

## EXPERIENCIA DE ACREDITACIÓN INTERNACIONAL DE UN PROGRAMA DE INGENIERO EN MATERIALES

M. Hinojosa Rivera<sup>1</sup>  
E. Reyes Melo<sup>2</sup>  
A. Cázares Yeveverino<sup>3</sup>

### RESUMEN

Se discute la experiencia en el proceso de preparación con miras a la acreditación internacional del programa de Ingeniero en Materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Se describen en particular las acciones emprendidas para la evaluación periódica de los objetivos educacionales del programa, el desarrollo de competencias y los atributos del perfil de egreso. En base a las experiencias de evaluación nacional, adaptamos nuestras prácticas y procesos para satisfacer los criterios internacionales de acreditación. Revisamos y adaptamos exitosamente nuestros procedimientos de evaluación, pasando del tradicional sistema de una sola calificación por curso, a un sistema que evalúa acumulativamente el desarrollo de las competencias en cada uno de los cursos a lo largo de los diez semestres del programa. Fue necesario desarrollar un proceso de mejora continua, como parte de nuestro sistema certificado de calidad, que considera la participación de un consejo consultivo externo y la revisión periódica de los resultados del desarrollo de competencias y la tutoría. Además del éxito en la acreditación internacional, las estrategias desplegadas a lo largo del tiempo han permitido una alta empleabilidad de nuestros egresados y la realización de tesis de licenciatura de alta calidad que han sido galardonadas por la UANL y han dado lugar a publicaciones en revistas indexadas. Las prácticas aquí discutidas han tenido un impacto positivo en la empleabilidad de nuestros estudiantes, un crecimiento sostenido de la matrícula y alta satisfacción de los empleadores.

### ANTECEDENTES

Aún no existen muchos programas de ingeniería en México o Latinoamérica que cuenten con acreditación internacional. En este trabajo describimos la exitosa experiencia de mejora de las prácticas y procesos académicos para cumplir con los estándares necesarios que permitieron la obtención de la acreditación de ABET para el programa de Ingeniero en Materiales de la FIME-UANL. Estamos convencidos de que nuestra experiencia puede ser interesante y útil para otros programas latinoamericanos.

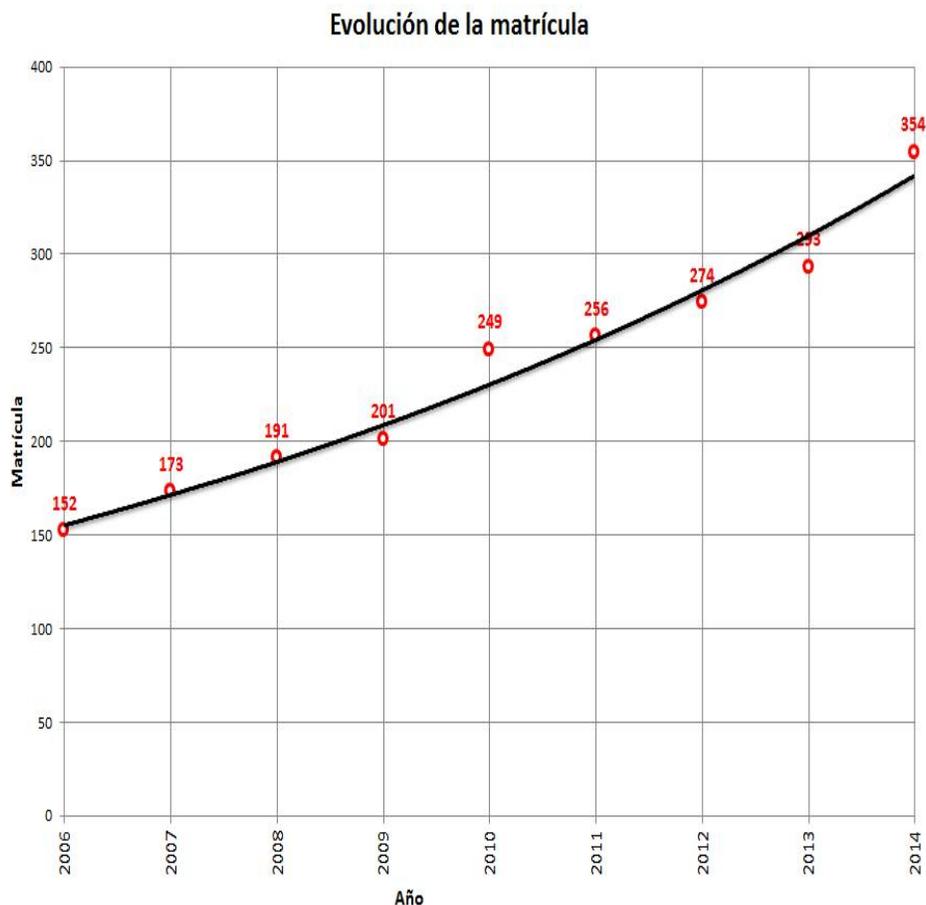
Primeramente, es oportuno señalar que nuestra experiencia de acreditación exigió comparar el sistema norteamericano típico (Kearney, 1994; Spady, 1994), basado en los llamados *outcomes* con las prácticas nacionales y los marcos de referencias aplicables. Siguiendo tendencias mundiales, las escuelas de ingeniería en México y Latinoamérica están transitando de modelos centrados en contenidos o conocimientos hacia modelos orientados a competencias en los que el perfil de egreso se integra en un conjunto de atributos o competencias que se espera se desarrollen progresivamente a través de actividades de aprendizaje específicas (Nusche, 2008; Masni-Hazian, 2014). Por otro lado, de acuerdo a Cahn (2001), los programas de ingeniería de materiales iniciaron en Estados Unidos en los 1950's, a partir de departamentos o programas orientados a la metalurgia; se sabe que el primer departamento de Ciencia de Materiales se creó en la Universidad del Noroeste en Illinois. En México se ha experimentado una evolución similar, aunque desfasada, puesto que en general los programas de Ingeniería de Materiales han comenzado a partir de

<sup>1</sup> Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Nuevo León. [moises.hinojosar@uanl.mx](mailto:moises.hinojosar@uanl.mx).

<sup>2</sup> Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Nuevo León. [reyesmeloedgar@yahoo.fr](mailto:reyesmeloedgar@yahoo.fr).

<sup>3</sup> Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Nuevo León. [acayeve@gmail.com](mailto:acayeve@gmail.com).

carreras de Metalurgia o son muy recientes. En particular, nuestro programa fue creado en el 2000 como resultado de la revisión del anterior programa de Ingeniero Mecánico Metalúrgico, que se ofreció entre 1975 y 2000 y su última cohorte egresó en 2005. Este nuevo programa fue diseñado siguiendo las tendencias internacionales (National Research Council, 1989; Flemings, 2000), buscando formar ingenieros con la comprensión y dominio de los cuatro elementos básicos de la Ciencia y la Ingeniería de Materiales: (1) La estructura de los materiales (2) las propiedades relevantes, (3) los métodos de síntesis y procesamiento y (4) el desempeño en componentes, estructuras, máquinas y productos, con énfasis en la comprensión de la relación e interdependencia de estos elementos. Una de las razones para expandir nuestro programa de Metalurgia a Ciencia de Materiales fue la gradual disminución de la matrícula. Aún en la actualidad, los programas de Ingeniería de Materiales, tanto en México como en otros países, normalmente son poco numerosos; típicamente tienen poblaciones de entre 100 y 200 estudiantes. Nuestro programa ha sido particularmente exitoso Figura 1, puesto que, como resultado de buenas prácticas de promoción y difusión, su matrícula ha, pasado de 152 estudiantes en 2006 a 354 en 2014, es probablemente uno de los más numerosos programas de Ingeniería de Materiales en Latinoamérica y se compara muy bien con programas norteamericanos similares. Nuestros graduados son contratados típicamente antes de egresar y sus salarios son competitivos en la región.



**Figura 1. Crecimiento de la matrícula entre 2006 y 2014**

## METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo es esencialmente descriptiva. Primeramente discutiremos algunas de las prácticas en nuestro programa que resultan relevantes para la comparación que enseguida se presenta, relativa a los procesos de acreditación nacional y los de ABET.

**Proceso de admisión:** El proceso de admisión a este programa en esencia es el típico de las universidades mexicanas, requiriendo sustentar en examen nacional de ingreso a posgrado y demostrar razonable dominio de una lengua extranjera, normalmente inglés. Como parte de las estrategias adoptadas para abordar el reto de la acreditación internacional se estableció la práctica de entrevistar a los estudiantes admitidos y asignarles un tutor, con el propósito de contar con un perfil académico y tomar acciones remediales oportunamente en caso necesario.

**Administración del Programa:** Una de las diferencias que se detectaron al analizar el marco de referencia de ABET con respecto a las prácticas en México, fue el concepto de “Program Constituciones”, en este sentido identificamos a los estudiantes, el profesorado adscrito al programa, los egresados y los empleadores; adicionalmente se reforzaron y formalizaron las figuras del Consejo Consultivo del programa y el Comité del Programa.

En México, los programas de posgrado cuentan con un comité o “núcleo básico”, práctica que no es habitual en los programas de licenciatura. En nuestro caso, el Comité del Programa está integrado por el Coordinador del mismo, el Coordinador de la División de Ingeniería de Materiales y tres profesores de tiempo completo, este cuerpo colegiado se encarga de la planeación y administración de los aspectos académicos del programa.

En nuestra experiencia, los programas de ingeniería en las universidades públicas normalmente no cuentan con un consejo consultivo; esta práctica es ampliamente recomendable independientemente de que se aspire o no a una acreditación internacional. Nuestro consejo consultivo externo fue creado, entre otras razones, con el objetivo de reforzar la revisión periódica de los objetivos educacionales del programa. Está integrado por expertos y empleadores de la industria local, algunos de los cuales son egresados del programa, quienes aportan su visión de las tendencias y las necesidades futuras de la industria a la luz del desarrollo económico, científico y tecnológico.

Los empleadores son un elemento vital en nuestro programa, recibimos su retroalimentación en diversas formas, ya que nuestra facultad tiene una intensa vinculación con la industria local, regional y nacional, nuestra Universidad participa también en los diferentes *clusters* que el gobierno estatal ha constituido en sectores como el automotriz, aeroespacial, electrodomésticos y nanotecnología, entre otros. Estos clústers tienen participación directa en la Ingeniería de Materiales y recibimos su retroalimentación directamente de las empresas que los conforman. Si bien esta es una práctica internacional común, no es común, en nuestra experiencia, en el caso general de los programas latinoamericanos, por lo menos a nivel de licenciatura.

**Plan de estudios:** Después de su creación en 2000, nuestro programa ha sido actualizado en 2004 y 2001. En el 2004 se reforzó el módulo de lo que en nuestra universidad se denomina Formación General Universitaria. La revisión de 2011 permitió ajustar el programa al

modelo educativo actual de la UANL (2011), que está basado en: (a) La educación centrada en el aprendizaje (b) Educación basada en competencias, (c) la flexibilidad curricular (d) la internacionalización y (e) la innovación académica. La versión actual de nuestro programa consta de 220 créditos distribuidos en diez semestres.

Nuestro plan de estudios prepara a los estudiantes en los primeros tres semestres en las ciencias básicas a través de una serie de cursos o Unidades de Aprendizaje en Física, Química, Química Orgánica, Matemáticas y Ciencia de Materiales. Los principios aprendidos en estos primeros cursos se amplían y aplican en los cursos subsecuentes de Cerámicos, Metales, Polímeros y Compósitos, mismos que invariablemente son impartidos por expertos reconocidos en cada campo. En estos cursos promovemos fuertemente la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (reales). Algunos cursos que permitieron actualizar nuestra currícula en la revisión de 2011 son los de Física de Estado Sólidos y Materiales Nanoestructurados. Con el curso de Ciencia de Materiales, nuestros estudiantes empiezan a integrar los principios científicos y de ingeniería acerca de la estructura, propiedades, procesamiento y desempeño de los diferentes sistemas de materiales, enfatizamos fuertemente la comprensión de la relación de la estructura con las propiedades, cómo los métodos de síntesis y procesamiento dependen de (y modifican) la estructura y las propiedades y cómo todos estos factores influyen en el desempeño del material en los componentes o productos. Este enfoque se mantiene en los cursos avanzados. El programa está diseñado para proporcionar una formación balanceada en los materiales en general, pero es flexible a través de cursos optativos a través de los cuales los estudiantes pueden especializarse tópicos avanzado de Metales, Cerámicos, Polímeros y Nanomateriales, esta especialización se efectúa en el quinto año, en el que se espera el desarrollo de un proyecto en alguno de estos campos, bajo la dirección de uno de nuestros profesores-investigadores de tiempo completo.

Profesores: No es fácil para los programas de ingeniería en México y Latinoamérica, integrar una planta de profesores de nivel internacional (Puryear, 2008). Uno de los factores que influyeron en la decisión de buscar la acreditación internacional de nuestro programa fue precisamente que nuestro profesorado es altamente especializado y cubre todas las áreas curriculares. Además del grado de doctorado, la mayoría de los profesores han estudiado o tienen experiencia en otros países en instituciones como el INSA (Francia), Onera (Francia), la U. de Sheffield (Reino Unido), U. de Texas, entre otras. También, la mayoría de los profesores de tiempo completo son miembros del Sistema Nacional de Investigadores y se cuenta con miembros de la Academia Mexicana de Ciencias y la Academia de Ingeniería de México. Esta planta de profesores se complementa con ingenieros que laboran en la industria local ocupando puestos que exigen responsabilidad y experiencia de relevancia. Tomando en cuenta la matrícula de 352 estudiantes, la planta de 19 profesores de tiempo completo es adecuada y suficiente para atender a todos nuestros estudiantes a lo largo de su trayectoria escolar.

Proyectos finales y elaboración de tesis: Capitalizando la intensa vinculación con la industria local, nuestros profesores regularmente desarrollan proyectos y colaboraciones con compañías como de los sectores metalmeccánico, siderúrgico, fundiciones, manufactura de vidrio, manufactura de cemento, forja, automotriz y otros. Estos proyectos, cuya efectividad en otros programas se ha discutido en la literatura (Todd, 2005), cuentan con la

participación de estudiantes de nuestro programa, así como de estudiantes de posgrado. Participando en estos proyectos de manera formal en sus últimos dos semestres, nuestros estudiantes pasan por una experiencia que implica aspectos de diseño y/o investigación, pasando por las etapas de planeación, ejecución del proyecto y escritura del reporte respectivo. En la realización de estos proyectos, los estudiantes cuentan con la asesoría y dirección de uno de nuestros profesores. Frecuentemente estos trabajos resultan en tesis para la titulación y algunos trabajos llegan hasta la publicación de artículos en *journals* y/o a solicitudes de patente. Continuamos promoviendo fuertemente esta opción de titulación, que beneficia grandemente a los estudiantes y permite detectar talentos que prosigan con estudios de posgrado. En cuanto a empleabilidad, el desarrollo de estos proyectos en las empresas ha favorecido que aproximadamente el 50 % de los estudiantes sea contratado aún antes de egresar.

**Acreditación:** Nuestro programa fue acreditado por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería en 2007 y logró su re acreditación en 2013. Estas evaluaciones resultaron en observaciones orientadas a reforzar los procesos de admisión y los programas de tutorías, para mejorar la eficiencia terminal y mejorar el aprovechamiento en los cursos de Ciencias Básicas. Se detectó debilidad en el campo de las Matemáticas, lo cual es una característica común en programas latinoamericanos (Puryear, 2008) y que requiere mayor atención. En este sentido, en nuestro caso, en 2005 se estableció una colaboración internacional con el INSA de Lyon, Francia, orientado a reforzar las prácticas didácticas de las matemáticas. Otra recomendación fue establecer un programa para actualizar y renovar el equipo de laboratorios, además de un programa para su mantenimiento sistemático. A través de una mejor integración con nuestros programas de posgrado en Materiales, que incluyen maestría y doctorado, nuestros estudiantes tienen acceso a equipamiento moderno. Se cuenta con equipamiento tanto en las instalaciones de nuestra facultad como en el Centro de Innovación Investigación y Desarrollo en Ingeniería y Tecnología (CIIDIT) y en el Centro de Investigación e Innovación en Ingeniería Aeronáutica (CIIA), que cuenta con un laboratorio de materiales aeroespaciales especializado en compósitos de matriz orgánica reforzados con fibras; ambos centros forman parte de la facultad. Habiendo logrado la acreditación y re acreditación y atendido las observaciones recibidas, en 2012 se decidió abordar el reto de lograr una acreditación internacional, por lo que es pertinente comparar los criterios de acreditación nacionales (CACEI, 2014) con los de ABET (ABET, 2012).

El marco de referencia actual de CACEI (CACEI, 2014) incluye diez categorías de análisis, correspondientes a: (1) Personal académico, (2) Estudiantes, (3) Plan de estudios, (4) Evaluación del aprendizaje, (5) Formación integral, (6) Servicios de apoyo para el aprendizaje, (7) Vinculación – Extensión, (8). Investigación o Desarrollo Tecnológico, (9) Infraestructura y equipamiento, (10). Gestión administrativa y financiamiento. Los criterios de CACEI son generales para todos los programas de ingeniería y no se especifican criterios adicionales específicos para campos de ingeniería en particular. Por otra parte, los criterios de ABET se dividen en ocho categorías: (1) Estudiantes (2) Objetivos Educativos (3) Perfil de egreso (4) Mejora continua (5) Plan de estudios (6) Personal académico (7) Instalaciones y (8) Apoyo institucional. Adicionalmente existen criterios específicos para programas de acuerdo a las diferentes ramas de la ingeniería, en el caso de los programas de Materiales y Metalurgia, hay dos criterios específicos, uno especifica requisitos del plan de estudios y otro requiere que el profesorado esté integrado por

expertos en los campos de los metales, polímeros, cerámicos y compósitos. De esta somera comparación, es evidente que las principales diferencias en los criterios de ABET que no están explícitamente incluidos en los criterios de CACEI son: los Objetivos Educativos, el perfil de egreso y la mejora continua. En nuestro caso, para demostrar que se satisfacen dichos criterios, se emprendieron acciones y estrategias específicas. Una de las estrategias fue precisamente la de formalizar y reforzar la dinámica del Comité del Programa, se integró además el Consejo Consultivo Externo específico para el programa. En los siguientes párrafos, se describe en detalle los Objetivos Educativos, el perfil de egreso y el programa de mejora continua, además de otras acciones que se emprendieron.

### **Objetivos educativos del programa**

En nuestra experiencia y opinión, típicamente los objetivos educativos de los programas educativos de ingeniería no reciben atención sistemática una vez que se definen en la creación. Solo se revisan cada cinco o más años. Para nuestro programa, la estrategia para cumplir el criterio respectivo consistió en establecer un proceso, integrado a nuestro Sistema de Calidad (que se describe más adelante) orientado a la revisión periódica y sistemática de los Objetivos Educativos. Además de formalizar el Comité del Programa, se creó el Consejo Consultivo Externo, de manera que como parte del proceso el Comité del Programa sostiene sesiones de trabajo periódicas para discutir los asuntos académicos y al fin del semestre se realiza una sesión de trabajo en la que ambos consejos revisan los objetivos educacionales y el estatus general del programa.

### **Perfil de egreso y competencias**

Fue necesario analizar los once *outcomes* de ABET y analizar su correspondencia con las veintidós competencias de nuestro programa, Tabla 1. El modelo académico de la UANL (UANL, 2011) establece un conjunto de quince competencias generales comunes a todos los programas de licenciatura; por considerarlas de suficiente relevancia para este trabajo, las describimos a continuación. Existen ocho competencias catalogadas como Instrumentales, que son: (C1) Aplica estrategias de aprendizaje autónomo en los diferentes niveles y campos del conocimiento en el terreno de la investigación que le permitan la toma de decisiones oportunas y pertinentes en los ámbitos personal, académico y profesional de acuerdo a un área específica de investigación. Posee una experiencia substancial y puede trabajar en situaciones variadas y complejas donde se requiere la aplicación de dicha competencia independientemente del rol que desempeñe. (C2) Utiliza los lenguajes lógico, formal, matemático, icónico, verbal y no verbal de acuerdo a su etapa de vida y las habilidades de pensamiento crítico requeridas en el terreno de la investigación, para comprender, interpretar y expresar ideas, sentimientos, teorías y corrientes de pensamiento con un enfoque ecuménico. (C3) Maneja las tecnologías de la información especializadas en su áreas de investigación y la comunicación como herramienta para el acceso a la información y su transformación en conocimiento científico, así como para el aprendizaje y trabajo colaborativo con técnicas de vanguardia que le permitan su participación constructiva en la sociedad. (C4) Domina su lengua materna en forma oral y escrita con corrección, relevancia, oportunidad y ética ya sea en el uso del lenguaje científico como a la hora de ir adaptando su mensaje a la situación o contexto, para la transmisión de ideas y hallazgos científicos. (C5) Emplea pensamiento lógico, crítico, creativo y propositivo para analizar fenómenos naturales y sociales que le permitan tomar decisiones pertinentes en su ámbito científico de influencia con responsabilidad social. (C6) Utiliza un segundo idioma,

preferentemente el inglés, con claridad y corrección para comunicarse en contextos cotidianos, académicos, profesionales y científicos. (C7) Elabora propuestas académicas y profesionales inter, multi y transdisciplinarias de acuerdo a las mejores prácticas científicas mundiales para fomentar y consolidar el trabajo colaborativo. (C8) Utiliza los métodos y técnicas de investigación tradicionales y de vanguardia para el desarrollo de su trabajo académico, el ejercicio de su profesión y la generación de conocimientos.

Existen también tres competencias personales y de integración social: (C9) Mantiene una actitud de compromiso y respeto hacia la diversidad de prácticas sociales y culturales que reafirman el principio de integración de todo conocimiento científico, en el contexto local, nacional e internacional con la finalidad de promover ambientes de convivencia pacífica. (C10) Interviene frente a los retos de la sociedad contemporánea en lo local y global con actitud crítica y compromiso humano, académico y profesional para contribuir a consolidar el bienestar general y el desarrollo sustentable sobre todo en su área de Especialización científica. (C11) Practica los valores promovidos por la UANL: verdad, equidad, honestidad, libertad, solidaridad, respeto a la vida y a los demás, respeto a la naturaleza, integridad, ética profesional, justicia y responsabilidad, en su ámbito personal y profesional para contribuir a construir una sociedad sostenible. A estas competencias se suman cuatro denominadas Instrumentales: (C12) Construye propuestas innovadoras en su ámbito científico basadas en la comprensión holística de la realidad para contribuir a superar los retos del ambiente global interdependiente. (C13) Asume el liderazgo con las necesidades sociales y profesionales para promover el cambio social pertinente apoyado en su conocimiento científico. (C14) Resuelve conflictos personales y sociales conforme a técnicas específicas en el ámbito académico y de su profesión para la adecuada toma de decisiones. (C15) Logra la adaptabilidad que requieren los ambientes científicos, sociales y profesionales de incertidumbre de nuestra época para crear mejores condiciones de vida.

Existen cuatro competencias comunes a los programas de nuestra facultad: (C16) Analiza las partes de un dispositivo, equipo, sistema o proceso, estableciendo las relaciones que guardan entre sí, que le permitan documentar la información obtenida en forma estructurada, ordenada y coherente, incluyendo conclusiones propias. (C17) Genera modelos en lenguaje matemático que describan el comportamiento de un sistema, fenómeno o proceso, mediante el planteamiento de hipótesis, que le permita validarlos por métodos analíticos o herramientas computacionales. (C18) 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. (C19) Aplica métodos y técnicas de investigación científica y tecnológica, colaborando en grupos de generación y aplicación del conocimiento, para el desarrollo de proyectos de ingeniería.

El comité del programa definió las siguientes tres competencias específicas del Ingeniero en Materiales: (C20) El Ingeniero en Materiales aplica las técnicas experimentales apropiadas para la caracterización de materiales, generando un reporte técnico. (C21) El ingeniero en materiales establece la relación estructura-propiedades de los materiales, con la finalidad de elaborar dictámenes, peritajes e informes relacionados con las aplicaciones de los materiales. (C22) El ingeniero en materiales optimiza procesos para la obtención y

transformación de materiales metálicos, cerámicos o poliméricos y sus compósitos, que lo conduzcan a la solución de problemas, y que favorezcan la obtención de materiales de calidad, de acuerdo con las necesidades requeridas, cuidando el impacto social, económico y tecnológico.

**Tabla 1. Correspondencia de los *outcomes* de ABET con las competencias del programa**

(a) Capacidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería.	1, 2, 8, 17.
(b) Capacidad de diseñar y realizar experimentos, además de analizar e interpretar los resultados.	16, 17, 20.
(c) Capacidad de diseñar sistemas, componentes o procesos, satisfaciendo necesidades bajo restricciones realistas de índole económica, ambientales, sociales, políticas, éticas, de salud, de seguridad, de manufactura y de sustentabilidad.	16, 17.
(d) Capacidad de trabajar en equipos multidisciplinarios.	7
(e) Capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	18, 19, 20.
(f) Comprensión de las responsabilidades profesionales y éticas.	9, 10, 14.
(g) Capacidad de comunicación efectiva.	2, 4, 6.
(h) Comprensión del impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.	11, 12, 13, 15.
(i) Reconocimiento de la necesidad de aprender durante toda la vida.	5, 9, 10.
(j) Conocimiento de la problemática contemporánea.	3, 6, 8.
(k) Capacidad de aplicar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de ingeniería en el ejercicio profesional.	21, 22.

### **Evaluación del desempeño del estudiante y del desarrollo del perfil de competencias**

Antes de la revisión de 2011, el desempeño del estudiante se evaluaba y documentaba en la forma tradicional a través de las calificaciones de cada curso, y se concentraba en el valor promedio. Esta práctica está claramente desfasada de los estándares y recomendaciones internacionales de vanguardia. En el 2011, la UANL expidió un nuevo Reglamento General de Evaluaciones, que considera el desarrollo de las competencias a través de los diferentes cursos de cada programa y requiere la aplicación de métodos y prácticas modernas, indicando explícitamente que la evaluación de un curso no puede especificarse únicamente con un solo método o calificación y que tiene que ser tanto formativa como sumativa a través de una serie de evidencias de actividades apropiadamente diseñadas. Desarrollamos un sistema con el propósito de satisfacer esta nueva reglamentación al tiempo que se satisface el criterio 1 de ABET (relativo a los Estudiantes y que especifica que “la formación de los estudiantes debe monitorearse para propiciar el éxito en el desarrollo del perfil de egreso”). Este sistema está orientado a cuantificar la contribución de cada curso al desarrollo de las competencias del programa. Cada curso se evalúa a través de un conjunto de evidencias de actividades diseñadas *ex-profeso*.

### **Mejora continua**

A partir de la década pasada, las universidades mexicanas empezaron a desarrollar sistemas de calidad. Aunque dichos sistemas son aún controversiales en el mundo académico, es innegable que han contribuido a mejorar los sistemas administrativos universitarios. En esta tendencia, nuestra Facultad fue una de las primeras en Latinoamérica en lograr la certificación ISO de su sistema de calidad, el cual ha evolucionado de un enfoque eminentemente administrativo a uno más académico, con indicadores alineados con los marcos de referencia de los organismos evaluadores nacionales y con procesos que han probado sus bondades en la preparación para las evaluaciones de acreditación. Sin embargo no deja de ser cierto que estos sistemas tienden a centrar la atención en la parte administrativa de la educación, por otro lado son una herramienta eficaz para desarrollar una cultura de mejora continua. Respecto a la acreditación por ABET, hemos reforzado nuestros sistemas para incluir la evaluación periódica del desarrollo de competencias y los Objetivos Educativos. Demostrar el cumplimiento del criterio de mejora continua parece ser el mayor reto al que se enfrentan los programas de ingeniería, según se deduce de lo que se ha reportado en la literatura especializada (Mat, 2013; Min, 2013; Shekar, 2008; Anuar, 2009) y que coincide con nuestra experiencia.

### **CONCLUSIONES**

Nuestro programa se desarrolló a partir de un programa de Metalurgia, siguiendo las tendencias internacionales, con un plan de estudios puede considerarse típico y su matrícula ha experimentado una evolución positiva y un tanto atípica. Una de las exitosas estrategias que nos atrevemos a recomendar es el contar con un comité de profesores que administre los aspectos académicos del programa, además de un consejo consultivo externo. Es vital el contar con personal académico con las más altas credenciales y estamos convencidos de que los programas de ingeniería en México y Latinoamérica deben hacer esfuerzos por integrar a los mejores investigadores, que normalmente solo atienden programas de posgrado. Otras prácticas que han sido exitosas y recomendamos son: el aprendizaje basado en proyectos, las prácticas profesionales asociadas a proyectos finales y la elaboración de tesis de licenciatura. Estas prácticas, que desembocaron en la obtención de la acreditación internacional han tenido un impacto positivo en la formación de los estudiantes, reflejado en su alta empleabilidad y en la satisfacción que manifiestan sus empleadores. Las principales diferencias que hemos identificado en los criterios de acreditación mexicanos respecto de los de ABET son las categorías relativas a los Objetivos Educativos, Perfil de egreso y competencias y Mejora Continua, que no están explícitamente en los criterios del CACEI. Los sistemas de administración de la calidad que se han adoptado en la educación superior pueden ser de gran valía para establecer procesos de mejora continua de los aspectos académicos, pero es necesario enfocar la atención más en los aspectos educativos que en las tareas meramente administrativas.

**BIBLIOGRAFÍA**

ABET (2012) *Criteria for accrediting engineering programs 2013–2014*. Baltimore, MD.

Anuar A., Shuaib N.H., Sahari K. S. M., Abidin I. Z. (2009). *Continual Improvement and Assessment Plan for Mechanical Engineering Programme in UNITEN*, en 2009 International Conference on Engineering Education (ICEED 2009), Kuala Lumpur, Malaysia, pp 19-24, IEEE.

CACEI, (2014) *Marco de referencia para la acreditación de los programas de licenciatura, México*, D.F, México, 2014.

Cahn, R.W. (2001) *The Coming of Materials Science*, Pergamon.

Flemings M. C., Cahn R. W., (2000), Organization and Trends in Materials Science and Engineering Education In the US and Europe, *Acta mater.* 48, 71-383.

Kearney J., 1994, *Outcome-Based Education*. Final Report. Kearney College of Education, University of Idaho.

Azian, A.1 , Rahimah, A.H., Othman M.S., (2014), Towards OBE: A Case Study of Course Outcome (CO) and Programme Outcome (PO) Attainment for Product Design and Development Course, *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, Volume 4, Issue 2 Ver. III (Mar-Apr. 2014), pp 55-61

Mat M. F., Khamis N. K., Wahid Z., Ihsan A. K., Ghani J. A., Sabri M. A. M., Sajuri Z., Abdullah S. , Sulong A. B., (2013), Direct Measurement and Evaluation for Mechanical Engineering Programme Outcomes: Impact on Continuous Improvement, *International Education Studies*; Vol. 6, No. 6.

Min K. J., Jackman J., Gemmill D. (2013), Assessment and Evaluation of Objectives and Outcomes for Continuous Improvement of an Industrial Engineering Program, *International Journal of Engineering Education* Vol. 29, No. 2, pp. 520–532.

National Research Council, (1989) *Materials Science and Engineering for the 1990s*. Report of the Committee on Materials Science and Engineering,. National Academy Press, Washington, DC.

Nusche, D. (2008), *Assessment of Learning Outcomes in Higher Education: a comparative review of selected practices*, OECD Education Working Papers, No. 15, OECD Publishing.

Puryear J. y Ortega T., (2008) *Building Human Capital: Is Latin American Education Competitive?* En *Can Latin America Compete? Confronting the challenges of globalization*, editado por Jerry Haar y John Price, Palgrave.

Shekar, C.R., Farook, O. and Bouktache, E. (2008) *Continuous improvement process based on outcome based education*. Nashville, TN: IAJC-IJME.

Spady, W. (1994). Choosing outcomes of significance. *Educational Leadership* 51 (6), 18–22.

Todd, R.H., Magleby, S.P. (2005) Elements of a successful capstone course considering the needs of stakeholders. *European Journal of Engineering Education* 30 (2), 203–214.

Universidad Autónoma de Nuevo León, (2011) *Modelo Académico de Licenciatura*, México.