. M. (2009). *Las Competencias, ¿qué hay de nuevo?* Madrid, España: MORATA, .
- González, J., & Wanegaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe. Informe Final Fase Uno*. Bilbao, España: Universidad de Deusto.
- H Consejo Universitario. (8 de septiembre de 2011). *UANL Universidad Autónoma de Nuevo León*. Recuperado el 2 de diciembre de 2012, de Leyes y Reglamentos de la UANL: http://transparencia.uanl.mx/normatividad_vigente/leyesYreg.html
- Lachiver, G., Dalle, D., Boutin, N., Clavet, A., Michaud, F., & Dirand, J.-M. (summer de 2002). Competency- and Project-Based Programs in Electrical & Computer Engineering at the Université de Sherbrooke. *IEEE Canadian Review*(41), 21 - 24.
- Loji, D. (1 de mayo de 2010). Arman Fiesta a lo grande. *El Norte*, pág. Automotriz 5.
- Martín del Peso, M., Rabadán Gómez, A. B., & Hernández March, J. (enero - abril de 2013). Desajustes entre formación y empleo en el ámbito de las enseñanzas técnicas universitarias: la visión de los empleadores de la Comunidad de Madrid. (C. y. Ministerio de Educación, Ed.) *Revista de Educación*(360), 244 - 267.
- Martínez Alonso, G. F., & Monsiváis Pérez, A. (Septiembre de 2010). Desarrollo de competencias en un curso de Física para ingenieros. *Lat. Am. J. Phys. Educ. (LAJPE)*, 4(3), 683 - 691.
- Marzo Navarro, M., Pedraja Iglesias, M., & Rivera Torres, P. (septiembre - diciembre de 2006). Las competencias profesionales demandadas por las empresas: el caso de los ingenieros. (C. Ministerio de Educación, Ed.) *Revista de Educación*(341), 643 - 661.
- McClelland, D. (1973). Testing for competencies rather than intelligence. *American Psychologist*(28), 1 - 14.
- National Research Council. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Washington, DC: National Academies Press.

- OCDE. (2000b). *El Programa PISA de la OCDE. Qué es y para qué sirve*. París: OCDE publishing.
- OECD. (2000a). *Higher education and adult learning*. Recuperado el 20 de mayo de 2013, de Definition and Selection of Competencies (DeSeCo): <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/definitionandselectionofcompetenciesdeseco.htm#>
- OECD. (2012). *Better Skills, Better Jobs, Better Lives: A Strategic Approach to Skills Policies*. Recuperado el 15 de enero de 2013, de <http://dx.doi.org/10.1787/9789264177338-en>
- Rué, J. (Abril de 2008). Formar en competencias en la universidad: entre la relevancia y la banalidad. *Red U. Revista de Docencia Universitaria*,(numero monográfico 1 "Formación centrada en competencias").
- Salganik, L., Rychen, D. S., Moser, U., & Konstant, J. (1999). *Proyectos sobre Competencias en el Contexto de la OCDE. Análisis de base teórica y conceptual*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- Schmal, R., & Ruiz-Tagle, A. (2008). Una metodología de diseño curricular orientado a las competencias. *Ingeniare Revista chilena de ingeniería*, 16(1), 147 - 158.
- Sheppard, S., Macatangay, K., Colby, A., & Sullivan, W. (2008). *EDUCATING ENGINEERS Designing for the Future of the Field*. Carnegie/Jossey-Bass.
- Subdirección Académica FIME. (2010). *Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica*. Recuperado el junio 30 de 2013, de Modelo Educativo UANL: http://www.fime.uanl.mx/Modelo_Educativo.php
- The Royal Academy of Engineering. (2007). *Educating Engineers for the 21st Century*. London: The Royal Academy of Engineering.
- Tobón, S. (Enero - Diciembre de 2007). El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos. *Acción Pedagógica*(16), 14 - 28.
- Tobón, S., Rial, A., García, J., & Carretero, M. (2006). *Competencias, Calidad y Educación Superior*. Bogotá, Colombia: Magisterio.
- Universidad Autónoma de Nuevo León. (2013). *UANL*. Recuperado el 25 de junio de 2013, de <http://www.uanl.mx/>
- Universidad de Deusto. (2007). *Tuning América Latina, Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Informe Final*. Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deusto.
- WEEF. (18 de octubre de 2012). *World Engineering Education Forum*. Recuperado el 15 de diciembre de 2012, de <http://www.weef2012.edu.ar/sobrewweef.php>
- Yañiz, C. (Abril de 2008). Las competencias en el currículo universitario: implicaciones para diseñar el aprendizaje y para la formación del profesorado. *Red U. Revista de Docencia Universitaria*(número monográfico 1º), 1 - 13.
- Zabalza Beraza, M. Á. (Octubre - Diciembre de 2011). Metodología docente. *RedU Revista de Docencia Universitaria*, 9(3), 75-98.

Zabalza, M. (Octubre-Diciembre. de 2012). *Revista de Docencia Universitaria. REDU*. Recuperado el 15 de enero de 2013, de Articulación y rediseño curricular: el eterno desafío institucional.: <http://www.red-u.net/>

Artículo concluido el 22 de Julio de 2013

Cita del artículo:

Martínez Alonso G. F., Garza Garza J. A., Báez Villarreal E., Treviño Cubero A, (2013). Implementación y evaluación del Currículo Basado en Competencias para la formación de ingenieros. *Revista de Docencia Universitaria. REDU*. Vol. 11, Número especial dedicado a *Engineering Education*, pp. 141-174. Recuperado el (fecha de consulta) en <http://red-u.net>

Acerca de los autores



Gabriel Fernando Martínez Alonso

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Mail: gabrilo2009@hotmail.com

Maestría en ciencias de la Universidad Estatal de Moscú, 13 años como Profesor Investigador de la Coordinación de Ciencias Básicas en FIME, UANL, y Jefe de Investigación Educativa de la misma, líneas de Investigación principales: Física, Competencias y aprendizaje activo, ha participado en foros nacionales e internacionales en el tema de educación, Miembro de la red de investigadores educativos de la UANL.



Juan Ángel Garza Garza

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Mail: jagarza48@gmail.com

Maestría en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica con especialidad en Electrónica en FIME, UANL México, 36 años como Profesor Investigador de la Coordinación de Electrónica en FIME y Coordinador de informática de la misma, líneas de Investigación principales: Sistemas Electrónicos Digitales, Competencias y aprendizaje activo, autor de libros en el área de Sistemas electrónicos digitales y Perito en la misma área, ha participado como ponente en eventos nacionales e internacionales sobre educación, Miembro de la red de investigadores educativos de la UANL.



Esteban Báez Villarreal

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Mail: esteban.baez@uanl.mx

Maestría en Ciencias de la ingeniería con especialidad en Administración en FIME UANL México, 40 años como Profesor Investigador de la Coordinación de Administración y actualmente Director de la FIME UANL, líneas de Investigación principales: Estadística, Gestión académico-Administrativa, miembro de la Academia de Ingeniería A. C. México (AI), Actualmente Vicepresidente General de la ANFEI (Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería), Miembro del Consejo Consultivo de Manufactura del estado de Nuevo León, México.



Arnulfo Treviño Cubero

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Mail: cubero2005@yahoo.com.mx

Doctorado en Educación, Instituto de Educación Superior José Martí de Monterrey, México, Subdirector Académico y 30 años como Profesor investigador de la Coordinación de Administración, Líneas de Investigación: Estadística, Auto transformación Integral Universitaria en Ingeniería y Gestión académico-Administrativa, ha participado como ponente en eventos nacionales e internacionales sobre educación.