

Competencias en Ingeniería Química

Carlos Galdeano-Bienzobas y Antonio Valiente-Barderas*

ABSTRACT (Chemical Engineering competences)

The education based in competencies is one of today trends in education. In this article we present the relationship between Chemical engineering teaching, competencies and the needs of the chemical industry. We found that there is a gap between the offer and the needs.

KEYWORDS: Competencies, chemical engineering, education

Introducción

La competencia de los individuos se deriva de la posesión de una serie de atributos (conocimiento, valores, habilidades y actitudes) que se utilizan en diversas combinaciones para llevar a cabo tareas ocupacionales. De este modo, persona competente se define como aquella que posee los atributos (conocimiento, valores, habilidades y actitudes) necesarios para el desempeño del trabajo de acuerdo con la norma apropiada.

La naturaleza del concepto es que se trata de algo correlativo, unir diferentes cosas (atributos y tareas) en un sistema conceptual. Al hacerlo, se va más allá de concepciones tradicionales que se concentran únicamente en las tareas que necesitan llevarse a cabo o en los atributos genéricos o capacidades que se dice sostienen la competencia, sin tomar en cuenta la manera en que deben aplicarse en los diferentes contextos.

Además de su carácter relacional, dos elementos más forman el concepto: la necesidad holística¹ y la de tomar en cuenta contexto y cultura. Las normas de competencia y la educación basada en ellas deben ser holísticas en el sentido de que reúnen multitud de factores al explicar el desempeño laboral exitoso. Las competencias se deben determinar no por decisiones arbitrarias acerca de qué cualidades personales y habilidades cognitivas se desean, sino considerando cuidadosamente los prerrequisitos psicológicos para una vida personal exitosa y una sociedad funcional.

El segundo elemento es el referido a la cultura y el contexto. A medida que los practicantes aumentan el entendimiento

cultural de su ocupación y lugar de trabajo, son capaces de combinarlo con su conocimiento técnico, habilidades y actitudes, y de hacer juicios personales mejor informados sobre la forma de actuar en las situaciones que deben enfrentar. Es claro que dichos juicios tienen un aspecto normativo al contestar la pregunta: ¿cómo actuar en esta situación? Efectivamente, los individuos aclaran la naturaleza de la competencia en sus ocupaciones cada vez que se toman decisiones.

El eje principal de la educación por competencias es el desempeño entendido como "la expresión concreta de los recursos que pone en juego el individuo cuando lleva a cabo una actividad, y que pone el énfasis en el uso o manejo que el sujeto debe hacer de lo que sabe, no del conocimiento aislado, en condiciones en las que el desempeño sea relevante" (Malpica, 1996). Desde esta perspectiva, lo importante no es la posesión de determinados conocimientos, sino el uso que se haga de ellos. Este criterio obliga a las instituciones educativas a replantear lo que comúnmente han considerado como formación. Bajo esta óptica, para determinar si un individuo es competente o no lo es, deben tomarse en cuenta las condiciones reales en las que el desempeño tiene sentido, en lugar del cumplimiento formal de una serie de objetivos de aprendizaje que en ocasiones no tienen relación con el contexto.

El concepto de competencia otorga un significado de unidad e implica que los elementos del conocimiento tienen sentido sólo en función del conjunto. En efecto, aunque se pueden fragmentar sus componentes, éstos por separado no constituyen la competencia: ser competente implica el dominio de la totalidad de elementos y no sólo de alguna(s) de las partes. Un rasgo esencial de las competencias es la relación entre teoría y práctica; es decir, si los conocimientos teóricos se abordan en función de las condiciones concretas del trabajo y si se pueden identificar como situaciones originales (Tejada Fernández, 1999).

El concepto de competencia otorga un significado de unidad e implica que los elementos del conocimiento tienen sentido sólo en función de conjunto y la capacidad que tiene el ser humano de integrar y movilizar sistemas de conocimientos, habilidades, hábitos, actitudes y valores para la solución exitosa de aquellas actividades vinculadas a la satisfacción de sus necesidades cognitivas y profesionales (Valiente y Galdeano, 2009).

* Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.

Correos electrónicos: cargalde@servidor.unam.mx;

faty_avb@yahoo.com

Fecha de recepción: 8 de junio de 2009.

Fecha de aceptación: 20 de noviembre de 2009.

¹ La palabra holístico se ha puesto muy de moda últimamente. Deriva del griego *holos*, que significa todo o entero. Entonces, un conocimiento holístico está encaminado a captar simultáneamente todos los aspectos que forman una cosa y la manera en que todas esas partes interactúan entre sí para dar como resultante ese objeto, ser vivo o idea tan particular y original que no puede ser confundida con ninguna otra.

Los procesos de formación basada en competencias son bastante nuevos y parecen surgir principalmente en la necesidad del trabajador(a) de obtener un servicio de formación para superar un resultado de evaluación, así como en los procesos de modernización de los sistemas de formación que ven en el movimiento de las competencias un referente muy válido para optimizar los insumos del diseño curricular y organizar el proceso enseñanza-aprendizaje en torno a la construcción de capacidades que favorezcan un desempeño exitoso.

Tipos de competencias que deben tener los ingenieros químicos

Las competencias básicas, también llamadas competencias clave (OCDE, 2005), son las capacidades intelectuales indispensables para el aprendizaje de una profesión; en ellas se encuentran las competencias cognitivas, técnicas y metodológicas, muchas de las cuales son adquiridas en los niveles educativos previos (por ejemplo el uso adecuado de los lenguajes oral, escrito y matemático).

La incorporación de las competencias básicas al currículo exige que nos planteemos cuáles son los aprendizajes fundamentales que debe adquirir todo el alumnado en cada una de las etapas, áreas y materias, y establecer las prioridades necesarias entre ellos. Estas competencias son las que se evalúan a nivel bachillerato mediante la prueba PISA (OCDE, 2005).

Las competencias genéricas o transversales han sido definidas como los atributos que debe tener un graduado universitario con independencia de su profesión. En ellas se pueden recoger aspectos genéricos de conocimientos, habilidades y destrezas y capacidades que debe tener cualquier titulado antes de incorporarse al mercado laboral. Son la base común de la profesión o se refieren a las situaciones concretas de la práctica profesional que requieren de respuestas complejas. Las competencias genéricas son aquellas que no sólo tienen un componente técnico, sino también uno esencialmente humano. Son las habilidades y recursos que todos tenemos, por el simple hecho de ser humanos, y que por lo tanto ponemos en juego en las áreas donde nos movemos.

Las competencias genéricas se han organizado en tres grupos:

- a) *Competencias instrumentales.* En ellas se incluyen habilidades cognoscitivas, capacidades metodológicas, destrezas tecnológicas y destrezas lingüísticas.
- b) *Competencias interpersonales.* Se incluyen las capacidades individuales y las destrezas sociales.
- c) *Competencias sistemáticas.* Son las destrezas y habilidades del individuo relativas al manejo de sistemas complejos.

Por último, las competencias específicas son la base particular del ejercicio profesional y están vinculadas a condiciones específicas de ejecución.

A diferencia de las competencias genéricas, las competencias específicas han sido definidas como los atributos que deben adquirir los futuros graduados durante la estancia en la universidad y deben ser definidas por la experiencia propia de los titulados.

Las competencias específicas han sido divididas en dos grandes grupos: aquéllas relacionadas con la formación disciplinar que deben adquirir los graduados, llamadas competencias disciplinares académicas, y las relacionadas con la formación profesional que deben poseer los futuros graduados (Galdeano y Valiente, 2010).

El primer bloque de formación disciplinar se ha relacionado con el "saber", es decir, con los conocimientos teóricos que deben adquirir los graduados en cuanto a las materias impartidas durante la carrera, mientras que el segundo bloque de formación profesional se ha asociado a las habilidades, destrezas y conocimientos prácticos que deben ser aprendidos durante la estancia del estudiante en la universidad.

Para hablar de las competencias que debe tener un ingeniero químico deberemos, antes que todo, dar una definición de esa profesión y de sus profesionistas.

La ingeniería química es la profesión en la que el conocimiento de las matemáticas, la química y otras ciencias naturales adquirido por el estudio, la experiencia y la práctica, se aplica con adecuado criterio para desarrollar métodos económicos para el aprovechamiento de materiales y energía en beneficio de la humanidad (Valiente, 1985).

Por otro lado, las universidades y tecnológicos que ofrecen la carrera muestran a través del material impreso que entregan a los aspirantes las cualidades y competencias que deben tener los egresados de las carreras. Por ejemplo, la Facultad de Química de la UNAM, en el tríptico que entrega a los alumnos aspirantes a la carrera (Facultad de Química, 2008), menciona: "El ingeniero químico se encarga del diseño, la construcción, la operación, el control y la administración de plantas químicas que permiten la transformación física y/o química de materias primas, y la obtención de productos y servicios útiles al hombre, de una manera económica".

Entre sus principales actividades se encuentran:

- Desarrollo de proyectos.
- Diseño de procesos químicos.
- Diseño, cálculo y montaje de equipos.
- Investigación de tecnologías de aplicación.
- Manejo y control de la producción en la industria química.
- Asesoramiento técnico en ventas.
- Administración, planeación y desarrollo de industrias de proceso."

Además, en ese documento se señala:

El ejercicio profesional del ingeniero químico está directamente relacionado con las industrias y compañías encargadas de la planeación y el diseño de plantas químicas, así como en aquellas industrias dedicadas a la producción de sustancias químicas. Las principales técnicas que emplea este profesionista para el desarrollo de su trabajo están basadas en conceptos de física, química, fisicoquímica, matemáticas, operaciones unitarias, economía y administración.

En su trabajo cotidiano se enfrenta a diversos ambientes; en ocasiones, en su trabajo de campo está sujeto a riesgos que se corren en las plantas químicas, como lo es el

manejo de sustancias peligrosas, por lo que se requiere trabajar con precaución y mantenerse siempre alerta. También se necesita comunicarse con profesionales de áreas afines a su ocupación.

La población del país recibe el beneficio de su actividad profesional, la cual incide en la solución de problemas nacionales como: control de contaminación, manejo y preservación de recursos naturales, uso eficiente de la energía y elaboración de nuevos productos que hacen más confortable la vida moderna.

Según ese folleto (Facultad de Química, 2008), el mercado de trabajo para los egresados es:

El ingeniero químico se emplea con gran éxito en la industria química tanto en el sector público, como en el sector privado.

Principalmente labora en las industrias y compañías relacionadas con la planeación y el diseño de plantas químicas y en aquéllas dedicadas a la producción de sustancias químicas, como la industria del petróleo, la petroquímica, los jabones y detergentes, el azúcar, los plásticos, el papel y la textil entre otras, así como en empresas o compañías que les dan servicios.

También es requerido por las firmas de ingeniería, que tienen como finalidad realizar el diseño de las plantas químicas, además de brindar otro tipo de servicios, como la innovación de proceso.

Es importante señalar la destacada participación que ha tenido en el área de la administración industrial y en los organismos encargados del control de la contaminación y la preservación del ambiente.

Pese a que las posibilidades de trabajo son las ya tradicionales, se prevé que a mediano plazo, el ingeniero químico tendrá una participación importante en especialidades como biotecnología, nuevos materiales, automatización de procesos y biomedicina, y en todos aquellos proyectos con carácter multidisciplinarios que requieren de profesionistas versátiles y creativos para su desarrollo.

Perfiles de ingreso y de egreso

Las instituciones que imparten la carrera de ingeniero químico presentan a través de folletos o mediante sus sitios de internet los requerimientos de ingreso que deben cubrir los aspirantes a esas carreras y además muestran el perfil de egreso ideal del estudiante recién egresado de la institución. Por ejemplo, en la tabla 1 se indican los requeridos por la Facultad de Química de la UNAM (Facultad de Química, 2008).

Para lograr los objetivos señalados por el plan de estudios el aspirante debe cursar una gran cantidad de materias tanto obligatorias como optativas mediante los llamados paquetes terminales.

Contraste entre lo ofrecido y demandado

La empresa Manpower indica en su publicación *El futuro del trabajo en América Latina* (Manpower, 2006a) el hecho de

Tabla 1. Características del aspirante.

Es conveniente que el alumno que decida estudiar esta carrera cuente con:

- Sólidos conocimientos de matemáticas, física y química.
- Interés por la producción de sustancias químicas a escala industrial.
- Gusto por la física, fisicoquímica y matemáticas.
- Inventiva y creatividad.
- Habilidad para la observación.
- Constancia y tenacidad.
- Conocimiento de la lengua inglesa a nivel de traducción.
- Conocimiento de computación.

Fuente: Facultad de Química, 2008.

que los esfuerzos para generar tecnologías (como la petroquímica en México, Brasil y Argentina, en la industria farmacéutica y otros desarrollos de la biotecnología) no han sido capaces de crear una masa crítica, pero serán relevantes en el futuro económico de la región. Ellos indican que las grandes tendencias tecnológicas indican un crecimiento en las áreas de la biotecnología, genética y nanotecnología, situación que no se está atendiendo en Latinoamérica. La otra revolución que se avecina está relacionada con la combinación de tecnologías de la información con las tecnologías antes citadas para eficientar el uso de la energía y buscar nuevas fuentes que puedan desplazar a los combustibles fósiles. Al reclutar un nuevo individuo para la organización, la empresa indica que la pregunta relevante no es que explique lo que hizo en el pasado ni revisar cuantos diplomas tiene, sino que nos convenza qué hará por nosotros en el futuro; por lo tanto, los éxitos de la persona en el pasado están directamente relacionados con el buen manejo de competencias en el ámbito laboral.

En el estudio *La integración al mercado laboral del talento latinoamericano* (Manpower, 2006b), se señala que el perfil de competencias que se está buscando en la región se concreta en la capacidad de trabajar en equipo, las habilidades de comunicación y relación interpersonal, así como la habilidad para la toma de decisiones (tabla 2).

Entre lo ofrecido por las instituciones educativas y lo demandado por las empresas contratantes de egresados existen algunas diferencias. Una de las instituciones que ha hecho un buen seguimiento de sus egresados es la Universidad Nacional de Quilmes en Argentina. En encuestas hechas entre los profesores, alumnos egresados y empleadores de sus egresados se pueden observar quejas en cuanto a la preparación de éstos (Roncaglia, Rembado y Porro 2008; Rembado, Roncaglia y Porro 2007; Wainmaier *et al.*, 2005). Un trabajo interesante sobre las competencias, la educación universitaria y las demandas de la sociedad se encuentran en el trabajo de Barrón y colegas presentado por la Revista del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (Barrón *et al.*, 2008).

En el trabajo de tesis efectuado por Arturo Medina Cabrera (2009) sobre la situación de la carrera de Ingeniería Química en México, hace notar que a pesar de los requisitos que se

Tabla 2. Demanda actual de competencias.

| | |
|---|--|
| Trabajo bajo presión | Estabilidad emocional para desempeñarse en situaciones de oposición. |
| Planeación y organización | Habilidad para establecer eficientemente un apropiado curso de acción con el fin de lograr una meta. |
| Análisis y solución de problemas | Identificar problemas y oportunidades obteniendo información relevante. |
| Liderazgo | Capacidad para dirigir e influir en las actividades en relación con las funciones de cada uno de los miembros. |
| Comunicación oral | Efectividad de expresión verbal ante diversas situaciones de grupo. |
| Control gerencial | Asegurarse de que las actividades reales correspondan a las proyectadas regulando a los subordinados. |
| Trabajo en equipo | Organización y realización de actividades basadas en confianza, conocimientos y responsabilidad de los miembros. |

Fuente: Manpower, 2008.

presentan para ingresar a la carrera, una gran parte de los alumnos inscritos no tienen el nivel de conocimientos requeridos para lograr un buen desempeño a lo largo de la licenciatura, ya que el porcentaje de alumnos que obtuvieron calificaciones aprobatorias en el área de matemáticas fue de 41.9 %, en física de 17.7 % y en química de 30.8 % lo que provoca un alto índice de abandono en los primeros tres semestres de la carrera, así como una eficiencia terminal en los nueve semestres programados del 11 %.

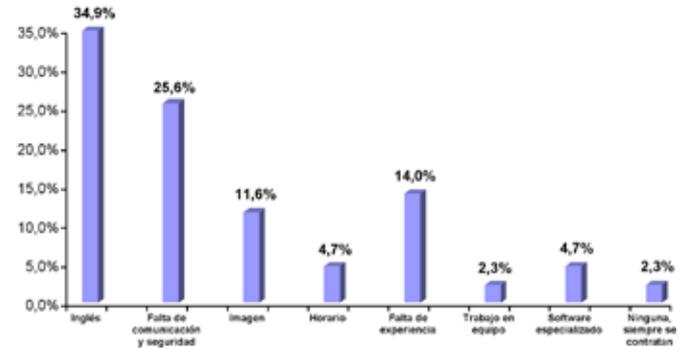
En encuestas efectuadas entre los empleadores de ingenieros químicos egresados de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de México (González, 2005; Medina, 2009) se encuentra que:

- Para las empresas un punto clave para la contratación es el manejo del inglés, el cual es deficiente en los egresados de la UNAM.
- También hubo quejas sobre el deficiente manejo de programas y sistemas computacionales. Para los empleadores el manejo de las computadoras es un punto decisivo para la contratación de los profesionistas.

Tabla 3. Los diez talentos más escasos a nivel mundial en 2006.

1. Representantes de ventas.
2. Ingenieros.
3. Técnicos (principalmente de producción / operaciones, ingeniería y mantenimiento).
4. Operadores de producción.
5. Oficios manuales (carpinteros, soldadores y plomeros).
6. Personal de TI (programadores y desarrolladores).
7. Asistentes administrativos y personales.
8. Choferes.
9. Contadores.
10. Gerentes / Ejecutivos.

Fuente: Manpower, *Paradoja de la escasez de talento en el mundo*, México, 2006.



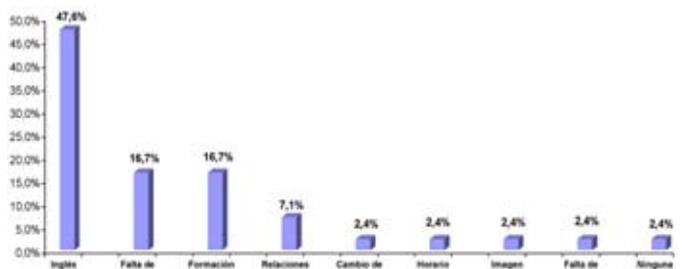
Gráfica 1. Por qué no son contratados.

Fuente: Secretaría de Apoyo Académico FQ, 2009.

- Se quejan de falta de experiencia.
- Falta de actitudes motivacionales, fallas en las relaciones personales.
- Deficiente imagen (falta de seguridad y arreglo, mala comunicación oral y escrita).
- Buena preparación profesional.
- Los empleadores opinaron que por lo general no existe una diferencia clara entre los alumnos de escuelas públicas o privadas, aunque sí opinan que en cuestiones de actitudes ante las entrevistas realizadas a la hora de la contratación, es donde se puede ver de cierta manera una mejor preparación en las escuelas privadas.

La Secretaría de Apoyo Académico de la misma Facultad de Química, mediante un estudio efectuado entre los empleadores de los egresados, encontró algunas de las debilidades de los egresados y el porqué de que no sean contratados (gráficas 1 y 2).

Algo que llama la atención en esos estudios es que al parecer no hay quejas sobre la preparación en las llamadas competencias profesionales. No hay reclamos sobre la calidad de las matemáticas enseñadas o sobre la falta de conocimientos en fisicoquímica o química, o sobre el nivel de la enseñanza en operaciones unitarias o reactores o cinéticas, conocimientos básicos que distinguen a un ingeniero químico de otro profesionista.



Gráfica 2. Debilidades de los estudiantes de la Facultad de Química respecto a otras universidades.

Fuente: Secretaría de Apoyo Académico FQ, 2009

En el estudio de Medina (2009) se indica que el 82 % de los egresados están contentos con su carrera, y que la volverían a elegir, ya que el 76% se encuentran satisfechos con su desarrollo profesional.

Las quejas sobre la falta de preparación de los ingenieros químicos inciden más bien en la deficiente preparación sobre otros tipos de competencias como son las competencias genéricas (falta de experiencia previa, falta de liderazgo, deficientes conocimientos de una lengua extranjera, falta de liderazgo, deficiente trabajo en equipo, etc.) y aun sobre las llamadas competencias básicas (competencia social y ciudadana, tratamiento de la información y competencia en comunicación, competencia en comunicación lingüística, etc.).

Conclusiones

Las competencias son parte de la enunciación del perfil general de un programa más exclusivo, como podría ser el plan de estudios de toda una carrera; por lo tanto, es necesario identificar el nexo del curso particular con el perfil general, por lo cual habría que preguntarse: ¿cuáles son las competencias de ese perfil general, que el curso o asignatura pretende cubrir o con las cuáles contribuye?

Para diseñar un perfil es necesario enunciar las tareas que el sujeto tendría que ser capaz de desempeñar y a continuación, para cada tarea, considerar los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que la tarea requiere para ser llevada a cabo.

Al trabajar considerando perfiles por competencias, es evidente que los conocimientos, considerados como saberes o información básica respecto a un objeto, no son sino una parte de la competencia, y que ésta sólo se integra con las habilidades, las actitudes y los valores que son indispensables para la ejecución que resuelve el problema de referencia (Barrón 2008).

Bibliografía

- Barrón, F., Flores, Y., Suástegui, A. y de Vries, Wietse, *Las competencias educativas y la educación universitaria, una exploración*, IDEAS@CONCYTEG, 3(39), 2008.
- Galdeano, C. y Valiente, A., *Competencias profesionales*, *Educ. quím.*, 21(1), 28-32, 2010.
- González Romero, C. R., *Opinión de los empleadores en relación con los egresados de la carrera de Ingeniería química de la Facultad de Química de la UNAM*, Tesis profesional, Facultad de Química. México: UNAM, 2005.
- Facultad de Química, *Triptico de la carrera de ingeniería química*. México: UNAM, 2008.
- Manpower, Inc., *El futuro del trabajo en América Latina*, 2006.
- Manpower, Inc., *La integración al mercado laboral del talento latinoamericano*, 2006.
- Medina Cabrera, A., *Centro Nacional sobre la Carrera de Ingeniería Química*, Tesis profesional, Facultad de Química. México: UNAM, 2009.
- Ojeda Orta, M. E., Montero Delgado, N., Muñoz Zapata, D. y Meza Amaya, A. *Diseño curricular orientado al desarrollo de competencias profesionales*, Universidad Autónoma de Baja California, 2004.
- OCDE, *Definition and Selection of Key Competencies, executive summary*, 2005. Consultado por última vez el 12 abril, 2010, en la URL <http://www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf>
- Rembado, F., Roncaglia D. y Porro, S., *Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico tecnológicas: la visión de los graduados*, *Educ. quím.*, 18(2), 160-168, 2007.
- Roncaglia, D., Rembado, F. y Porro S., *Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico tecnológicas: la visión de los empleadores*, *Educ. quím.*, 19(2), 127-132, 2008.
- Tejada Fernández J., *Acerca de las Competencias Profesionales*, Universidad Autónoma de Barcelona, 1999.
- Universidad Michoacana, *Perfil de ingreso y egreso de la Carrera de Ingeniería Química*. México, 2008.
- Valiente Barderas, A. y Stivalet R. P., *El ingeniero Químico ¿Qué hace?*, Alhambra, México, 1985.
- Valiente, A. y Galdeano, C. *La enseñanza por competencias*, *Educ. quím.*, 20(3), 369-372, 2009.
- Wainmaier, C., Viera, L., Roncaglia, D., Ramírez, S., Rembado, F. y Porro S., *Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico tecnológicas: La visión de los docentes*, *Educ. quím.*, 17(2), 150-157, 2005.