

SISTEMA DE SEGUIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE INGENIEROS DE CLASE MUNDIAL

M. T. Castillo Escobedo¹

R. Gómez González²

F. de J. Cerino Córdova³

RESUMEN

La meta de todo programa educativo (PE) que se precie de ser de calidad, debería contemplar la formación de profesionistas competitivos en un entorno global. Para lograr este fin, el PE de licenciatura de Ingeniero Químico de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ha establecido un sistema de mejora continua, tomando como guía la filosofía de organismos acreditadores y las opiniones de los diversos actores interesados en el proceso de formación profesional. Con la ayuda de un consejo consultivo conformado por empleadores, egresados y académicos, se definieron los objetivos del programa educativo (OPE), así como las competencias técnicas y actitudinales que deben incidir en el cumplimiento de los OPE. El grado de desarrollo de las competencias se midió de manera transversal y longitudinal en todo el PE, a través de indicadores de desempeño, los cuales fueron evaluados en las evidencias y actividades de aprendizaje contempladas en el PE. En el PE de IQ se utilizaron encuestas de salida de egresados y encuestas de egresados de hace 3 y 5 años, con el objetivo de determinar el grado de cumplimiento de los OPE y el impacto que el PE de IQ ha tenido sobre éste. Los resultados obtenidos permitieron identificar fortalezas y debilidades del PE, lo cual permitió proponer estrategias para la mejora continua.

ANTECEDENTES

El Programa Educativo (PE) de Licenciatura de Ingeniero Químico de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) consciente en los continuos avances de la disciplina ha mantenido en constante revisión y actualización sus contenidos, perfil de egreso, y definición de la profesión; con la finalidad de mantener la alta pertinencia social de la carrera y favorecer la incorporación de los profesionistas egresados de su PE en el mercado laboral con un alto nivel competitivo (Prados *et al.*, 2005).

En la actualidad se imparten en forma paralela dos planes de estudio del PE. El IQ-2006 inicia en el 2006 y concluye en diciembre, 2016, siendo su principal característica la de estar basado en un proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en el profesor con un sistema de evaluación tradicional, en donde al estudiante se le examina únicamente por la adquisición de conocimientos y con limitados instrumentos de evaluación, siendo las evaluaciones escritas el instrumento principal de medición. En lo que respecta al plan de estudio 401 (Propuesta del rediseño curricular en el 2011), éste inicia su operación en el PE en agosto del 2012, el cual ha sido desarrollado en base al Modelo Educativo y el Modelo Académico de Licenciatura propuesta por la Universidad Autónoma de Nuevo León UANL.

Con el objetivo de cumplir con los requerimientos actuales que la sociedad demanda en la formación del Ingeniero Químico, el plan de estudio 401 fue concebido teniendo como ejes

¹ Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Nuevo León. mtcastillo2002@yahoo.com.mx

² Profesor – Investigador de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Nuevo León. ricardo.gomezgz@uanl.edu.mx

³ Jefe de Área Académica de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Nuevo León. felipe.cerinocr@uanl.edu.mx

rectores, la educación centrada en el aprendizaje y basada en competencias, la flexibilidad curricular y del proceso educativo, la internacionalización y la innovación académica.

El Plan 401 está conformado por cuatro áreas curriculares de: formación general universitaria, formación básica profesional, profesional y libre elección. En este PE, al estudiante se le hace participe en la responsabilidad de su aprendizaje, por lo que se privilegia el auto-aprendizaje, se favorece el desarrollo de competencias generales y específicas de la profesión. Adicionalmente, en este proceso los profesores deben jugar diferentes roles tales como, asesor, facilitador, planeador, tutor, desarrollador de recursos, modelo y proveedor de información, y además deben conocer y dominar las estrategias de aprendizaje, tomando en cuenta los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes. Con la implementación del modelo educativo de la UANL en el plan 401 del PE, se favoreció el cumplimiento de los 11 criterios de acreditación establecidos por “Accreditation Board for Engineering and Technology” (ABET), siendo un elemento indispensable el cambio de paradigma en el proceso enseñanza-aprendizaje, tales como el de considerar que el profesor sea el actor principal en el proceso enseñanza-aprendizaje y el de basarse en los sistemas tradicionales de evaluación, en donde sólo se mide la adquisición de conocimientos sin considerar el desarrollo de competencias y de habilidades, los cuales son elemento indispensables para la formación de ingenieros químicos de clase mundial.

Adicionalmente, fue necesario llevar a cabo una labor de concientización para lograr que el profesor: a) modificará su labor docente, de manera que ya no sea el único responsable del proceso enseñanza-aprendizaje, b) modificará las estrategias de enseñanza-aprendizaje tradicionales c) implementará instrumentos de evaluación, diferentes a los tradicionalmente utilizados, que le permitieran conocer la adquisición de otras habilidades y destrezas por parte de los estudiantes, además de los conocimientos adquiridos.

En el plan 2006, el seguimiento a las unidades de aprendizaje se realiza a través del análisis mensual del avance en lo programado, el índice de reprobación y la participación de los alumnos en las actividades de aprendizajes que se designan para cada unidad de aprendizaje. Sin embargo, en el plan 401 para cumplir con los criterios de acreditación internacional, adicionalmente a lo antes mencionado para el plan 2006 fue necesario establecer un sistema de seguimiento de evaluación de las competencias, mediante el diseño de rubricas, como instrumento de evaluación de las actividades de aprendizaje de cada una de las unidades de aprendizaje, un análisis detallado del desempeño del grupo con respecto al desarrollo de la competencias y propuestas de mejoras del contenido de las unidades de aprendizaje (UA's) y del programa educativo. El establecimiento de este sistema de seguimiento en el desarrollo de competencia busca lograr el cumplimiento de los OPE, favoreciendo con ello su internacionalización, al considerar los criterios que marca el organismo internacional ABET: Estudiantes, Objetivos del programa educacional, Competencias de los estudiantes, Mejora continua, Currículo, Profesorado, Infraestructura y Soporte institucional.

Para lograr formar ingenieros químicos con altos estándares de calidad y de clase mundial que puedan ser competitivos en el mercado laboral fue necesario establecer los objetivos del programa educativo, tomando en consideración las recomendaciones emitidas por los diferentes actores interesados en la formación profesional: profesores, administradores,

Secretaría de Educación Pública, consejo consultivo del PE, empleadores, egresados, asociaciones profesionales (AICHE, IMIQ) y agencias de acreditación nacionales e internacionales. Los objetivos del programa educativo considerando los criterios antes mencionados son:

“Los graduados del programa educativo de Licenciatura en Ingeniería Química de la UANL, 5 años después de egresados deben de:

- a) Ser profesionistas exitosos en la práctica de la Ingeniería Química, estudios de posgrado o alguna otra área.
- b) Contribuir de forma activa al desarrollo sustentable de su comunidad, demostrando su liderazgo, compromiso ético y social.
- c) Ser capaces de comunicarse efectivamente, ejercer liderazgo, trabajar en equipo, con altos estándares éticos y profesionales, en ambientes multiculturales.
- d) Desarrollar sus habilidades profesionales a través del aprendizaje continuo.”

Una vez establecidos los OPE fue necesario evaluar el cumplimiento alcanzado, para lo cual en el PE de licenciatura de Ingeniero Químico se implemento un proceso para su medición, para lo cual fue necesario:

- 1) Identificar la equivalencia entre las competencias generales y específicas del ingeniero químico declaradas en el PE, con las 11 competencias consideradas en el ABET (2016): a) Capacidad para aplicar conocimientos de matemáticas, Ciencias e ingeniería. b) Capacidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar datos. c) Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer necesidades deseadas dentro de las limitaciones realistas como económica, ambiental, social, política, ética, salud y seguridad, y sustentable. d) Capacidad para trabajar en equipos multidisciplinarios (Ahn *et al.*, 2014). e) Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. f) Comprensión de la responsabilidad profesional y ética. g) Habilidad de comunicarse de manera efectiva. h) Educación necesaria para entender el impacto de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social. i) Reconocimiento de la necesidad y capacidad para para aprender de forma continua durante su vida profesional. j) Conocimiento de temas contemporáneos. k) Habilidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de ingeniería necesarias para la práctica ingenieril.
- 2) Establecer de forma colegiada las competencias e Indicadores de desempeño (ID) en cada una de las unidades de aprendizaje (UA) del programa de estudios (Felder & Brent, 2003).
- 3) Evaluar los 31 ID establecidos en el PE, con el objetivo de conocer el logro de las competencias en tres niveles de desarrollo: introduce, refuerza y enfatiza.
- 4) Diseñar rubricas para medir los ID declarados en UA con diferentes instrumentos de evaluación como: proyectos, productos integradores de aprendizaje, problemarios, reportes, evaluación oral y escrita, presentaciones, etc.
- 5) Implementar encuestas a estudiantes del desempeño académico del profesor.
- 6) Implementar encuestas de salida de egresados.
- 7) Implementar encuestas de egresados de hace 3 y 5 años.
- 8) Implementar encuestas a empleadores.
- 9) Considerar los resultados de evaluación externa de los egresados, tal como el examen general para egreso de licenciatura (EGEL).

Los resultados obtenidos de estos procesos se utilizan para: a) dar seguimiento a las competencias adquiridas por el estudiante, b) proponer nuevas estrategias de aprendizaje que propicien una mejora en el rendimiento escolar, c) establecer de forma colegiada nuevas evidencias que permitan medir de manera más eficiente los ID y d) revisar y modificar los contenidos de las UA y del PE (Pappas *et al.*, 2004). Lo anteriormente mencionado, deberá favorecer el cumplimiento a los objetivos del PE; logrando con ello que los egresados del PE de la licenciatura de Ingeniero Químico esten formados de manera integral y sean competitivos en un contexto mundial, además de cumplir con la visión 2020, que el PE sea reconocido internacionalmente. Los OPE y su nivel de cumplimiento deberán ser difundidos al público en general a través de medios electrónicos, con la finalidad de transparentar el proceso y que los estudiantes estén conscientes de la importancia de la adquisición de las competencias mediante su participación en las actividades de aprendizaje desarrolladas a lo largo de toda su curricula (Fitzpatrick *et al.*, 2009).

El objetivo de este trabajo es evaluar el cumplimiento de los objetivos del programa Educativo, en un contexto de internacionalización, bajo la perspectiva de los egresados del PE mediante la aplicación de encuestas de salida de egresados y encuesta de egresados de hace tres y cinco años.

METODOLOGÍA

La adquisición de las competencias de los estudiantes a lo largo del PE deben verse reflejadas en el cumplimiento de los OPE, por lo cual es de vital importancia establecer ID para conocer el desarrollo de estas competencias a lo largo del plan de estudio y adicionalmente evaluar el cumplimiento de los OPE con los egresados del PE y actores externos interesados en la formación de Ingenieros Químicos. En el presente estudio, la evaluación del cumplimiento de los OPE fue realizada mediante unas series de encuestas aplicadas a recién egresados del PE y a egresados del PE que tenían de tres a cinco años de haber finalizado sus estudios. Las encuestas fueron elaboradas por un comité de acreditación internacional del PE y sometidas a un plan de piloto de aplicación a estudiantes del PE de los últimos semestres, con el fin de establecer la claridad de la pregunta afin de evitar respuestas ambiguas y que no fueran instrumentos útiles para medir el cumplimiento de los OPE. La aplicación de la encuesta y el análisis estadístico de los datos fueron realizados utilizando el software en línea SurveyMonkey.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El cumplimiento de los OPE está supeditado al desarrollo de competencias técnicas y actitudinales a lo largo de la formación académica de los estudiante del PE. En la Figura 1, se muestra los resultados obtenidos de la aplicación de encuestas de salida a los recién graduados que miden la percepción de la eficiencia del PE en la adquisición de competencias. En la Figura 1.i se aprecia la importancia que perciben los egresados se le da al desarrollo de cada una de las competencias, siendo 5 el nivel mas alto y 1 el más bajo. En este caso la competencia g (habilidad para comunicarse efectivamente) es percibida como la de menor desarrollo en el PE, aun así tiene un nivel 3, equivalente a Bueno. Sin embargo, la adquisición de las competencias es declarada por los egresados de Buena a Excelente, acorde a los resultados de la Figura 1.ii. En base a los resultados obtenidos se definieron las areas de mejora áreas de mejora en el PE, tales como la modificación al

contenido de las UA, la inclusion de actividades de aprendizajes en las UA para favorecer la comunicación efectiva, la revision de la pertinencia de los indicadores en las UA, la impartición de cursos de capacitación a profesores, impartición de talleres extracurriculares para los estudiantes, el fortalecimiento a la inclusion de profesores con experiencia en la industria, entre otras.

El cumplimiento de los OPE en la práctica profesional fue valorado en los ex alumnos con 3 y 5 años de egresados, mediante una encuesta enviada por correo electrónico. En el OPE relativo al trabajo en equipo, el 100% de los encuestados afirmo haber sido parte de un equipo de trabajo en su ejercicio profesional y el 90% ha asumido un rol de liderazgo.

La Figura 2, muestra la percepción de los encuestados en cuanto al grado de preparación que obtuvieron en su formación en el PE. El 74% de los encuestados afirmo estar preparado para ser un miembro efectivo de un equipo de trabajo (1A) y el 64% de los encuestados considera que el PE lo preparo para ser un líder efectivo (1B). Estos resultados son el reflejo de las actividades académicas que los estudiantes realizaron durante su formación en el PE. Dentro del Plan educativo se contemplan actividades de aprendizaje que involucran actividades académicas en equipo tales como, la realización de proyectos en equipo, exposiciones orales, prácticas de laboratorio, etc. Con el sistema de seguimiento establecido de los ID se busca medir el grado de desarrollo de la competencia a lo largo de todo el PE de manera que se implementen estrategias que mejoren de manera continua el nivel de cumplimientos de los OPE.

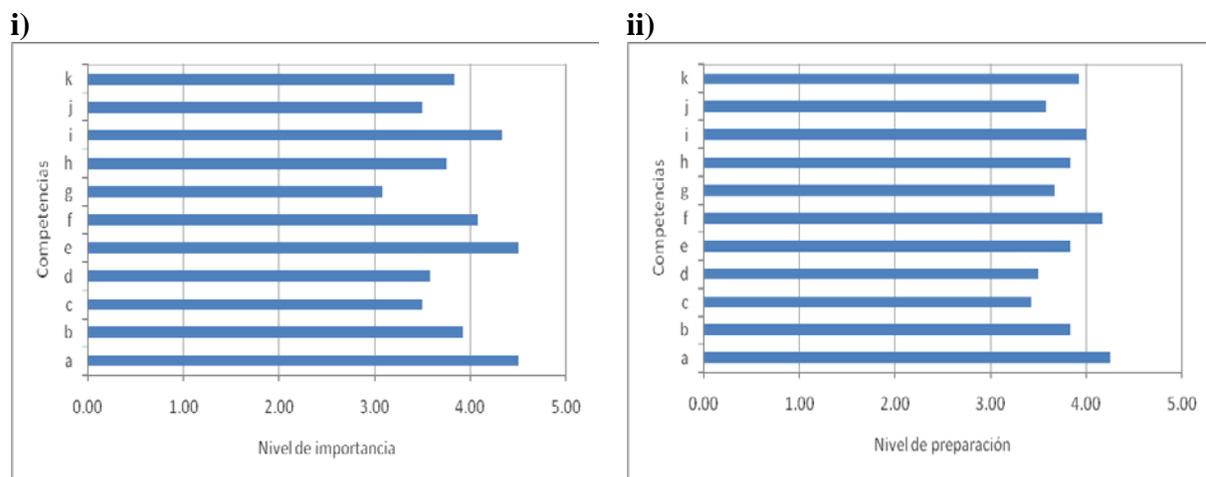


Figura 1. i) Importancia de las competencias en el Programa Educativo. ii) Nivel de obtención de las competencias por parte del egresado.

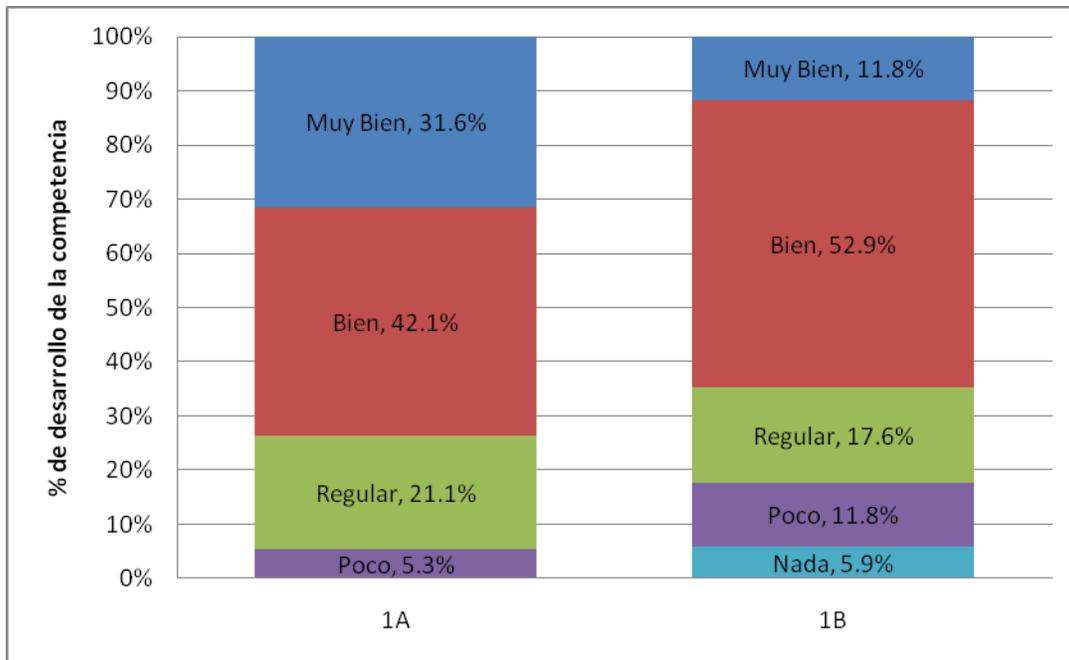


Figura 2. Preparación para el trabajo en equipo (1A) y liderazgo de un equipo de trabajo (1B).

En el OPE referente a la ética y responsabilidad social, el 63% afirma haber enfrentado un conflicto ético en su vida laboral. En la Figura 3, se aprecia que del 63% de los egresados que declararon haberse enfrentados a conflictos éticos, solamente el 60% percibe que el PE los ha preparado “bien” para afrontarlos. Sin embargo, el 37% restante declara haber recibido una formación de regular a poca, por lo cual será necesario mejorar este rubro mediante la incorporación de casos de estudios con relación a conflictos éticos en las diferentes UA y fortalecer el conocimiento de los códigos éticos que demanda su formación profesional. Con respecto al compromiso social, tan solo el 21% de los encuestados declaró realizar labores sociales o comunitarias a través de algún grupo religioso o asociación civil, siendo la frecuencia con que se realiza semanal para la mitad de ellos y anual para los restantes, sin embargo no se logró determinar si fue una decisión voluntaria o fue impuesta por la filosofía que impera en la empresa en donde ejerce su profesión. Aunque, el 69% acepta haber tenido diversas oportunidades de realizar trabajo comunitario durante su paso por el PE. Esto podría ser una muestra de la cultura laboral y social imperante en el país, siendo un área importante de oportunidad para reforzar en los estudiantes una conciencia y pertenencia hacia su comunidad, este factor debiera verse favorecido por la implementación en la universidad del servicio comunitario y el fortalecimiento de la incorporación de los estudiantes a las asociaciones estudiantiles con fines altruistas.

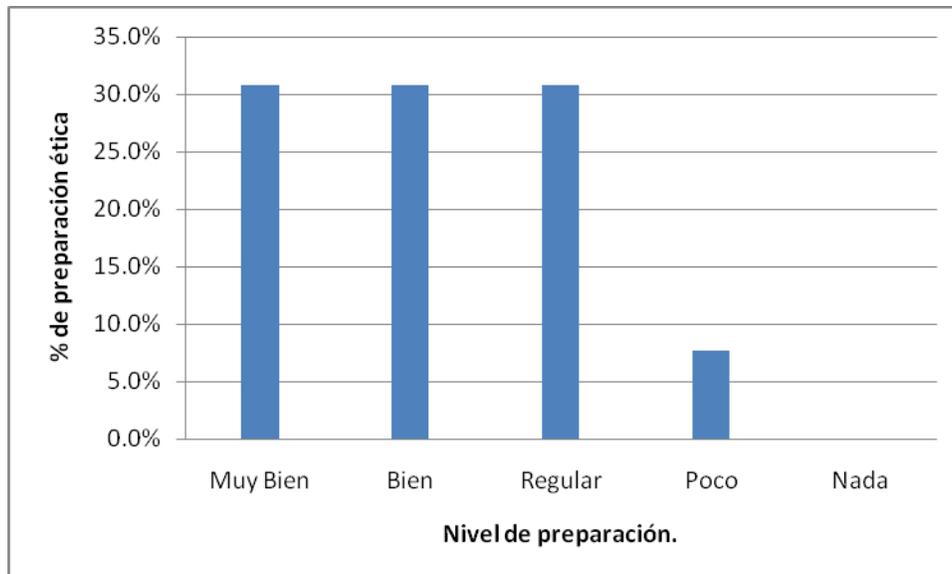


Figura 3. Preparación para enfrentar conflictos éticos.

Por último, en el OPE referente a aprendizaje continuo, el 100% de los encuestados asevera tener que aprender algún tema nuevo para el desempeño de su trabajo, en donde el 53% de los encuestados declara realizarlo de forma semanal y el acumulado se eleva a 80% considerando a los que tienen que estar capacitándose en forma mensual y el 100% al menos una vez al año realiza un curso de actualización o capacitación. El 95% de los encuestados afirmó haber desarrollado la habilidad para aprender en forma independiente durante sus estudios universitarios. Esto refleja la naturaleza demandante del PE, que requiere que los estudiantes complementen de forma independiente los contenidos de las UA.

CONCLUSIONES

La formación de Ingenieros Químicos de clase mundial demanda no solo el dominio de la disciplina, sino la adquisición de competencias que ayuden a los egresados del Programa Educativo a lograr una fácil inserción al mercado laboral y un óptimo desarrollo durante su ejercicio profesional. Por lo que es de vital importancia definir claramente los objetivos del PE considerando las recomendaciones de los diferentes actores interesados en la formación de profesionistas de clase mundial. Para lo cual, es necesario utilizar instrumentos de medición para verificar el grado de cumplimiento de los OPE y teniendo como premisa la mejora continua del PE. Los resultados obtenidos de acuerdo a la percepción de los egresados, muestra que el PE dota de manera adecuada a los egresados con las herramientas ingenieriles necesarias y con las competencias acordes a las necesidades internacionales, tales como la habilidad para trabajar en equipo, la habilidad para asumir roles de liderazgo y la capacidad de ejercer éticamente su profesión, entre otras. Sin embargo, de los resultados obtenidos, se identifica la necesidad de fortalecer el compromiso social de nuestros egresados, lo cual no se logrará solamente con la implementación de una unidad de aprendizaje de responsabilidad social, sino que se requiere mecanismos vivenciales que lo lleven a adquirir la conciencia de su responsabilidad como ente social.

BIBLIOGRAFÍA

- ABET. Accreditation Policy and Procedure Manual 2016-2017. Obtenida el 7 de enero de 2016, de <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/accreditation-policy-and-procedure-manual-appm-2016-2017/>
- Ahn, B., Cox, M. F., London, J., Cekic, O., & Zhu, J. (2014). Creating an Instrument to Measure Leadership, Change, and Synthesis in Engineering Undergraduates. *Journal of Engineering Education*, 103(1), 115-136.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2003). Designing and teaching courses to satisfy the ABET engineering criteria. *Journal of Engineering Education*, 92(1), 7-25.
- Fitzpatrick, J. J., Byrne, E. P., & Kennedy, D. (2009). Making programme learning outcomes explicit for students of process and chemical engineering. *Education for Chemical Engineers*, 4(2), 21-28.
- Pappas, E. C., Kampe, S. L., Hendricks, R. W., & Kander, R. G. (2004). An assessment analysis methodology and its application to an advanced engineering communications program. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 233-242.
- Prados, J. W., Peterson, G. D., & Lattuca, L. R. (2005). Quality assurance of engineering education through accreditation: The impact of Engineering Criteria 2000 and its global influence. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 165-184.
- Propuesta de rediseño del programa educativo de Ingeniero Químico, en base al Modelo Educativo y el Modelo Académico de Licenciatura, FCQ, UANL (2011).