

Trabajo completo

Modelo experimental nutricional animal como estrategia metodológica para mejorar la enseñanza de Química Biológica

RECIBIDO: 21/08/2011

ACEPTADO: 26/06/2012

Fortino, MA. • Chicco, AG. • Lombardo, YB. • Giangrossi, GC.

Cátedra de Química Biológica. Facultad de Bioquímica y Cs Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe. Argentina. Ciudad Universitaria. Paraje El Pozo. CPA S3000ZAA. Santa Fe, Argentina.
Fax: 0342-4575221. Teléfono: 0342-4575211.
E-mail: afortino@fbc.unl.edu.ar

RESUMEN: Los estudiantes que resuelven problemas y discuten cuestiones científicas se involucran en un pensamiento activo. Puesto que la Ciencia además de teórica es una actividad práctica, el laboratorio representa un espacio esencial. El objetivo del trabajo fue analizar diferentes metodologías didácticas para mejorar la asimilación y transferencia de conocimientos en el contexto de una situación real, comprender los conceptos teóricos integrándolos con los trabajos prácticos (TP) e incrementar la motivación hacia la ciencia y el pensamiento crítico utilizando un modelo experimental animal. Se analizaron 1019 alumnos de Biotecnología y Bioquímica que cursaron Química Biológica entre 2000-2009. Si bien el número de promocionados en el área TP fue disminuyendo, los porcentajes finales alcanzados (entre 60% y 75%) nos permiten considerar que la metodología didáctica adoptada ha dado resultados satisfactorios en relación a los objetivos planteados, tanto en la cantidad de

alumnos que promocionaron como en la calidad del conocimiento adquirido.

PALABRAS CLAVE: enseñanza de las ciencias, modelo experimental real, integración teoría-práctica.

SUMMARY: *An experimental nutritional animal model as a methodological strategy to improve the teaching process of biological chemistry*

Students who solve problems and discuss scientific issues are involved in active thinking. Science is both a theoretical and practical activity, so the laboratory represents a vital space. The objective of the project was to analyze teaching methodologies to improve the assimilation and transfer of knowledge in the context of a real situation, understand theoretical concepts integrating them to the practical activity (PA) and increase the motivation towards science and critical thinking using an experimental model. A total of 1019 students from biotechnology and biochemistry that participated in the Biological

Chemistry course were analyzed during the period 2000-2009. Even though the number of promoted students in the area of PA went on decreasing, the final percentages reached (between 60% and 75%) allow us to consider that the didactic methodology adopted has

given satisfactory results related to the proposed objectives, both in the number of promoted students as in the quality of acquired knowledge.

KEYWORDS: Science teaching, experimental model, theoretical, practical integration.

Introducción

El perfil del graduado, debe considerarse el punto de partida para toda propuesta docente. A diferencia del técnico que se limita a repetir situaciones aprendidas, la característica del profesional universitario es su capacidad para resolver situaciones problemáticas. Es necesario que el currículo planteado a los estudiantes les prepare el camino para que, en un futuro, puedan participar colectivamente en la solución de los problemas con los que se enfrenta la sociedad de la que forman parte. Para ello debe proponer la adquisición de una serie de procedimientos y habilidades, desde las más básicas hasta las más complejas como investigar y resolver problemas reales.

La enseñanza de las Ciencias constituye al presente una temática abordada por numerosos especialistas que dan cuenta de la importancia que la educación experiencial confiere al aprendizaje de los alumnos (1, 2, 3, 4). Pozo (5) ha propuesto una estrategia de compromiso basada en diseñar situaciones didácticas que conjuguen la resolución de problemas con la recepción de conocimientos que ayuden a solucionar los mismos.

Las estrategias didácticas propuestas deben lograr un aprendizaje significativo, donde los nuevos conocimientos se relacionen con los conceptos y las proposi-

ciones que el alumno ya posee y les permitan elaborar estructuras de conocimiento que puedan utilizar y transferir en diversas situaciones. Los estudiantes que resuelven problemas, discuten cuestiones científicas y llevan adelante indagaciones se involucran en un pensamiento activo sobre diversos temas. Este pensamiento los ayuda a establecer conexiones entre conceptos y a construir representaciones mentales en vez de enfocarse en un aprendizaje repetitivo y en la memorización de hechos. El aprendizaje se vuelve más desafiante, interesante y motivador y puede desembocar en una mejor comprensión y retención del conocimiento. *Enseñar a pensar* contribuye a la construcción significativa del conocimiento científico. (6)

Puesto que la Ciencia además de teórica es una actividad práctica, el laboratorio representa un espacio esencial aunque a la vez resulta muy complejo. Al momento de la selección de tareas deben considerarse múltiples variables en relación a temas, materiales, actividades a desarrollar, estudiantes y docentes. Es por ello que, tan importante como la selección de contenidos, es la aplicación de una variada gama de *modelos didácticos* que permitan el logro de diferentes habilidades y el desarrollo de actitud científica en el alumnado.

Las actividades desarrolladas en el laboratorio reciben comúnmente la denominación de *trabajos prácticos*. Constituyen uno de los instrumentos más adecuados a disposición del profesor ya que combinan la enseñanza de habilidades con la del contenido disciplinar concreto, mejorando dos aspectos del aprendizaje: el pensamiento y la comprensión conceptual.

Es importante diseñar tareas experimentales adecuadas al nivel cognitivo de los alumnos y que les permita:

- Adquirir experiencias de los fenómenos implicados en los conceptos, leyes y teorías.
- Priorizar el aspecto cuali o cuantitativo de los fenómenos observados.
- Involucrarse en la actividad, estimulándolos a observar, predecir y explicar fenómenos, encontrar relaciones entre los datos obtenidos, hacer generalizaciones a partir de ellos, etc.

Finalmente los procesos de enseñanza y aprendizaje son inseparables de la evaluación. En relación a las actividades diseñadas para el aprendizaje es importante conocer el nivel alcanzado poniendo en práctica sistemas de evaluación a lo largo y al final del proceso. Al respecto, en nuestra asignatura a partir del año 1990 contamos con una planilla de seguimiento individual del cursado del área de TP (7).

En la línea de pensamiento expuesta anteriormente el objetivo del presente trabajo fue analizar distintas metodologías didácticas, implementadas en el área de trabajos prácticos durante el período 2000-2009, en relación a un modelo experimental animal que se utiliza como estrategia de enseñanza desde 1990. En particular se pretendió mejorar:

El proceso de asimilación, maduración y transferencia de los conocimientos en el contexto de una situación real.

La comprensión de los conceptos teóricos (Clases Teóricas) y optimizar la integración de los mismos con las actividades prácticas (Trabajos Prácticos).

La motivación hacia la ciencia, favoreciendo la curiosidad, creatividad y pensamiento crítico.

Materiales y métodos

La asignatura Química Biológica se ubica en el tercer año del actual plan de estudios de las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología. Se dicta una vez en el año en forma cuatrimestral indistintamente para ambas carreras. El dictado comprende Clases Teóricas no obligatorias y el desarrollo de Trabajos Prácticos (TP) obligatorios. Para los TP, los alumnos se distribuyen en 5 turnos de aproximadamente 20 alumnos, en comisiones de trabajo de 2 o 3 integrantes, con la presencia de 2 docentes en cada turno. El tiempo de permanencia en el laboratorio es de 4,5 hs semanales.

En el presente trabajo se analizaron 1019 alumnos que cursaron dicha asignatura entre los años 2000 y 2009, de los cuales 468 pertenecieron a la carrera de Licenciatura en Biotecnología y 551 a la de Bioquímica.

Estrategias utilizadas

La Química Biológica comprende el estudio de los fenómenos metabólicos presentes en los seres vivos. Para la formación del profesional que se pretende en la currícula, el educando debe lograr el aprendizaje integral de las distintas vías metabólicas y sus regulaciones a nivel enzimático, hormonal y molecular.

La estrategia didáctica utilizada desde 1990 consiste en agrupar los encuentros semanales de TP formando parte de un Trabajo Práctico Globalizador (TPG) que utiliza como modelo experimental ratas Wistar de laboratorio. En dicho modelo se estudian distintas vías metabólicas integradas en un ser vivo en condiciones normales (grupo control) y alteradas (grupo experimental). En particular, en el grupo experimental se introduce un cambio nutricional que posibilita el estudio de variaciones en las vías metabólicas que pueden conducir a estados patológicos comunes en la población general (tales como diabetes e hiperlipemias). Este modelo permite que durante los trabajos prácticos semanales los alumnos realicen un conjunto de experiencias que comprenden actividades de bioterio, utilización de diversas metodologías de laboratorio (basadas en los conocimientos sobre lípidos, carbohidratos y proteínas), así como también discusión e interpretación de los resultados obtenidos. De este modo se pretende dar al alumno una idea acerca del trabajo que realiza un investigador científico cuando se plantea una problemática relacionada con la salud de un ser vivo.

La evaluación del área de TP se realiza independientemente de la evaluación del área teórica y permite la promoción de los alumnos que alcanzan un porcentaje (70% en el período estudiado) del puntaje asignado, al finalizar el cursado, en una planilla de seguimiento individual (7). Los alumnos que no promocionan por este sistema deben rendir el área TP junto al área teórica en el examen de la asignatura

Si bien en relación a la adquisición de destrezas y cálculos de laboratorio el nivel alcanzado por los alumnos en el TPG resultaba satisfactorio, no ocurría lo mismo en

relación a la integración teórico-práctica y a la transferencia del conocimiento. A menudo, los estudiantes estaban absorbidos por los aspectos técnicos de la experimentación, sin *pensar* sobre lo que estaban haciendo. El desafío consistió en buscar una metodología didáctica aplicable a los TP que permitiera mejorar estos aspectos.

Para lograr los objetivos planteados se utilizaron diferentes metodologías didácticas de enseñanza que involucraron técnicas de comunicación oral y visual, trabajo con documentos escritos, búsqueda bibliográfica, etc. En particular, los diferentes cambios que se fueron implementando a lo largo del período completo de 10 años pueden agruparse en tres etapas secuenciales:

Etapa I (años 2000 a 2002): El seguimiento del aprendizaje de los alumnos se realizó mediante una evaluación formativa instrumentada a partir de la planilla individual. En la misma, se evaluó semanalmente el conjunto de fundamentos y destrezas en el desarrollo experimental, así como la capacidad para elaborar un informe con los resultados obtenidos. La integración se evaluó en la última semana del cursado *en el contexto de un coloquio*, utilizando modalidades orales y/o escritas. En este período promocionaron TP quienes alcanzaron un 70% del puntaje de esta planilla de seguimiento.

Etapa II (años 2003 a 2006): Se les proporcionó a los alumnos un *cuestionario guía* luego de la presentación del modelo experimental. Este tuvo por objetivo mejorar la comprensión y la asociación teoría-práctica, orientar en la interpretación de los resultados, motivar la búsqueda bibliográfica y promover la discusión durante el desarrollo de los TP semanales. Otra modificación fue introducir una evaluación final escrita para valorar la integración lograda: *evaluación*

integradora (EI), que consistió en una serie de preguntas ya trabajadas en el coloquio integrador y en relación con el cuestionario guía. A la EI se le asignó una calificación dentro de la planilla de seguimiento y promocionaron quienes alcanzaron un 70% del puntaje total de la planilla.

Etapas III (años 2007 a 2009): Se continuó con la misma modalidad del período anterior y se agregó una *clase no obligatoria* con el objetivo de reforzar los conceptos a integrar durante el coloquio de discusión de resultados. Se cambió el *criterio para la promoción*,

exigiéndose un 70% del puntaje asignado a la evaluación integradora y el 70% del puntaje asignado al resto de las actividades consignadas en la planilla de seguimiento (Tabla 1).

Un dato importante a tener en cuenta en el estudio fue la opinión de los estudiantes. Ésta se reflejó en una encuesta anónima realizada a los alumnos que cursaron en el año 2009 y que se llevó a cabo el día de la evaluación integradora, al finalizar la misma.

Pregunta 1: ¿Lograste integrar cada uno de los trabajos prácticos con los fundamentos teóricos?

Tabla 1. Planilla de seguimiento individual del alumno según criterio adoptado en la etapa III.

Cátedra: Química Biológica-2009

Carrera: Alumno: Turno de TP:

Comisión: Docente a cargo:

Semana	Trabajo Práctico Globalizador	Fecha	Asist.	Fund. teóricos	Desempeño en el Laboratorio, Resultados e Informe
I	Presentación del modelo experimental Bioterio				1.50
II	Dosaje de glucosa Test Tolerancia Endovenosa a la glucosa			0.20-0.30	0.20-0.40
III	Dosaje de glucógeno hepático			0.30	0.50
IV	Curva de calibrado y dosaje de proteínas			0.50	1.40
V	Extracción de triglicéridos hepáticos			0.50	
VI	Dosaje de triglicéridos hepáticos			0.50	1.50
VII	Dosaje de triglicéridos plasmáticos Test de tolerancia grasa endovenosa			0.50	0.40
IX	Determinación de la velocidad de secreción de VLDL-TG			0.50	0.40
XI	Western Blott			0.50-0.20	0.20
XII	Recuperación de TP				
XIII	Discusión de datos (coloquio)				1.50
XIV	Evaluación Integradora				

Puntaje semana I-XIII: Puntaje EI: Condición: libre – regular - promociona

Pregunta 2: ¿En qué medida contribuyó la clase integradora no obligatoria en la interpretación general del modelo experimental?

Resultados y discusión

La composición del grupo de alumnos discriminados por año, carrera y por etapas, durante todo el período estudiado se

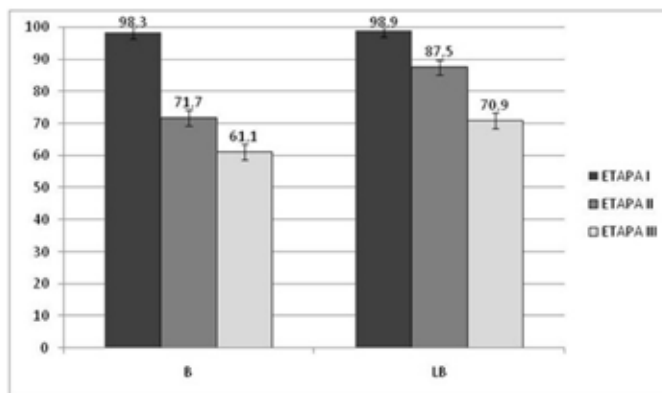
muestra en la Tabla 2. El promedio de alumnos por año fue de aproximadamente 101 siendo la distribución numérica similar entre ambas carreras. Del mismo modo también resultaron comparables las cantidades de alumnos involucrados por etapa de estudio y por carrera.

Tabla 2. Distribución del número de alumnos por año, etapa y por carrera

año	período	Licenciatura en Biotecnología	Bioquímica	Total alumnos	Total alumnos por etapa
2000	Etapa I	59	65	126	320
2001		40	77	117	
2002		32	47	79	
2003	Etapa II	40	54	94	389
2004		42	49	91	
2005		54	55	109	
2006		45	50	95	
2007	Etapa III	52	40	92	310
2008		47	62	109	
2009		57	52	109	
total		468	551	1019	

La Figura 1 muestra las variaciones experimentadas en las distintas etapas para ambas carreras.

Figura 1. Porcentaje de promoción del área de Trabajos Prácticos en las distintas etapas según las carreras.



En la Etapa I, donde el porcentaje de promocionados fue muy alto (alrededor del 98%), la integración con los conocimientos teóricos que los fundamentaban fue muy pobre. La planilla de seguimiento individual de los alumnos demostró que si bien se cumplían los objetivos de aprendizaje de las destrezas de laboratorio, la puntuación registrada en el coloquio integrador era baja. El elevado porcentaje de promocionados no reflejó esta realidad porque la puntuación del coloquio se enmascaró con la del conjunto de aspectos evaluados en el laboratorio. No se observaron diferencias en los porcentajes de promocionados entre ambas carreras.

La Etapa II mostró una disminución significativa del número de promocionados con respecto a la anterior. En relación a la incorporación del cuestionario guía, pudo comprobarse que el mismo resultó una herra-

mienta útil para la integración, actuando como disparador de discusiones en los TP y enriqueciendo la participación de los alumnos en el coloquio. No obstante, la introducción de la evaluación integradora (EI) puso en evidencia que una parte considerable del alumnado todavía no relacionó la teoría con la práctica en la medida de lo esperado. La inclusión del puntaje de la EI como parte del total en la planilla de seguimiento todavía permitió que promocionaran una cierta cantidad de alumnos sin lograr la integración apropiada.

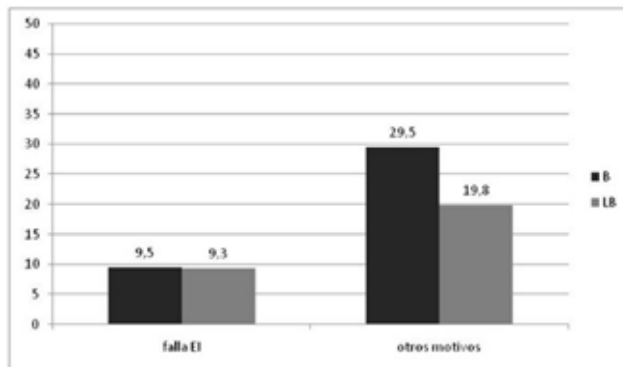
Si comparamos ambas carreras, la disminución más marcada en la promoción de alumnos de Bioquímica, podría atribuirse al cursado en paralelo con asignaturas de mayor contenido programático. Estos resultados coinciden con estudios previos de nuestro grupo (8).

En la Etapa III el cambio en el criterio de promoción permitió que solamente los alumnos que lograron una integración satisfactoria en relación a los objetivos planteados, aprobaran el área de TP. Las causas atribuibles a los diferentes porcentajes de promocionados entre ambas carreras son las antes mencionadas en la etapa II.

El análisis de las causas de la falla en la promoción del área de TP se muestra en la

Figura 2. Entre las más frecuentes se contaron: inasistencias, falta de fundamentos técnicos y/o falta de destreza reflejada en resultados erróneos y la falta de integración al momento de interpretar el modelo experimental. En particular la incidencia de la última -evaluada a través de la EI- representa menos del 10% del total de alumnos que cursaron la asignatura, sin mostrar diferencia entre ambas carreras.

Figura 2. Porcentaje de alumnos discriminados según las causas que motivaron la no promoción en la etapa III para las carreras de Bioquímica (B) y Licenciatura en Biotecnología (LB).

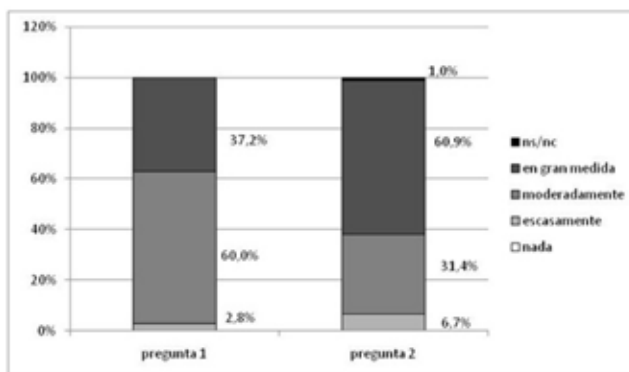


Las respuestas obtenidas por medio de la encuesta de 2009 se muestran en la Figura 3. Respecto de la pregunta 1 cabe destacar que el porcentaje que manifestó haber logrado la integración coincide estrechamente con el de promocionados en ese año. Si además se tiene en cuenta el momento en que se llevó a cabo (sin saber el resultado obtenido en la misma), nos

estaría indicando que los alumnos también han incorporado una conciencia muy importante respecto de las propias capacidades logradas en el curso.

En cuanto al aporte de la clase integradora (pregunta 2) se observó una respuesta favorable del alumnado. Esto coincidió con la elevada asistencia registrada en dicha clase de carácter no obligatorio.

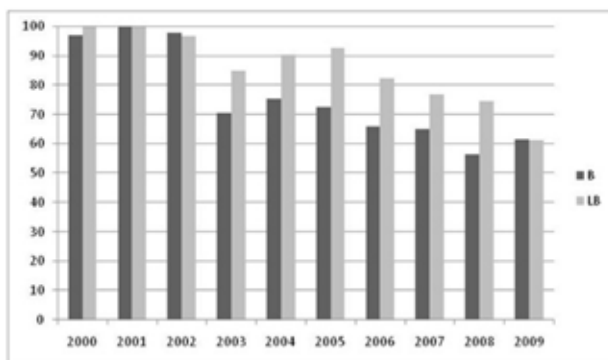
Figura 3. Encuesta de opinión realizada a los alumnos en el año 2009 sobre la integración entre la teoría y la práctica lograda personalmente (pregunta 1) y sobre la contribución de la clase especial de apoyo para afianzar la integración (pregunta 2).



Finalmente en la Figura 4 se muestra el porcentaje de alumnos que promocionaron el área de TP por carrera en cada año del estudio. A pesar que en primera instancia se advierte que el número de promocionados a lo largo del período de 10 años ana-

lizado fue en disminución, los porcentajes finales alcanzados (entre un 60% y 75%), se consideraron aceptables teniendo en cuenta que el objetivo fue que promocionaran quienes lograsen la integración teórico-práctica.

Figura 4. Porcentaje de promoción del área de Trabajos Prácticos durante la totalidad del período analizado para alumnos de Bioquímica (B) y Licenciatura en Biotecnología (LB).



Conclusiones

Esta estrategia de trabajo que utiliza un modelo experimental conlleva la problemática del tiempo necesario para la indagación, la integración y la sedimentación de los conocimientos. Esto debe ser debidamente explicitado por el docente y tenido en cuenta por los alumnos que deseen la promoción de trabajos prácticos desde el momento del inicio del cursado. La experiencia indica que a aquellos alumnos que no llevan un ritmo de estudio, al menos básico de la asignatura, les resulta difícil lograr la integración necesaria para comprender el modelo experimental al momento de finalizar el cursado y promocionar. No obstante, la misma deberá ser demostrada por aquellos alumnos que no promocionaron al momento en que rindan la asignatura en los exámenes ordinarios.

Si bien no es posible cuantificar la motivación de los estudiantes, se comprobó que el

estudio modelo experimental despierta gran interés y que el mismo se acrecienta en la medida que los alumnos pueden relacionar la teoría con los descubrimientos en el laboratorio. En particular el hecho que tenga su correlación con alteraciones metabólicas presentes en el ser humano, constituyó una causa adicional al mismo. Consideramos que además les permitió vislumbrar ciertos aspectos relacionados con la investigación, aumentando sus expectativas en esta área como una posibilidad futura en la línea de aplicación de sus conocimientos.

Creemos que el uso del modelo experimental animal con la metodología didáctica adoptada en la etapa III ha dado resultados satisfactorios en relación a los objetivos planteados, tanto en la cantidad de alumnos que promocionaron como en la calidad del conocimiento adquirido.

Referencias Bibliográficas

1. Marín Martínez, N. 2003. Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. **21**, 1: 65-78
2. Séré, MG. 2002. La enseñanza en el laboratorio: ¿qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las ciencias*. **20**, 3: 357-368
3. García E, García F. 1995. "Aprender investigando: una propuesta metodológica basada en la investigación". Diada Editora. España.
4. Giangrossi G, 2006. Estrategias metodológicas para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje. *Aula Universitaria*. **8**: 87- 95.
5. Pozo JI y Gomez MA. 1998. "Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico". Ediciones Morata. Madrid. España.
6. Zohar A. 2006. El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. *Enseñanza de las ciencias*. **24**, 2: 157-172.
7. Ferraris N, Giangrossi G, Fortino MA, Chicco A, Lombardo Y. 2000. Una nueva modalidad en la implementación de trabajos prácticos: resultados de 8 años de experiencia. *FABICIB*. **4**: 81-86.
8. Giangrossi G, Fortino MA. 2008. Análisis del proceso enseñanza-aprendizaje ante un nuevo plan de estudio en la Cátedra de Química Biológica. *Aula Universitaria*. **10**: 77- 84.