Propuesta de una asignatura para una carrera de química industrial

Margarita R. Gómez-Moliné,*¹ Marina L. Morales-Galicia,¹ Laura B. Reyes-Sánchez¹

ABSTRACT (Industrial Chemistry Program: a proposal)

We are proposing a change in chemistry teaching which consists in directing and guiding the student to be interested, define and discern some aspects of Chemical Industry in Mexico, get information, analyze and answer the question formulated by the teacher and other students on the subject, that be able to argue and defend their findings in the classroom and in writing. For this purpose, we propose a subject whose objectives, content and methodology seek, at the same time, to develop knowledge, procedural and attitudinal contents.

KEYWORDS: Chemical industry, natural resources, processes industry, product industry, associations, sustainability, chemical education

Introducción

Esta asignatura pretende evitar que el estudiante memorice cifras y estadísticas, abriendo un espacio para que se sitúe en el contexto en el que va a ejercer su profesión y valore los conocimientos adquiridos en función de su vida profesional.

Todo aprendizaje, incluyendo el universitario, carece de sentido si no tiene posibilidad de ser generalizado en un contexto distinto de aquél en que se originó. De no ser así, la universidad únicamente enseñaría a resolver situaciones que solo se dan en el contexto universitario, con lo cual prepararía al estudiante para laborar en la universidad, pero no fuera de ella. Esto solo tendría sentido si se admitiera que la Universidad se justifica a sí misma como una finalidad, con lo que llegaríamos a la conclusión de que la Universidad prepara individuos para ser profesores o investigadores y va a darles ocupación (Gómez-Moliné, 1996).

Considerando, además, que siendo México un país deficitario en fuentes de trabajo, pero rico en materias primas, es de esperarse que el desarrollo de la tecnología y la creatividad, especialmente en el área química, sea una meta para muchos de los futuros profesionales, ya que esperar encontrar empleos bien remunerados se vuelve cada vez más difícil, hay que buscar otra opción, estimular la creación de nuevas fuentes de trabajo.

Uno de los factores más poderosos para impulsar el estudio y la investigación en el área química es el conocimiento de la realidad de nuestros recursos y necesidades, así como del mercado internacional. Este conocimiento nos permite elegir el tema de estudio, de investigación o de

creación de una industria química. Por ello se propone la asignatura La Industria Química en México (IQM).

Esta asignatura trata de mostrar un panorama general de la IQM basado en la presentación de un panorama real, de estadísticas y análisis de especialistas y discusiones sobre proyectos de gran trascendencia, que ayuden a los estudiantes a su trayectoria como ciudadanos y como profesionales. Por ejemplo, el análisis del proyecto “El Fénix” sobre el desarrollo de PEMEX, presentado desde perspectivas económicas y políticas, constituye una toma de conciencia sobre la problemática de la IQM.

Proponemos un cambio en la enseñanza que consiste en dirigir y orientar al alumno para que se interese, defina y discierna algunos aspectos de la IQM, consiga la información, la analice y conteste las preguntas que el profesor y otros alumnos le formulen sobre el tema, sea capaz de argumentar y defender sus conclusiones en el aula y por escrito.

Antecedentes y justificación

Se ha cuestionado el modelo de enseñanza tradicional en el que el profesor imparte su clase y el alumno asume una actitud pasiva. En estos años se han desarrollado distintos modelos de enseñanza, que tienen como meta formar estudiantes competentes, entendiendo por “competentes” aquellos alumnos que poseen suficientes y apropiadas habilidades e información para ser capaces de desenvolverse efectivamente en la sociedad. Es decir, no solo deben poseer la información sino también ser capaces de emplearla para ser útiles a la sociedad (OECE, 2000).

Desde los años 70 se han publicado investigaciones sobre qué enseñar, para qué enseñar y cómo enseñar. También ha habido múltiples investigaciones sobre cómo aprenden los estudiantes y los factores que influyen en el aprendizaje.

Entre estas investigaciones está el movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) descrito por Fensham (1995) y Caamaño (1995) entre otros, que consiste en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en el contexto de la experiencia

¹ Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Av. 1º de Mayo s/n, Col. Infonavit Centro. 54700 Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

* Correo electrónico del autor responsable: marquim32@aol.com

Fecha de recepción: 15 de septiembre de 2012.

Fecha de aceptación: 10 de febrero de 2013.

humana, ya que el aprendizaje nunca puede ser independiente de quien aprende; no puede simplemente transferirse de una persona a otra como el símil de un vaso que llena a otro vaso vacío, ya que cada ser humano debe concatenar ideas y estructuras que tengan un significado personal, si es que va a aprender significativamente y a largo plazo. De esta manera cada alumno construye sus conocimientos científicos mediante su propia y muy personal actividad intelectual, basada en la activación de sus conocimientos o ideas previas sobre el tema (Garritz, 1994).

La mayoría de los estudiantes están interesados en relacionar los estudios con sus propios intereses y proyectos a futuro, toda información relacionada con éstos motivará al estudiante a profundizar en ellos. Por eso, los objetivos de la corriente CTS se pueden resumir en:

- Promover el interés de los estudiantes por conectar la ciencia con las aplicaciones tecnológicas y los fenómenos de la vida cotidiana, y abordar el estudio de aquellos hechos y aplicaciones científicas, que tengan mayor relevancia social.
- Abordar las implicaciones sociales y éticas que el uso de la tecnología conlleva.
- Adquirir una comprensión de la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico.

En una era de reformas de la ciencia de la educación, se están revisando tanto el contenido como la pedagogía de dicha enseñanza y están aflorando nuevos parámetros. Por ejemplo, Hofstein y Kesner (2006), explican que en 1996, el National Research Council publicó los *National Science Education Standards*, los cuales proponen que las metas para la ciencia escolar sean educar a los estudiantes para que experimenten la riqueza y se entusiasmen por conocer el mundo natural e intervengan inteligentemente en discusiones públicas acerca de temas científicos y tecnológicos.

Recomiendan, además, que la química se enseñe no solo para preparar estudiantes para una carrera académica de química, sino también para ayudarles a convertirse en ciudadanos informados de la sociedad actual. Estos futuros ciudadanos valorarán cómo la ciencia y la tecnología contribuyen en su vida diaria, así como en la sociedad en la que viven.

Este planteamiento precisa de un cambio en la enseñanza hacia métodos más creativos, más apegados a conocer e integrar las realidades y posibilidades del entorno, y es en este sentido que esta asignatura pretende evitar que el estudiante memorice cifras y estadísticas, abriendo un espacio para que él se sitúe en el contexto en el que va a ejercer su profesión, y valore los conocimientos adquiridos en función de su vida profesional de forma ética y socialmente responsable.

Aspecto pedagógico

Si se desea que el aprendizaje universitario cumpla la función de utilizarse en los contextos en que sean necesarios y

útiles para el individuo, éste debe adquirir no solo un conocimiento determinado, sino la capacidad de reconstruirlo en contextos diversos. Pero hablar de reconstrucción, implica que existe una construcción previa. Por lo tanto, si se desea que un conocimiento sea generalizable, es necesario que el estudiante aprenda a construirlo, es decir, que se le dé la posibilidad de seguir los pasos necesarios para su descubrimiento e interpretar su significado, en lugar de proporcionarle una fórmula lista para aplicarse, sin antes haberle permitido apropiarse de su significado y sin conocer sus limitaciones, lo cual restringe la capacidad constructiva del individuo (Gómez-Moliné, 1996).

Actualmente se está promocionando el Modelo Educativo basado en Competencias, el cual se estructura alrededor de demandas y tareas, las cuales requieren no solo de conocimientos y habilidades, sino también de estrategias y rutinas necesarias para aplicarlas, así como emociones y actitudes apropiadas y un manejo efectivo de dichos componentes.

Es decir, la noción de competencias va acompañada de componentes cognitivos y, además, de componentes motivacionales, éticos, sociales y conductuales. Combina rasgos estables, logros aprendidos (por ejemplo conocimientos y habilidades), escala de valores, hábitos y otras características psicológicas.

Las competencias así definidas, no son innatas, sino aprendidas (Rychen y Salganik, 2000).

Por eso, en esta propuesta se hace énfasis en la Metodología y la Evaluación para la enseñanza de esta asignatura.

Contenidos

Teoría: 3 horas/semana/ semestre **No de créditos:** 6

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA: Al terminar el curso, el alumno será capaz de analizar la industria química en general, los recursos de la industria y del país, instalaciones industriales, importaciones, exportaciones y sus carencias, empleando para ello una enseñanza activa en la que el alumno aprenda a analizar información y argumentar sus propias opiniones, con la finalidad de introducirlo en el estudio de mercados de productos químicos, mercado laboral y posibilidades de trabajo profesional.

UNIDAD 1. Historia y estadísticas de la química y de la IQM. Los productos químicos más importantes. Las grandes empresas químicas nacionales y del mundo.

Objetivo: Al finalizar esta unidad el alumno podrá describir y analizar la evolución de la IQM y el papel que ésta desempeña en la economía nacional y mundial.

Objetivo didáctico: Identificar los conocimientos e intereses que sobre el tema tienen los estudiantes. Reflexionar sobre la información proporcionada y obtener juicios del valor que tiene para ellos dicha información.

UNIDAD 2. Enfoque económico de la IQM. Elementos básicos del sistema económico. Cuentas nacionales. Producto

interno bruto. Balanza de comercio exterior. Las grandes empresas químicas de México.

Objetivo: Mostrar los elementos básicos del sistema económico: Cuentas nacionales. Producto Interno Bruto. Balanza de comercio exterior. Las grandes empresas de México.

Objetivo didáctico: Visualizar la macroeconomía interpretando algunos conceptos empleados en las cuentas nacionales, y mediante el análisis de la balanza de comercio exterior, identificar aquellos productos cuyos volúmenes de producción han sufrido mayores variaciones.

UNIDAD 3. Los recursos. Recursos naturales: minería, agricultura, pesca y ganadería. Recursos energéticos: carbón, petróleo, gas natural, hidrógeno y acetileno. Nuevas fuentes de energía: biomasa, eólica y nuclear. Recursos humanos: Demanda, aspectos laborales y funciones del químico en la industria.

Objetivo: Identificar y analizar los recursos que procesa la IQM y los que podría procesar pero que se exportan como materia prima.

Objetivo didáctico: Estimular la imaginación del estudiante dándole a conocer las materias primas que se exportan o se subemplean, las cuales mediante procesos químicos permiten obtener productos con mayor valor agregado.

UNIDAD 4. Las industrias de proceso.

Objetivo: Identificar y describir el estado de las principales industrias: la industria petroquímica; la minería y procesos de minerales no metálicos: azufre y cal, por ejemplo; la minería y procesos de minerales metálicos: siderurgia, cobre, plata, plomo, etc. Síntesis orgánicas, fibras químicas, resinas, elastómeros, etc.

Objetivo didáctico: Mostrar al estudiante ejemplos de dos procesos fundamentales: el de la industria extractiva y el de la síntesis (transformación de materias primas a productos químicos secundarios), para que el estudiante valore la aportación de la IQM en la obtención de materias intermedias para el consumo.

UNIDAD 5. Las industrias de producto. Productos farmacéuticos, productos para la construcción, pinturas y tintas, catalizadores, plastificantes, aceites y grasas de uso industrial, industria alimentaria, etc.

Objetivo: Identificar y describir algunas industrias de producto.

Objetivo didáctico: Al mostrar al alumno ejemplos de los procesos que permiten llegar hasta los productos deseados o que formarán parte de las formulaciones de los productos de consumo, se pone de relieve los múltiples usos de algunas sustancias químicas, y la importancia de conocer sus propiedades químicas y físicas para que al mezclarlos en las debidas proporciones, se obtengan mezclas con las características deseadas.

UNIDAD 6. Contaminantes, contaminación y degradación. Alternativas de solución, responsabilidad profesional y social.

Objetivo: Construir conocimiento indispensable para la prevención y posible solución de los problemas ambientales presentes y futuros, con equidad y justicia para todos.

Objetivo didáctico: Establecer un análisis comparativo entre los aportes y beneficios de la química con la contaminación y degradación que ésta produce a los recursos naturales, que originan graves problemas sociales y ambientales, a efecto de promover en el futuro profesional un análisis crítico sobre sus acciones y nivel real de compromiso en relación con el ambiente.

UNIDAD 7. Asociaciones, normalización, regulaciones y convenios. Localización, descripción e interpretación de las normas y regulaciones que rigen la IQM. Asociaciones representantes de la IQM: Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, Normas de Calidad, Convenios Internacionales.

Objetivo: Preparar al estudiante para la vida profesional.

Objetivo didáctico: Mostrar las dificultades del comercio cuando no se conoce la calidad, explicar la necesidad de la normalización y de otras regulaciones sobre la calidad de los productos. Asimismo, las asociaciones que se han formado de representación y consenso de las industrias de una misma rama y los contenidos de los convenios del Estado Mexicano con otros países y organizaciones. Se propone para ello, la lectura y el análisis de artículos seleccionados.

UNIDAD 8. Perspectivas de la IQM. Tendencias en investigación y desarrollo. Firmas de ingeniería y de fabricación de equipo. Inversiones nacionales e internacionales.

Objetivo: Analizar la información sobre los temas, las tendencias seguidas hasta el presente y el desarrollo de instrumentos de cambio (investigación y desarrollo tecnológico).

Objetivo didáctico: Presentar al alumno distintos enfoques sobre las perspectivas de la IQM que se publican en diversos medios informativos, para que aprenda a desarrollar argumentos, así como justificar y defender sus propios puntos de vista.

Metodología

Para poder pedir a los alumnos el análisis de la información sobre la IQM, es necesario elaborar una antología actualizada sobre la IQM, que contenga datos, gráficas, estadísticas que se desea que el alumno analice e interprete, así como algunos artículos publicados en revistas especializadas sobre los proyectos y perspectivas de esta industria. Esta antología podría ser elaborada por el profesor y ponerla a disposición de los alumnos.

Se plantea que durante la clase el profesor exponga el tema de la unidad correspondiente, y recurra a diversas estrategias, como por ejemplo:

- Aplicación de examen diagnóstico, y con base en los resultados reforzar las áreas que lo ameriten.
- El uso de instrumentos didácticos como la elaboración de los mapas conceptuales o diagramas V de Gowin

(Chamizo, 2000), con lo cual se permitirá a los estudiantes profundizar en la estructura y el significado del nuevo conocimiento que tratan de entender y les ayudará a incorporar los conocimientos nuevos a los viejos.

- Proporcionar información sobre la forma de localizar lecturas e indagar datos hemerográficos y electrónicos, para que los alumnos preparen sus monografías y expongan en el aula.
- Organizar discusiones sobre las lecturas propuestas, artículos de periódicos (*El Financiero* o *Chemical Marketing Reporter*) o noticias televisadas, que contienen puntos de vista contradictorios a resaltar.
- Revisar y calificar semanalmente las tareas, para retroalimentar a los alumnos con observaciones pertinentes a sus respuestas a las preguntas proporcionadas, y discutir en el aula sus conclusiones.
- Enumerar los principales representantes de la IQM y sus funciones: ANIQ, CANACINTRA, Cámara Minera, Cámara del Hierro y del Acero, etc. Además de los representantes de los profesionales de la Química, CONIQQ, IMIQ, SQM, etc.
- Revisar algunas normas para determinar la calidad y los métodos de prueba correspondientes: Normas mexicanas obligatorias y normas comerciales, Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, así como otras normas y recomendaciones internacionales. Exposición de convenios internacionales: Tratado de Libre Comercio (TLC) y Regulaciones de protección ambiental entre otros.
- Realizar una investigación documental con discusión grupal sobre documentos tales como, Informe Brundtland (ONU, 1987), La Carta de La Tierra (ONU, 2000), Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (ONU, 1992), Declaración del milenio (ONU, 2000).
- Analizar casos reales de contaminación y supuesta restauración, para que los alumnos expresen de forma crítica sus conocimientos, valores y actitudes al respecto, así como las posibles soluciones que proponen, sometiéndolas para su evaluación al debate grupal en el aula y exponer las perspectivas sobre la IQM que se han publicado.
- Analizar las propuestas, discutir y consensuar la información. Proporcionar información sobre las firmas de Ingeniería Química y de fabricación de equipo para la IQ nacional e internacional que están instaladas en México, así como conocer las inversiones nacionales e internacionales en la IQM.

Evaluación

Para cada unidad el alumno deberá presentar un resumen en forma de mapa conceptual (1 página), el análisis de gráficas comparativas de acuerdo con lo solicitado por el profesor (1 página). Por ejemplo, en vez de copiar un artículo electrónico, el alumno debe redactar un resumen de una página y contestar las preguntas que se proponen en la tabla 1, o bien, otras indicadas por el profesor. También se elaborará un diagrama V de Gowin detallando los cálculos y argumentaciones para responder a la pregunta inicial.

Para las unidades 4 y 5 entregará además una monografía de un proceso o producto seleccionado y lo expondrá en el aula. Para la unidad 6, participará en mesas de trabajo en donde se discutirá un caso específico de importancia para la industria química y trascendental para el desarrollo nacional, deberá ofrecer opiniones fundamentadas y defenderlas de forma argumentada con lo cual podría elaborar un cartel para participar en un congreso de Química.

En cuanto a la unidad 7, un mapa conceptual y una V de Gowin con una pregunta tipo ¿A qué organismo te dirigirías para obtener información sobre la calidad y restricciones de la fabricación de un producto químico X? Serviría para evaluar la comprensión de la exposición y la búsqueda.

Para la unidad 8 incluirá, además, sus conclusiones personales fundamentadas y apoyadas por la literatura actualizada por el estudiante.

Reflexiones finales

En el programa propuesto tratamos de presentar un panorama amplio de la IQM, que permita a los alumnos visualizar la amplia gama de posibilidades donde podría ejercer su profesión y llenar sus expectativas.

A partir de nuestra experiencia sugerimos la conveniencia que el docente o los alumnos expositores de algún tema evitaren una larga exposición magistral, para no caer en la enseñanza tradicional. La estrategia recomendada es abrir el diálogo para que las preguntas surjan de los alumnos, se interesen en la indagación y aporten la información que han conseguido, disertando en el aula sobre lo que han leído, emitiendo opiniones y visualizando proyectos, temas de investigación o de tesis.

Todo lo anterior implica un cambio en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, insistiendo en que el alumno sea el protagonista de su propio aprendizaje, adquiriendo competencias en los ámbitos cognitivo, motivacional, ético y conductual.

Perfil profesiográfico del docente

Sería recomendable que el docente fuera un egresado de alguna licenciatura de química, que hubiera trabajado en la industria y, además, tuviera preparación como docente.

Referencias para el docente

- Caamaño, A., La educación CTS: Una necesidad en el diseño del nuevo currículum de Ciencias, *Alambique*, **3**, 4-6, 1995.
- Chamizo, J. A. y Hernández, G., Construcción de preguntas, la Ve epistemológica y examen ecléctico personalizado, *Educación Química*, **11** (1), 182-187, 2000.
- Fensham, P. J., Science for all: Theory into Practice, *Educación Química*, **6**(1), 50-54, 1995.
- Garriz, A. Ciencia-Tecnología-Sociedad. A diez años de iniciada la corriente, *Educación Química*, **5**(4), 217-223, 1994.
- Gómez-Moliné, M. R., *Elaboración de estrategias de aprendizaje en el área de la Química*. Tesina. Especialización en docencia de la Química. Facultad de Química, p. 140, 1996.

Tabla 1. Preguntas propuestas para la evaluación de las 8 unidades.

UNIDADES	MAPA CONCEPTUAL	GRÁFICOS	PREGUNTAS, para una V de Gowin con respuestas justificadas
Diagnóstico	Conocimientos e Intereses de los alumnos		
I. Historia y estadísticas	Productos químicos elaborados en cada período	Participación en % de 25 productos de la IQM en la IQ mundial	¿Cuáles pueden haber sido los principales factores que han influido en la posición actual de la IQM a nivel mundial?
II. Enfoque económico	Sistema económico, cuentas nacionales, PIB. Las grandes empresas químicas	Los 10 productos de mayor valor importados y los 10 exportados. % con que las industrias manufactureras contribuyen al PIB	¿Cuál es la importancia de las tres últimas balanzas comerciales y que consecuencias se infieren?
III. Los recursos	Ubicación de los principales recursos renovables y no renovables. Relación entre el precio del petróleo en bruto, el valor comercial del propano (Nymex) y el del ácido acético, así como el del azufre y el tiosulfato de sodio, el amoníaco y los fertilizantes.	Comparación de los recursos humanos empleados en la industria manufacturera y la IQM. Incluir sueldos y salarios de los últimos 3 años	¿Qué recursos de origen marino aprovecha la IQM? ¿En qué productos los transforma? ¿Cuál es el costo de la materia prima? Algunos precios de los derivados
IV. Las industrias de proceso	Obtención de Fe, Ag y Cu, etano, amoníaco, etileno	Evolución de la capacidad instalada, producción y precios de estos productos. Elaborar un perfil químico- tecnológico	¿En qué parámetros se basa la selección de un procedimiento para la obtención de un metal?
V. Las industrias de producto	Obtención de nylon textil, pvc y aspirina. Obtención de AgBr, y de Al(OH) ₃	Describir la producción de derivados del amoníaco aplicaciones y precios. Elaborar un perfil químico- tecnológico.	¿Cuáles son los productos que se requieren para fabricar papel tipo bond y cuáles son los procedimientos básicos que se siguen?
VI. Contaminantes, contaminación y degradación generadas por la IQ. Alternativas de solución, responsabilidad profesional, responsabilidad social y cultura de prevención	Contaminantes en aire, agua, suelo, y sus impactos social y económico.	Análisis de problemáticas específicas sobre niveles de contaminantes publicados y sus repercusiones en el ambiente y la salud humana y animal, a la luz del marco legal normativo consagrado en la CPEUM y en la DUDH, así como de las Normas Oficiales y Normas Técnicas Mexicanas.	¿Cuáles son las medidas más efectivas que se han aplicado hasta la fecha?; ¿Realmente se puede RECUPERAR lo degradado o contaminado?; ¿Cuáles son los costos económicos y sociales de ello?; ¿Cómo afecta a mi salud y a la de mi familia?; ¿Cómo afecta al campo mexicano y por tanto a la canasta básica nacional?; ¿Cómo afecta a la sociedad mexicana en su totalidad?; ¿Es la prevención una alternativa viable o sólo una utopía?; ¿Cuál es mi posición al respecto como ciudadano y profesional?
VII. Asociaciones, normalización, regulaciones y convenios	Distintos tipos de normas mexicanas y sus características. Objetivos, ventajas e inconvenientes de las ISO 9000	Presentar una relación de los Institutos, Cámaras y Colegios con sus funciones, de la IQM y agremiados.	¿Cómo ha afectado el TLC a la IQM?; ¿Cómo ha afectado el TLC a la economía mexicana, al trabajo, la salud y a la vida de sus habitantes?
VIII. Perspectivas de la IQM	Diferentes proyectos y desarrollos en los últimos 40 años		¿Qué define la riqueza de un país? Dé dos ejemplos argumentados y sustentados.

Hofstein, A. y Kesner, M., Industrial Chemistry and School Chemistry. Making Chemistry studies more relevant, *International Journal of Science Education*, **28**(9), 1017-1039, 2006.

OECD. *Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations*. INESS General Assembly. Suiza: Neuchâtel, 2000.

OECD. *Environmental Outlook for the Chemical Industry*. 2001. Consultado en enero de 2002, en el URL http://www.oecd.org/document/26/0,3746,en_2649_37465_186338_6_1_1_1_37465,00.html

ONU. *Nuestro futuro común: Informe Brundtland*, 1987. Consultado en julio de 2002, en el URL <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

ONU. *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Río de Janeiro, Brasil, 1992. Consultado en abril 2005, en el URL <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>

ONU. *Declaración del milenio*. 2000. Consultado en abril de 2002, en el URL <http://www.un.org/spanish/milenio/summit.htm>

Rychen, D. S. y Salganik, L. H. *Definition and Selection of Key Competencies*. INES General Assembly 2000. OECD, 2000.