

EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN ASIGNATURAS DE QUÍMICA

Silvia Porro

Universidad Nacional de Quilmes – sporro@unq.edu.ar

Resumen

En trabajos previos se ha determinado la importancia relativa de algunas competencias y el grado de adquisición de las mismas en los graduados del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), desde el punto de vista de los mismos graduados y de sus empleadores. Esto ha permitido detectar debilidades en la formación de nuestros egresados, las cuales muestran que es necesario modificar la forma en la cual enseñamos en la universidad, a fin de incluir estrategias que permitan el desarrollo de competencias relacionadas con actitudes sociales y manejo de la información, las cuales son menos valoradas por los docentes que competencias relacionadas con procedimientos y actitudes para la investigación.

En este trabajo se proponen estrategias para el desarrollo de algunas competencias desde las asignaturas de Química.

Marco teórico

La enseñanza universitaria es una actividad que ha recurrido poco al conocimiento pedagógico. Pero la propia idea de universidad ha cambiado gradualmente debido a una multiplicidad de factores, entre los cuales podemos mencionar el aumento de los requerimientos de perfiles formativos (o sea, la necesidad de que los estudiantes desarrollen competencias generales y específicas durante su formación universitaria). Estos factores han aumentado las necesidades de un tratamiento pedagógico especializado de los problemas del currículo y de la enseñanza universitaria. El profesor universitario ya no es hoy solamente una figura académica. Al igual que en otros niveles, necesita una creciente capacidad pedagógica para resolver problemas relacionados con cuestiones como la diversidad, la definición del contenido, el acortamiento de las carreras tradicionales, la modificación de los perfiles de entrada, la superposición de tradiciones de formación universitaria y la distancia con los campos prácticos (Feldman y Palamidessi, 2001).

En la preparación de actividades educativas con frecuencia se usan términos como plan, planificación, programa, diseño, proyecto. Todos estos términos incluyen la posibilidad de anticipación. Un programa es una previa declaración de lo que se piensa hacer. Todo programa propone una representación acerca de cómo se desarrollarán las situaciones educativas, de qué manera se realizará la presentación de ciertos contenidos, qué acciones de enseñanza favorecerán los procesos de aprendizaje de los alumnos, y qué se espera que los alumnos sepan o sean capaces de hacer al finalizar un segmento de trabajo o un curso (o sea, qué competencias han adquirido).

El programa es una hipótesis de trabajo. La representación que expresa el programa tiene el carácter de prueba y supone la posibilidad de realizar modificaciones, rectificaciones o cambios sobre la marcha cuando se pasa del plano de la representación al plano de la acción propiamente dicha.

La programación de la enseñanza se da siempre en un doble marco. Por un lado, algún conjunto de normas relativamente oficializadas por una institución. Por otra parte, el proceso de preparación de la actividad y el de la enseñanza están guiados por una manera de ver las cosas, propias de cada profesor. Un aspecto a tener en cuenta es la concepción que cada profesor tiene en torno al aprendizaje: ¿Qué hace que los alumnos aprendan? ¿De qué modo lo hacen?

Jerome Bruner (1997) propone varios modos:

- Puede pensarse en los alumnos como *aprendices imitativos*. El aprendizaje práctico se basa, en buena medida, en el trabajo imitativo en función del modelo que provee la tarea de alguien experto. Aquí interviene conocimiento procedimental (saber cómo) y conocimiento proposicional (saber qué). Se supone que la competencia llega con la práctica. El aprendizaje de muchas competencias se potencia cuando está acompañado por explicaciones acerca de los procedimientos en ejecución, por ejemplo, competencias relativas a Destrezas manuales que en el caso de Química pueden adquirirse en el laboratorio.
- Se puede pensar en los aprendices como *receptores de la exposición didáctica*. Lo que se adquiere en este caso es conocimiento que está presentado como un cuerpo explícito que puede ser consultado (en libros, por ejemplo) o expuesto por el profesor. En este caso importa que el alumno sea capaz de captar, procesar y retener cierto tipo de información. El propósito es que el alumno pueda obtener cierto conocimiento, articularlo con otros conocimientos y utilizarlo en contextos diferentes o en la adquisición de nuevos conocimientos. Esto implica competencias relativas a Comprensión conceptual y Gestión de la Información.
- Es posible pensar en los alumnos como *pensadores o conocedores*. En este caso se prioriza el desarrollo del intercambio, la clarificación de ideas, la discusión y argumentación en torno de aspectos controvertidos o poco claros. Para ello los alumnos deben adquirir competencias relativas a Actitudes sociales. También incluye la capacidad de incorporar patrones de producción y validación, que implican la adquisición de competencias relativas a Procedimientos y actitudes investigativas.

Está claro que si basamos nuestra enseñanza en la adquisición de competencias, debemos tratar de incentivar e integrar los tres modos de aprendizaje de los alumnos que plantea Bruner.

La enseñanza por competencias debería basarse en un currículo de tipo integrado, que Bernstein (1985), define como un currículo donde los diversos contenidos no se presentan por separado, sino en una relación abierta entre sí. Este autor llama código educativo integrado a cualquier organización del conocimiento educativo que envuelva un marcado intento para reducir la fuerza de la clasificación; con referencia al conocimiento educativo, el principio de clasificación se refiere al “grado de mantenimiento de los límites” entre los diferentes órdenes de conocimiento que transmite una determinada institución. La noción de “integración”, en este caso, se refiere mínimamente a la *subordinación* de materias o cursos, previamente aislados, a una idea que los relaciona.

Entonces, para que la educación por competencias sea efectiva, los profesores de una institución deben decidir actuar según un código educativo integrado: esto implica la relación de cursos mediante la idea de competencias comunes.

Objetivos

- Determinar las debilidades en la formación de graduados universitarios de carreras científico-tecnológicas.
- Proponer estrategias para desarrollar algunas competencias desde las asignaturas de Química.

Metodología

Se ha evaluado mediante una encuesta escrita la opinión de docentes (Wainmaier y col., 2006), graduados (Rembado y col., 2007) y empleadores (Roncaglia y col., 2008)

acerca de las competencias que deberían desarrollar los egresados de carreras científico – tecnológicas durante su etapa formativa en nuestra universidad (UNQ). Del procesamiento de las mismas observamos que los docentes del Departamento de Ciencia y Tecnología (DCyT) en las carreras más pobladas (Ingeniería en Alimentos y Licenciatura en Biotecnología) eran, en un alto porcentaje, también los empleadores, ya que se trata de directores de tesis de doctorado de los alumnos egresados. Por esto decidimos comparar los resultados de las encuestas obtenidas para graduados y empleadores.

La encuesta incluyó una lista de 30 competencias genéricas. Se solicitó a los encuestados que ponderaran en una escala de 1 a 4 la *importancia* de cada competencia y en una escala similar el *nivel* en que el profesional había *adquirido* la misma durante su formación universitaria.

Se procesaron las encuestas de 340 graduados del DCyT de la UNQ y 80 empleadores de los mismos.

La distribución del número de graduados, según su formación de grado, fue: Ingeniería en Alimentos, 84; Ingeniería en Automatización y Control Industrial, 20; Licenciatura en Biotecnología, 204 y Arquitectura Naval, 32.

Se consultaron tanto empleadores del ámbito de producción de bienes y servicios como del académico (grupos de investigación universitaria y de organismos privados y oficiales). La Tabla 1 permite observar la distribución de las encuestas recolectadas por carrera y de acuerdo al perfil del empleador (Producción o Investigación). Respecto al tipo de organización en relación con el personal asociado, el 20% de los graduados se desempeñan en empresas grandes, 18% en mediana o chicas y el resto en grupos de investigación de entre 3 y 8 integrantes.

Tabla 1 : Porcentaje de encuestas por carrera y por perfil del empleador (P = Producción; I = Investigación).

Carrera	% del total de encuestas	% por perfil del empleador	
Lic. Biotecnología	50	20	P
		80	I
Ing. Alimentos	40	80	P
		20	I
Automatización y control	5	≥ 95	P
		< 5	I
Arquitectura Naval	5	≥ 95	P
		< 5	I
Total de encuestas	100	43	P
		57	I

Resultados

Para analizar los datos obtenidos se empleó una matriz importancia - nivel adquirido, se graficó en el eje de las abscisas el valor medio obtenido para el nivel de adquisición y en el de las ordenadas el correspondiente a la media de la importancia para cada una de las competencias. Se obtuvo así un gráfico con cuatro zonas diferentes:

IV Bajo nivel de adquisición Alta importancia	III Alto nivel de adquisición Alta importancia
I Bajo nivel de adquisición Baja importancia	II Alto nivel de adquisición Baja importancia

Las competencias que se ubican en el sector IV representan aquellas que son las *debilidades* o aspectos a mejorar en la formación de graduados encuestados. Las competencias a las que tanto graduados como empleadores consideraron como debilidades son: la “comunicación oral y escrita” y el “conocimiento de una segunda lengua”. Es importante tener en cuenta que ambas competencias son consideradas como capacidades a desarrollar en el Ciclo General de Conocimientos Básicos de Ingeniería (PROMEI, 2006).

Cabe recalcar que nuestros graduados consideran en la casi totalidad de las competencias propuestas que el nivel de adquisición es siempre inferior al de importancia, con la única excepción de “conocimientos generales básicos”, y consideran especialmente como debilidades la no capacitación en el “diseño de proyectos” y la “iniciativa y emprendimiento”.

Dentro de las debilidades para los empleadores se presentan además las “habilidades para la investigación”, la “gestión de la información” y la “capacidad de crítica y autocrítica”.

Conclusiones

En un trabajo publicado recientemente (Porro y Roncaglia, 2008) hemos propuesto estrategias generales para mejorar el desarrollo de las competencias consideradas como debilidades por nuestros graduados y sus empleadores.

En esta presentación se pretende focalizar la atención en el desarrollo de algunas de esas competencias desde las asignaturas de química que se dictan en carreras de ingeniería y ciencias aplicadas, a saber:

Comunicación oral y escrita: Considerando estas habilidades, es posible encontrar una explicación a este bajo nivel de adquisición si consideramos que los académicos no desarrollan estrategias especiales para que el alumnado se exprese de diversas maneras en las clases, más bien la tarea se encuentra a cargo del docente, los alumnos tienen pocas oportunidades de exponer sus proyectos y discutir los mismos con sus pares y profesores. Es necesario tener en cuenta que el lenguaje y la conversación son los mecanismos más importantes que tenemos para desarrollar, contrastar y comunicar el conocimiento (Lemke, 1990).

Tendremos que modificar de a poco la dinámica de las clases, de manera organizada, para que los alumnos empiecen a realizar exposiciones orales y redactar trabajos escritos que sean tomados en cuenta como una evaluación más de la asignatura, dependiendo de la posición de la misma en el currículo, de forma que cuando se trate de un estudiante avanzado ya haya adquirido estas competencias.

Con respecto a las asignaturas que se dictan en el Área Química, podrían aprovecharse los trabajos prácticos realizados en el laboratorio para el desarrollo de estas competencias. Sería bueno que, por consenso entre los profesores del área, se decidiera qué competencia se va privilegiar en cada asignatura, para que así el desarrollo sea gradual y progresivo. Por ejemplo, en la primera materia de Química (que puede variar de nombre según las universidades, pero cubre contenidos de Química General) podría comenzarse por focalizar la atención en la comunicación escrita, a tal fin se podría

determinar que cada alumno entregara informes de dos trabajos prácticos a lo largo de la asignatura. El profesor, al comienzo de la cursada, explicitaría la estructura que deben tener los informes. Al finalizar cada trabajo práctico se les informaría a los alumnos quiénes deberán entregar el informe de ese día y el plazo en el cual deberán hacerlo. Lo ideal (pero será variable en función del número de alumnos que tenga cada comisión) sería que no fueran más de 6 informes cada vez, para que el docente a cargo los corrigiera a fondo, no sólo en cuanto al contenido conceptual, sino a la forma, porque justamente se trata de incentivar con esto la correcta comunicación escrita. Cada informe será evaluado y las notas obtenidas serán tenidas en cuenta para la calificación final. Es importante tener en cuenta que las únicas actividades que resultan significativas para los alumnos son aquellas que son realmente evaluadas.

En un curso siguiente de Química, podría incentivarse la comunicación oral, para ello, luego de cada trabajo práctico de laboratorio (puede hacerse al comienzo del siguiente trabajo práctico o en una clase de seminario) un alumno expondrá a sus compañeros las conclusiones a las que ha arribado a partir de los datos recogidos en el laboratorio, y hará un análisis de los posibles errores teniendo en cuenta la metodología experimental y de cálculos utilizada. Seguramente la cantidad de trabajos prácticos no permitirá que todos los alumnos realicen exposiciones orales, pero el docente deberá formar grupos para que preparen en conjunto la presentación y seleccionará a un alumno como expositor. Sería bueno que se discutiera entre los profesores de esa asignatura cuáles serían los criterios de selección de ese alumno.

Conocimiento de una segunda lengua: La gran ventaja que tenemos los profesores de las ingenierías y las ciencias aplicadas, para favorecer el desarrollo de esta competencia en nuestros alumnos, es que las publicaciones científicas y los libros de texto suelen estar en inglés (porque se supone que la segunda lengua que se requiere es, en general, el inglés). Tengamos en cuenta que, a pesar de que los alumnos suelen haber tenido cursos de inglés en la escuela secundaria o aún en la universidad, la enseñanza del idioma suele estar descontextualizada.

Una vez más podemos recurrir al laboratorio para “obligar” a nuestros alumnos a leer en inglés, para ello se puede incentivar la búsqueda de trabajos prácticos de determinado tema en algunas revistas especializadas como, por ejemplo, el Journal of Chemical Education o, si no existieran en la biblioteca de la universidad o en bibliotecas cercanas tales publicaciones, también se podría recurrir a Internet para hacerla, poniendo como condición que el material original estuviera en inglés.

La idea sería que los estudiantes, trabajando en grupo, propusieran un trabajo práctico para determinado tema, defendiendo su elección y entregando un trabajo en castellano (conteniendo el listado de la bibliografía en inglés utilizada), que será entregado al resto de la clase.

Toma de decisiones: Las decisiones a tomar pueden ser de tipos variados, pero hay algunas cuyo desarrollo en los alumnos está generalmente dejado de lado.

Entre las calificaciones que debiera tener un graduado universitario Camilloni (2001) incluye “ser capaz de actuar efectivamente en la sociedad del nuevo siglo y tomar decisiones de valor ético”. Pero los docentes, en general, enseñamos la Química como si la ciencia fuera neutra éticamente; Gil (1993) menciona, entre las deformaciones más comunes que proporcionan una imagen de la naturaleza de la ciencia muy difundidas por la enseñanza, que se transmite una visión descontextualizada, socialmente neutra, alejada de los problemas del mundo e ignorando sus complejas interacciones con la técnica y la sociedad. Se proporciona una imagen de los científicos encerrados en torres de marfil y ajenos a la necesaria toma de decisión.

Los docentes de Química tenemos varios temas desde los que podemos incentivar en los alumnos la toma de decisiones éticas frente a un determinado problema, del cual el más candente parece ser la contaminación del medio ambiente, pero existen otros.

Una actividad que se puede proponer a los alumnos, para hacer en grupo, es elegir un tema que les preocupe y que involucre dilemas éticos en la toma de decisiones, hacer una búsqueda en diarios, revistas, Internet, etc., hacer un resumen de las posibles soluciones, argumentando las mismas, y discutir en clase las decisiones a tomar.

En general, y ahora refiriéndonos a cualquier tipo de decisión, será más competente quien sepa explicar(se) y justificar(se) en cada momento las decisiones que va tomando y al final pueda valorar el grado de adecuación de su respuesta al problema o demanda en cuestión (Monereo, 2005).

Gestión de tiempos y recursos: Para desarrollar esta competencia se puede, por un lado, recurrir nuevamente a los trabajos prácticos de laboratorio, o, por otro, al dictado de cursos semivirtuales.

En el laboratorio, los objetivos docentes deben ir más allá de la mera reproducción de unos experimentos que confirmen las enseñanzas teóricas impartidas. Se debe incluir en el proceso de aprendizaje tanto el necesario diseño del experimento como la posterior interpretación y presentación de resultados y la gestión global del proyecto.

La actividad, realizada en grupos, puede consistir en elegir un trabajo práctico (puede ser el mismo que se selecciona para desarrollar el conocimiento del inglés), y determinar los tiempos y recursos (humanos y materiales) que se necesitan para llevarlo a cabo satisfactoriamente. Aquí aparecerá la necesidad de determinar sin ambigüedades quién se encargará de qué y cuándo lo hará. Y en cuanto a los materiales necesarios, los alumnos no sólo tendrían que entregar un listado con las cantidades, sino evaluar, por ejemplo, las calidades de los reactivos a utilizar, las fuentes dónde adquirirlos, los precios, el tiempo que se requerirá para obtenerlos, el equipamiento necesario, etc.

Por otro lado, el cursado de materias de forma semivirtual ayuda a los alumnos a desarrollar la capacidad de gestionar su tiempo; cuando el proceso realizado en esta modalidad es satisfactorio, los alumnos alcanzan importantes resultados no sólo en lo relativo a sus conocimientos académicos, sino también en lo relacionado a algunas actitudes, habilidades y destrezas vinculadas con la posibilidad de resolver problemas en forma autónoma, organizar su tiempo y realizar estudios independientes, todos logros que deberían cambiar su actitud pasiva al cursar otras materias en el sistema presencial (Porro y col., 2005).

Gestión de la información: El desarrollo de esta competencia con los recursos clásicos, suele ser tenida en cuenta por los docentes. Focalizaremos entonces la atención en una competencia indispensable en nuestros días, como la búsqueda y selección de información en Internet.

Según Monereo y Fuentes Agustí (2005), aprender una estrategia de búsqueda de información supone aprender cuándo y por qué: seguir un determinado proceso de búsqueda, utilizar unos u otros buscadores, emplear determinados términos, aplicar ciertas opciones que nos ofrecen los buscadores elegidos, limitar el espacio de búsqueda, etc.

En lo referente a la búsqueda, una correcta planificación puede ser la delgada línea que separe el éxito del fracaso. Iniciar una búsqueda de información en Internet implica, en primer término, definir con la máxima exactitud y concreción posible los objetivos que motivan dicha búsqueda, atendiendo tanto a los aspectos cuantitativos (cuánta información necesito) como cualitativos (qué tipo y de qué calidad). En segundo lugar, es imprescindible adquirir un sentido crítico que evite creer en toda la información y permita al propio alumnado valorar el rigor y la fiabilidad de la información hallada.

Es preciso que el docente haga hincapié en el contraste de los contenidos, la consulta del autor del texto y la frecuencia de actualización de la información.

Consideramos que el desarrollo de las competencias aquí analizadas y otras, permitirán apuntalar los aspectos formativos débiles en nuestras carreras de ingeniería y de ciencias aplicadas, y de esta forma satisfacer las necesidades tanto de egresados como de empleadores.

Bibliografía

- Bernstein, B. (1985). Clasificación y enmarcación del conocimiento educativo. *Revista Colombiana de Educación*, ISSN: 0120 -3916. 15, 35-56.
- Bruner, J. (1997). *La educación, puerta de la cultura*. Madrid, Visor.
- Camilloni, A. (2001): “Modalidades y proyectos de cambio curricular” en Aportes para el Cambio Curricular en Argentina. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Medicina. OPS/OMS. Disponible en: <http://www.fmv-uba.org.ar/proaps/4.pdf>
- Feldman, D. y Palamidessi, M. (2001) *Programación de la enseñanza en la Universidad*. Universidad Nacional de General Sarmiento, Serie Formación Docente, N° 1.
- GIL, D. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza aprendizaje de las ciencias como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. 11 (2), 197-212.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, learning and values*. Norwood, Ablex Publishing Corporation.
- Monereo, C. (2005) Internet, un espacio idóneo para desarrollar las competencias básicas. En: *Internet y competencias básicas*. Carles Monereo (coord.). Barcelona, Editorial GRAO. pp. 5-26.
- Monereo, C. y Fuentes Agustí, M. (2005) Aprender a buscar y seleccionar en Internet. En: *Internet y competencias básicas*. Carles Monereo (coord.). Barcelona, Editorial GRAO. pp. 27-50.
- Porro, S., Arango, C. y Rembado, F. (2005) Caracterización de las poblaciones de alumnos que cursan Química I y Química II en modalidad presencial y virtual en la Universidad Nacional de Quilmes. *Enseñanza de las Ciencias*, ISSN: 0212-4521. Número Extra, VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias.
- Porro, S. y Roncaglia, D. (2008) Debilidades en la formación de graduados universitarios de carreras científico-tecnológicas. *Educación Química*, ISSN: 0187-893-X. 19 (3), 207-209.
- PROMEI (2006). Construcción de Ciclos Generales de Conocimientos Básicos. Disponible en: http://fing.uncu.edu.ar/catedras/archivos/cgcb/cgcb_07_1.pdf
- Rembado, F., Roncaglia, D. y Porro, S. (2007) Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico – tecnológicas: la visión de los graduados”. *Educación Química*, ISSN: 0187-893-X. 18 (2), 160-168.
- Roncaglia, D., Rembado, F. y Porro, S. (2008) Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico – tecnológicas: la visión de los empleadores”. *Educación Química*, ISSN: 0187-893-X. 19 (2), 127-132.
- Wainmaier, C.; Viera, L.; Roncaglia, D.; Ramírez, S.; Rembado, F. y Porro, S. (2006) Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico – tecnológicas: la visión de los docentes”. *Educación Química*, ISSN: 0187-893-X. 17 (2), 114-122.