Los artículos científicos como recurso didáctico en la enseñanza de la microbiología a estudiantes universitarios de química

Viviana Castilla[1] y Diana L. Vullo[1,2]

1 Departamento de Química Biológica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
2 Área Química, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento-CONICET, J.M. Gutiérrez 1150, (B1613GSX) Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.

Recibido:

Recibido en: 11/04/2014

| Aceptado:
Aceptado en: 16/04/2014

Contacto: Viviana Castilla - viviana@qb.fcen.uba.ar

Resumen

El desarrollo de las habilidades cognitivas necesarias para el análisis crítico de los artículos científicos es una de las metas de la enseñanza de las ciencias a estudiantes universitarios. En este trabajo presentamos nuestra experiencia en un curso de Microbiología General destinado a estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Químicas en relación a la utilización de los artículos científicos como recurso didáctico para favorecer la participación activa de los estudiantes en la construcción del conocimiento. El análisis del desempeño de los estudiantes en la actividad propuesta mostró que estas clases no sólo ayudan a desarrollar destrezas cognitivas superiores sino que también constituyen una muy buena herramienta para la integración de los contenidos teóricos y prácticos de la materia.
Palabras claves: enseñanza universitaria, microbiología, artículo científico

Scientific papers as didactic resource in teaching microbiology to undergraduate chemistry students

Abstract
Undergraduate science students are expected to develop the skills necessary for critically analyzing scientific research articles. In this work we describe our experience in a microbiology course for university students of chemistry in which scientific articles were used as didactic resource for the active participation of students in knowledge construction. Analysis of student performance showed that this activity not only helps them to develop higher cognitive skills, but it also constitutes a very good tool for the integration of theoretical and practical contents of the course.

Key words: university teaching, microbiology, scientific article

Introducción

Desafíos de la enseñanza de la ciencia en el nivel universitario

Es sabido que la investigación científica requiere de profesionales formados no sólo en los contenidos conceptuales sino también en contenidos procedimentales tales como la pericia en la búsqueda de información, la capacidad de análisis de la información obtenida, la práctica y destreza en el trabajo de laboratorio y la habilidad de formular hipótesis, diseñar experimentos, interpretar resultados y comunicarlos de manera adecuada. Sin embargo, los objetivos de nuestra enseñanza suelen centrarse en el aprendizaje de los contenidos teóricos y en el desarrollo de destrezas manuales relegando a un segundo plano de importancia o algunas veces olvidando el resto de los contenidos mencionados.

Un aprendizaje significativo implica no sólo adquirir un conocimiento sino desarrollar la capacidad de aplicar ese conocimiento a una situación problemática nueva, es decir, utilizarlo en un contexto diferente a aquel en el cual dicho conocimiento fue enseñado (Anderson y Schönborn, 2008). Es común que la enseñanza de las ciencias en las universidades se base en clases teóricas expositivas en las cuales el profesor, el experto, tiene un papel protagónico y clases prácticas altamente estructuradas en las cuales los estudiantes aprenden el manejo de instrumentos y materiales de laboratorio siguiendo los pasos de una “receta” que les permitirá reproducir un determinado protocolo y obtener un resultado conocido. En este tipo de clases prácticas las discusiones o análisis respecto a lo experimental suelen darse cuando no se obtiene el resultado esperado, aunque generalmente la discusión gira en torno a probables errores cometidos durante el desarrollo del proceso experimental, ya que se trabaja con un protocolo probado en cuanto a eficiencia y resultados. Estas prácticas de enseñanza apuntan a que los estudiantes desarrollen habilidades de baja exigencia cognitiva y por lo general la evaluación de los conocimientos adquiridos está orientada a la memorización y reproducción de los contenidos conceptuales transmitidos por el docente. El desarrollo de habilidades de mayor nivel cognitivo tales como el análisis crítico, la capacidad de síntesis, la interpretación de resultados, la integración de modelos en redes conceptuales, entre otras, ocurre en un contexto de aprendizaje en el cual el alumno deja de tener un papel pasivo y participa activamente de la construcción del conocimiento (Anderson y Schönborn, 2008; Tibell y Rundgren, 2010).

La literatura científica como parte de la enseñanza

El desarrollo de las habilidades cognitivas necesarias para el análisis crítico de los artículos científicos debe ser una de las metas en la enseñanza de las ciencias. Los *papers* son la herramienta que permite a los estudiantes familiarizarse con la naturaleza de la investigación científica y su comunicación, y si bien se espera que un científico sea capaz de comprender y discutir el trabajo realizado por sus colegas, muchos graduados universitarios suelen tener al principio ciertas dificultades a la hora de interpretar artículos relacionados con la temática de su actividad profesional o de sus estudios de posgrado (DebBurman, 2002; Kozeracki et al., 2006; Smith, 2001).

Uno de los principales obstáculos con el que se encuentran los estudiantes en sus primeras lecturas de *papers* es su estilo, el cual es muy diferente al de los libros de texto (Porter, 2005; Duncan et al., 2011). En estos últimos se hace, por lo general, poco hincapié en los diseños experimentales que permitieron arribar a una conclusión o dilucidar un determinado proceso. Por otra parte, los artículos suelen estar destinados a

personas conocedoras de la temática, por lo tanto, si bien es importante introducir la lectura de artículos tempranamente en la planificación curricular de la carrera, la selección de los textos debe ser cuidadosa y tener en cuenta principalmente los conocimientos previos de los estudiantes.

Nuestra experiencia en un curso de Microbiología General destinado a estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Químicas.

La materia Microbiología General e Industrial que se dicta en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires está dirigida a los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Químicas. Una de las características de esta Licenciatura es que, salvo pocas excepciones, la mayoría de las materias no incluye entre sus actividades de enseñanza la discusión y/o exposición de artículos científicos. Al proponernos incluir este tipo de actividad en la materia Microbiología se nos plantearon las siguientes inquietudes. En primer lugar cuáles serían los contenidos a abordar utilizando la lectura de los artículos. En segundo término, cuál sería la modalidad más acertada para introducir a los estudiantes en el análisis y discusión de los mismos. Por último nos preguntamos de qué forma evaluaríamos el aprendizaje logrado con esta actividad. Todos estos interrogantes nos permitieron pensar en y definir los objetivos específicos que se detallan a continuación:

- Que los estudiantes lean en forma individual artículos científicos que abarquen tres temas relacionados con la Microbiología: Metabolismo celular, Biotecnología y *Biofilms*.
- Que los alumnos participen de grupos de discusión sobre el contenido del artículo en base a un cuestionario guía proporcionado por el docente.
-Que cada grupo de discusión elabore una respuesta conjunta al cuestionario mencionado anteriormente.
-Que cada grupo de discusión exponga su respuesta al resto de la clase.
- Que cada estudiante aplique los conocimientos aprendidos a la resolución de una situación problemática.

Metodología

Características de la actividad

Dos semanas antes de comenzar con esta actividad se pusieron a disponibilidad de los alumnos en el campus virtual del Departamento de Química Biológica los siguientes artículos científicos:

1- *Isolation of an endosulfan-degrading bacterium from a coffee farm soil: Persistence and inhibitory effect on its biological functions.* Castillo et al., Science of Total Environment, 2011, 412-413: 20-27.

2- *Microbial Consortia for Hydrogen Production Enhancement.* Rajhi et al., Current Microbiology, 2013, 67:30-35

3- *D-Amino Acids Trigger Biofilm Disassembly*, Kolodkin-Gal et al., Science 2010, 328, 627-629

Los estudiantes debían traer leídos cada uno de los artículos previo a su discusión en la clase. Se realizaron tres clases de discusión, una por cada uno de los artículos. El día de la clase de discusión los estudiantes se dividieron en grupos de dos o tres personas y a cada grupo se le asignó una pregunta de un cuestionario

confeccionado por los docentes. Los cuestionarios se basaban en algunos ejes centrales tales como:
- ¿Cuál es el problema o pregunta principal que plantea el artículo?
- ¿Cuál es el marco teórico del problema en cuestión?
- ¿Cuál es el diseño experimental?
- ¿Cómo se representan los datos y se interpretan los resultados?
- ¿Existen alternativas mejores para representar los datos mostrados?
- Las conclusiones del trabajo ¿se sustentan en los datos obtenidos?
- ¿Cuáles son las perspectivas del tema abordado en el artículo?

Descripción de una de las actividades de discusión realizadas

Como ejemplo transcribimos aquí tanto el cuestionario y la actividad de evaluación correspondiente a la discusión del artículo: *Isolation of an endosulfan-degrading bacterium from a coffee farm soil: Persistence and inhibitory effect on its biological functions.* Castillo et al., Science of Total Environment, 2011, 412-413: 20-27.

1. ¿Cuál es el problema ambiental al que se refieren los autores y qué se propone como solución alternativa en este artículo? Explicitar los objetivos planteados.
2. Realizar un esquema de los protocolos utilizados para:
i) el aislamiento y caracterización de la bacteria.
ii) Crecimiento bacteriano en presencia de endosulfan y estudios de biodegradación del mismo.
iii) Efecto del endosulfan sobre funciones biológicas.
3. Interpretar los resultados obtenidos del aislamiento y caracterización de la bacteria y sobre el efecto del endosulfan en su crecimiento (Fig. 1 y 2).
4. Interpretar los resultados obtenidos de la degradación del endosulfan, la caracterización de sus metabolitos y la evaluación de las actividades biológicas.
5. Enumerar los principales puntos de discusión que plantean los autores y qué concluyen de los resultados obtenidos.

Actividad de evaluación: Problema incluido en el parcial práctico de la materia
El enunciado del problema es el siguiente:
Los herbicidas como el glifosato pueden alterar la estructura y el funcionamiento del suelo mediante efectos directos sobre la calidad del suelo y la diversidad microbiana .Los microorganismos, principalmente las bacterias de algunos géneros como el género Pseudomonas, son capaces de catabolizar compuestos organofosforados, los cuales utilizan como fuente de carbono, nitrógeno y fósforo.

1. *Diseñe un protocolo para aislar especies del género Pseudomonas con capacidad de degradar glifosato a partir de suelos cultivables con historia previa de tratamiento con este herbicida.*

Se realiza un recuento de aerobios totales a partir de dos muestras de suelo:
. A: suelo sin tratamiento previo con glifosato

. B: suelo de similares características al mencionado en A pero recientemente tratado con glifosato.

Para ello se toman 2 g de tierra de ambos tipos de suelo que se resuspenden en 10 ml de solución fisiológica. A partir de esta suspensión se toman 0,1 ml y se colocan en 0,9 ml de solución fisiológica (dilución 10-1) y a partir de esta se realizan diluciones seriadas al décimo y se siembran 0,1 ml de cada dilución por duplicado en placas de agar nutritivo. Luego de 48 hs de incubación a 22ºC se realiza el recuento de las colonias obtenidas. Los resultados se muestran en la tabla:

Dilución	*Suelo A (Nº colonias)*	*Suelo B (Nº colonias)*
-2	*incontables*	*Incontables*
-3	*incontables*	*124/105*
-4	*78/92*	*11/16*
-5	*13/8*	*½*

2. *Calcule el número total de aerobios por gramo de tierra para ambos suelos.*
3. *Interprete los resultados obtenidos.*
4. *¿Qué esperaría encontrar si realizara el recuento en agar nutritivo con el agregado de glifosato?*

Resultados obtenidos

La discusión entre grupos se desarrolló de manera descontracturada y con buena predisposición por parte de los estudiantes. Los grupos contaron con al menos media hora para analizar las preguntas que les habían sido asignadas y elaborar una respuesta conjunta. La mayoría de los estudiantes tuvo una participación activa, si bien en cada grupo por lo general un estudiante tomaba el papel de orador en representación de los otros. Sin embargo, ante la re-pregunta del docente o de algún compañero el grupo acompañó al orador principal en la fundamentación de sus respuestas. Los estudiantes expresaron diversas críticas a diferentes aspectos del trabajo, como claridad del texto, forma de representar los datos, conclusiones obtenidas a partir de los datos mostrados, y aportaron ideas alternativas que fueron modificadas y corregidas por el aporte de los distintos grupos y de los docentes.

Con respecto a la evaluación escrita, en la Figura 1 se puede observar que la mayoría de los estudiantes (60,8%) elaboró una muy buena respuesta en cuanto a lo conceptual (más de un 80% del problema correctamente respondido) y en algunos casos (23,5%) los estudiantes demostraron tener una excelente capacidad predictiva, de diseño de protocolos y de interpretación de datos.

castil1.gif

Figura 1. Respuesta de los estudiantes al problema planteado en el parcial práctico.

A pesar de los buenos resultados obtenidos durante la evaluación, algunos estudiantes no estuvieron conformes con las clases de discusión de los trabajos científicos y esto se puso de manifiesto en las encuestas que los estudiantes deben completar una vez finalizada la materia. Estas encuestas consisten en una serie de preguntas acerca de los contenidos teóricos y prácticos del curso, su bibliografía, su forma de evaluación y el desempeño de los docentes. Además de este cuestionario los estudiantes pueden realizar comentarios libres sobre el desarrollo del curso y fue en dichos comentarios donde 4 de los 58 alumnos que completaron la encuesta expresaron su disconformidad con los seminarios de discusión de artículos. Un común denominador de los cuatro comentarios fue el considerar estas clases innecesarias y dos de ellos aseguraban que el tiempo dedicado a esa discusión debía haber sido mejor aprovechado en clases de "problemas", haciendo referencia a la resolución de preguntas tipo parcial. Evidentemente, estos alumnos no consideraron que la discusión de artículos no sólo involucra poner en juego los conocimientos aprendidos, tal como ocurre durante la resolución de una guía de problemas, sino que además implica el desarrollo de otras habilidades cognitivas y de comunicación e interacción con los pares en el contexto de una problemática real.

Conclusiones y perspectivas

El desarrollo de la capacidad de realizar el análisis crítico de un trabajo de investigación es crucial en la formación de un científico, por lo tanto habrá que redoblar los esfuerzos en cuanto a lograr que dicha capacidad sea vista como un objetivo de aprendizaje importante por parte de los alumnos. Nuestra experiencia nos indica lo relevante que resulta explicitar cuáles son los objetivos de las actividades propuestas, dejar en claro a los alumnos qué tipo de aprendizajes esperamos luego de una clase de discusión de *papers*. Por otra parte, nuestro análisis sobre la participación de los estudiantes en la discusión oral y su desempeño en la actividad de evaluación escrita nos indica que estas clases no sólo ayudan a desarrollar habilidades cognitivas superiores sino que también constituyen una muy buena herramienta para la integración de los contenidos de las clases teóricas y prácticas de la materia.

Referencias

- **Anderson TR, Schönborn KJ** (2008). Bridging the educational research-teaching practice gap: Conceptual understanding, part 1: The multifaceted nature of expert knowledge. *Biochemistry and Molecular Biology Education,* 36:309-315.
- **Deb Burman SK** (2002). Learning how scientists work: experiential research projects to promote cell biology learning and scientific process skills. *Cell Biology Education,* 1: 154–172.
- **Duncan DB, Lubman A, Hoskins SG** (2011). Introductory biology textbooks under-represent scientific process. *Journal of Microbiology & Biology Education,* 12:143-151.
- **Kozeracki CA, Carey MF, Colicelli J, Levis-Fitzgerald M, Grossel M** (2006). An intensive primary-literature-based teaching program directly benefits undergraduate science majors and facilitates their transition to doctoral programs. *CBE-Life Sciences Education,* 5:340-347.
- **Porter JR** (2005). Information literacy in biology education: an example from an advanced cell biology course *Cell Biology Education*4: 335–343.
- **Smith GR** (2001). Guided literature explorations: introducing students to the primary literature. *Journal of College Science Teaching,* 30: 465–469.
- **Tibell LAE, Rundgren C-J** (2010). Educational Challenges of Molecular Life Science: Characteristics and Implications for Education and Research. *CBE-Life Sciences Education,* 9: 25–33.

QuímicaViva
ISSN 1666-7948
www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista QuímicaViva
Volumen 13, Número 1, Abril de 2014
ID artículo:F0186
Versión online