
INNOVANDO EN LOS TRABAJOS PRACTICOS DE QUÍMICA ORGÁNICA. UTILIZACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA

INNOVATION IN ORGANIC CHEMISTRY PRACTICAL WORKS, USING PROBLEM-BASED LEARNING AS TEACHING STRATEGY

Miriam G. Acuña, Nora M. Sosa y Eusebia C. Valdez

Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales,
Cátedra de Química Orgánica de la Licenciatura en Genética y el Profesorado en Biología,
Félix de Azara 1521, Posadas, Misiones – Argentina
(e-mail: gladys.macuna@gmail.com)

Recibido: 07/09/2010 - Evaluado: 21/09/2010 - Aceptado: 14/10/2010

RESUMEN

El trabajo presenta la estrategia didáctica del aprendizaje basado en problemas implementada como innovación en las experiencias prácticas de la asignatura Química Orgánica de la Licenciatura en Genética de la Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales (*Universidad Nacional de Misiones, Argentina*) y reseña los resultados de la experiencia implementada con los alumnos, en grupos de 7 elegidos conforme a sus preferencias. Se les presenta un problema que requería habilidades para planificar, tomar decisiones, capacidad de reflexionar, utilizar bibliografía apropiada, imaginar metodologías prácticas, que demandó de saberes previos, abarcando los fundamentos de química orgánica y las técnicas de separación, purificación y verificación de pureza para 7 compuestos diferentes y finalmente se procedió a la evaluación mediante rúbrica. Se puede inferir sobre todo la gran aceptación de la nueva modalidad de trabajo, si bien en los rendimientos no existen diferencias significativas debido a la diversidad y complejidad de las variables consideradas precedentemente.

ABSTRACT

This paper presents the teaching strategy known as problem-based learning as an innovation implemented in the practical experiences of the Organic Chemistry course (Bachelor of Genetics), Faculty of Exact, Chemical and Natural Sciences (Universidad Nacional de Misiones, Argentina). It reviews the results of the experience implemented with students, in groups of 7 selected according to their preferences. A problem that required skills in planning, decision making process, thinking, using of appropriate literature, imaging practical methodologies, which demanded previous knowledge, was presented. It covered the basics of Organic Chemistry and separation, purification and purity techniques, testing 7 different compounds, which finally led to the evaluation by rubrics. Although there are no significant differences in their performance due to the diversity and complexity of the variables considered above, the great success of the innovation can be inferred.

Palabras clave: aprendizaje; estrategias; rendimiento; innovación
Keywords: learning; strategies; performance; innovation

INTRODUCCIÓN

¿Cómo enseñar? ¿Cuál de los métodos didácticos disponibles puede resultar en una estrategia con mayor potencialidad motivadora en pos de un aprendizaje relevante? ¿Cómo lograr que los alumnos alcancen mayores rendimientos? Estos cuestionamientos aparecen recurrentemente cuando los miembros de la cátedra de Química Orgánica de las carreras de Licenciatura en Genética y Profesorado de Biología reflexionando sobre sus prácticas se aprestan a iniciar un nuevo dictado de la materia. De entre toda la literatura consultada se encuentra al Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) que según Campaner y Gallino (2008) surge como una de las estrategias utilizadas para enseñar ciencia y tecnología con grandes posibilidades para ser adoptada debido a la flexibilidad que presenta para ser aplicado en las clases prácticas de laboratorio de la cátedra. Los docentes deciden asumir primero la Teoría Uno de Perkins (1995) cuya premisa dice: *La gente aprende mas cuando tienen una oportunidad razonable y una motivación para hacerlo* y en ese contexto definir las condiciones necesarias que permitan impartir información clara sobre los conocimientos requeridos y los resultados esperados; dando la oportunidad para que los alumnos se ocupen activamente de las tareas propias del aprendizaje, propiciando actitudes tendientes a incrementar la eficacia de sus acciones para desarrollar la comprensión, orientar en la tarea de planificación, control y regulación de actividades.

La meta está en lograr que el estudiante alcance su desarrollo integral mediante la adquisición de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales por lo que es indispensable su motivación planificando estrategias de aprendizaje que sean movilizadoras y generadoras de inquietud por el saber y el saber hacer mediante el ejercicio de la responsabilidad y el compromiso que le permitirán su autonomía.

En la creencia que de esta manera se puede concientizar a los alumnos sobre la importancia de la actualización permanente e introducirlos en contextos y condiciones diferentes de los que hasta el momento han conocido (Chiecher, 2006) los docentes diseñan una propuesta teniendo en cuenta la variedad de situaciones y factores que pueden presentarse, generando un espacio donde la comunicación es el eslabón para desarrollar la acción docente-alumno con flexibilidad y adaptabilidad para construir una situación única e irrepetible, una tarea académica que resulte motivante, disparadora para generar un mayor compromiso con sus aprendizajes. La consigna a plantearse será abierta creando la posibilidad de que cada alumno integrante pueda enriquecerla con los aportes que realice al construir sus aprendizajes, ya que en sus manos se encuentra la posibilidad de resolver la problemática planteada o salvar un obstáculo cognitivo incorporando así estrategias de aprendizaje quizás innovadoras como: planificación, toma de decisiones, reflexión, utilización de la bibliografía ampliatoria, podrán realizar propuestas de experiencias en el laboratorio; todo esto siempre se desarrolla bajo la atenta mirada del docente que actúa permanentemente como facilitador del aprendizaje, guía y orientador dispuesto a aprender de y junto al alumno (Perkins, 1995). El hecho de que estas tareas tengan abundante tiempo de realización y fecha límite para su finalización funcionarían como facilitadoras de aprendizaje autorregulado en la medida en que brindan a los estudiantes la posibilidad de desarrollar conductas de planificación en función de metas particulares, además la búsqueda de ayuda según Paoloni et al. (2006) actuará como importante estrategia en el manejo de recursos de aprendizaje.

La metodología a ser utilizada se organiza en forma de taller seleccionando el problema de manera que abarque los contenidos de los trabajos prácticos de laboratorio referidos a métodos de separación y purificación de sustancias, realizándose la evaluación mediante rúbrica, considerándose a la retroalimentación como factor fundamental en la adquisición de contenidos (Campaner y Gallino, 2008) que se reflejarán en un buen rendimiento.

Los alumnos podrán iniciar el aprendizaje construyendo sus propios significados para la situación problemática planteada elaborando y justificando las elecciones que realicen individual y corporativamente, así se tenderá a la correspondencia entre lo que aprendan como estudiantes y lo que luego en su ejercicio profesional puede plantearse como problema a solucionar.

La adopción del ABP tal como lo plantea Morales y Landa (2004) produce efectos importantes en el aprendizaje entre los cuales se puede considerar que:

- ✓ Facilita la comprensión de los nuevos conocimientos, lo que resulta indispensable para lograr aprendizajes significativos.
- ✓ Promueve la disposición afectiva y la motivación de los alumnos.
- ✓ Provoca conflictos cognitivos en los estudiantes.
- ✓ Resulta fundamentalmente de la colaboración y la cooperación.
- ✓ Permite la actualización de la zona de desarrollo próximo de los estudiantes.

En este contexto al plantear un problema que responda a los objetivos del curso y con situaciones de la vida real, se les presenta un conflicto cognitivo interesante, motivador como dicen Paoloni et al. (2006) "eventos de la clase que proporcionan oportunidades para que los estudiantes usen sus recursos cognitivos y motivacionales al servicio del logro de metas personales y educacionales" este permite y a su vez requiere para su abordaje, la participación de todos los integrantes del grupo, es ahí donde se presenta el desafío promoviendo habilidades interpersonales y estimulando la valoración del trabajo en equipo, se desarrolla un sentimiento de pertenencia al mismo, así los estudiantes adquieren herramientas para mejorar su labor y pueden adaptarse al mundo real cambiante donde se deben tomar decisiones.

El ABP permite la integración del conocimiento, por lo tanto la retención y la transferencia preponderan sobre la memoria. Aparece el pensamiento crítico debido a la estimulación y adquisición de habilidades para proponer soluciones que se ajusten a la situación problematizada.

En el método ABP, incluyendo la evaluación, se promueve el desarrollo intelectual, científico, cultural y social del estudiante y esto lo lleva a aprender a aprender, o sea realizar el proceso intelectual con el propósito de darle sentido a sus capacidades cognitivas, asumiendo un proceso de internalizar y descubrir los principios, reglas, métodos, que usualmente están ocultos en grandes cantidades de hechos cotidianos, permitiendo la construcción en proceso del conocimiento, pudiéndose corregir los errores a tiempo, esto permitirá el alcance de las metas tanto de los estudiantes como de los docentes.

Planteado el problema se lee y analiza el escenario, se realiza una lluvia de ideas, se confecciona un listado de los hechos que conocen y otro con los que desconocen, las probables soluciones. Se define exactamente el problema según la información encontrada que incluye sus explicaciones para resolver, producir, responder, probar demostrar, obtener información, justificar, presentar resultados.

Se utiliza el esquema de labor compartida entre docentes y alumnos donde el docente controla los avances de la investigación para definir con los estudiantes el grado de profundización.

En este contexto, los objetivos del presente trabajo fueron: (1) Adoptar una estrategia áulica diferente para los trabajos prácticos de laboratorio de la asignatura Química Orgánica que permita que el alumno pueda centralizar el desarrollo de sus habilidades para planificar, imaginar metodologías prácticas a partir de sus saberes previos, recuperar, relacionar e integrar conocimientos, sustentar sus posiciones individuales y grupales, ejercitar el trabajo en equipos de pares que provienen de diversas modalidades de formación en la etapa anterior a la universidad y contribuyendo también como entrenamiento para su ejercicio profesional futuro. (2) Comparar el rendimiento obtenido con los correspondientes al método tradicional de evaluación sumativa mediante un parcial y un recuperatorio escrito aplicado en el período 2006 - 2008. (3) Tomar decisiones sobre la conveniencia de adoptar el método de trabajo para el desarrollo de la totalidad de los contenidos que abarcan los trabajos prácticos de laboratorio de la cátedra de química orgánica y (4) Evaluar la posibilidad de extender la estrategia didáctica innovadora a la materia completa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con todos los alumnos inscriptos de la asignatura Química Orgánica del primer año de la Licenciatura en Genética en condiciones de promocionar los trabajos prácticos de laboratorio o sea que tienen aprobados los trabajos prácticos de la correlativa anterior, Química General, como lo indica el plan de estudios de la carrera; a los cuáles en reunión realizada en la modalidad de taller, donde se presentó del problema, se les sugirió formar grupos de 7 integrantes.

Los trabajos prácticos en esta asignatura pueden agruparse según los fines esperados a partir de la aplicación de diferentes métodos analíticos. El primer grupo abarca los métodos de aislamiento, purificación y determinación de pureza de los compuestos orgánicos y el segundo se ocupa de la identificación de los mismos. La primera parte, sobre las cuáles se implementa la estrategia didáctica propuesta; requiere conocer, entender, relacionar la estructura de las moléculas con las fuerzas de interacción que las mantiene unidas y establecer los tipos e intensidad de unión que permitirá la formación de soluciones homogéneas y heterogéneas según la naturaleza de los diferentes compuestos, luego deberán encontrar los métodos de separación adecuados y fundamentarlos suficientemente para realizar la propuesta a ser ejecutada en el laboratorio.

El problema planteado presentaba el siguiente enunciado:

El científico tenía varias sustancias sobre la mesada y se disponía a trabajar con ellas cuando, producto de su distracción, mezcló las sustancias. ¿Es posible que la mezcla obtenida sea homogénea?, ¿por qué puede o no ser homogénea?

Cada uno de ustedes extraerá el nombre de uno de los compuestos presentes en la mesada del científico y adoptará la identidad correspondiente según sea: H_2O , $NaCl$, C_2H_5OH , $CHCl_3$, $CH_3(CO)CH_3$, cáscara de naranja (conteniendo limoneno $C_{10}H_{16}$) y azúcar de mesa (sacarosa, $C_{12}H_{22}O_{11}$). Para lo cual deberá:

- Elaborar los modelos tomando a los ingredientes de a pares. Recuperar, relacionar e integrar conocimientos acerca de las características químicas (fórmula estructural, valencias, reactividades, capacidad de interacción, carga neta presente, etc.) para luego intentar identificar como se interactuaría con cada uno de los diferentes elementos presentes.
- Reelaborar el concepto de solubilidad, solución, soluto, solvente, punto de ebullición, presión de vapor, tomando como base las fuerzas intermoleculares.
- Diseñar algún método de separación eficiente de los sistemas formados.
- Si creyera que es necesario, experimente con las sustancias; están disponibles sobre la mesada. Realice un listado de los materiales de vidrio y equipamientos necesarios para llevar a cabo la experiencia.

Dado el ejercicio, se pactaron clases y horarios de consulta, y dos encuentros presenciales grupales para exponer el grado de avance y en el tercer encuentro donde se llevará a cabo la experiencia en el laboratorio según los experimentos diseñados.

El sistema de evaluación fue mediante rúbrica, que se observa en la Tabla 1, debido a la naturaleza de los contenidos a evaluar donde los 4 primeros criterios presentados equivalen a 2 puntos y los dos últimos 1 punto cada uno para la primera instancia y aquellos que no alcanzaran un mínimo de 60% de los contenidos evaluados, condición establecida reglamentariamente para aprobar, tendrían la posibilidad de recuperar los mismos mediante un parcial convencional con preguntas conceptuales y problemas relacionados.

Tabla1: Modelo de Rúbrica utilizada

Criterio	Deficiente < 40%	Regular 40 a 60%	Bueno 60 a 95%	Excelente >95%
Utilización de conocimientos básicos teóricos				
Sustento teórico para las técnicas a utilizar				
Relación e integración de conocimientos.				
Capacidad para transformar los datos en modelos				
Capacidad de realizar la experiencia en el laboratorio				
Participación				

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En líneas generales se observó que superado el desconcierto inicial, la mayoría de los alumnos demostraron gran predisposición debido a que el método promueve la participación, demostraron entusiasmo para profundizar el estudio de las características del compuesto que eligieron mediante la búsqueda de la información pertinente, sin embargo algunos continuaron mostrando incomodidad y dificultades para comprender la nueva metodología presentada. No se trataba de seguir los pasos de una guía secuencial preestablecida sino que debían participar en la búsqueda de la información aportando al grupo o generando dentro del mismo, esto requería además de superar el trabajo individual, distinguir entre el problema planteado y los objetivos de la metodología.

Luego de haber avanzado sobre las resistencias iniciales y no sin esperar que los docentes o los mismos compañeros expongan sobre el tema, algunos grupos se plantearon diferentes interrogantes ante la situación novedosa que el método propone y lo tomaron como un desafío realizando búsquedas bibliográficas exhaustivas, recurriendo a Internet, organizando experiencias en el laboratorio.

En algunos grupos la selección de los pares resultó exitosa. Lograron complementarse perfectamente, motivándose entre ellos para afianzar sus conocimientos y desarrollando un compromiso hacia el trabajo en grupo, que se vió reflejado en los alcances de las investigaciones realizadas.

Para la presentación de sus resultados, transitando ya la primera etapa de evaluación, los grupos utilizaron gran diversidad de recursos visuales como láminas, mapas conceptuales, diagramas de flujo, cuestionarios, diseño experimental. Pudieron, tanto individual como grupalmente, establecer las relaciones que existían entre los conceptos de estructura molecular y fuerzas de atracción o repulsión de los diferentes compuestos para, de esta manera, explicar por ejemplo la solubilidad de las sustancias consideradas en el problema y sus interacciones con los demás compuestos para formar soluciones homogéneas o heterogéneas y cuales métodos podían utilizarse para su separación, purificación y determinación de pureza.

En la clase experimental, etapa donde se evalúa especialmente la relación e integración de los conocimientos, los grupos que demostraban mayores saberes previos eran los que se desenvolvían mejor y seguían la experiencia organizadamente.

La transición no puede hacerse con facilidad, el cambio que debe operar tanto en docentes como en los alumnos asumiendo responsabilidades y acciones que no son habituales en un laboratorio convencional de enseñanza requiere tiempo para cambiar perspectivas sobre los respectivos roles. Por un lado el alumno espera que el docente vuelva a la clase expositiva tradicional asumiendo la función de transmisor del saber acabado,

esta ansiedad ante el cambio se incrementa porque la construcción de los aprendizajes requeridos le demanda mayor tiempo y esfuerzo.

La planificación de las actividades demanda del docente un tiempo mayor del que habitualmente dedicaba a esta tarea, sin embargo el verdadero requerimiento de tiempo se debe a la necesidad de responder a los alumnos asesorando y retroalimentando; debiendo para esto capacitarse y vencer la inercia de continuar en el rol de centro de la clase exponiendo los diferentes temas para dar lugar a la interacción con el pequeño y gran grupo.

Durante la evaluación se observó que aquellos alumnos a quienes les resultó dificultoso adquirir la dinámica propuesta, al ir avanzando lograban mayor desenvolvimiento para expresarse y vencer la timidez e iban demostrando progreso en la adquisición de conocimientos que luego durante la experiencia en el laboratorio alcanzó la claridad que solo aporta el saber.

Quizás el progreso logrado al implementar este método no pueda ser evaluado en términos cuantitativos, sin embargo al compararlo con los logros obtenidos con grupos de años anteriores indica que en términos cualitativos la comprensión de significados aumentó considerablemente como así también la identificación de la aplicabilidad y la conveniencia de las experiencias desarrolladas.

Tabla 2: Datos comparativos de la evaluación hasta alcanzar los contenidos propuestos en el presente trabajo.

Año	2006	2007	2008	2009
Total alumnos	133	82	98	105
Aprobados en 1° instancia de evaluación	42	36	25	45
Aprobados en 2° instancia de evaluación	14	21	28	11
Total de alumnos aprobados	56	57	53	56
Total de alumnos promocionados en los TP	56	50	44	51
Porcentaje de aprobados en 1° instancia	32	44	25	43
Porcentaje de aprobados sobre el total	42	69	54	53
Porcentaje de promocionados	42	61	45	48



Fig. 1: Historial de aprobación hasta alcanzar los contenidos propuestos para la evaluación.

Se tuvo en cuenta que al enseñar Química el control de las variables durante el trabajo de laboratorio es uno más de los aspectos de la enseñanza a ser considerados ya que los estudiantes como seres individuales manifiestan diferentes conocimientos previos, intereses, habilidades manuales y de pensamiento, estados

emocionales, predisposición al trabajo en equipo. Todas variables que debido a su complejidad no son posibles de estandarizar para su estudio.

De los datos de la Tabla 2 y la Fig. 1 se observa que al comparar los porcentajes de aprobación en primera instancia existe un incremento importante con respecto al 2008 y el 2006, a pesar de que en el 2006 la cantidad de alumnos fue bastante mayor.

Por otro lado se mantuvo prácticamente constante con respecto al 2007 donde el número de alumnos en condiciones de promocionar fue un 20% menor, aparentemente con esta nueva estrategia aplicada pudieron internalizar mejor los conocimientos y realizar aprendizajes más significativos.

Con la modificación realizada a la practica pedagógica fué menor la cantidad de alumnos que utilizaron la segunda instancia de evaluación.

El porcentaje total de alumnos que superaron las instancias evaluativas y promocionaron los trabajos prácticos de laboratorio se incrementó ligeramente con respecto al 2006 y 2008, resulta evidente que la menor cantidad de alumnos de la cohorte 2008 incidió en la mayor cantidad de aprobados durante ese cuatrimestre.

La selección de la metodología utilizada permitió mediante la indagación y búsqueda de información que los alumnos comprendieran el lenguaje específico de Química realizando un proceso cognitivo que les permitió avanzar relacionando conceptos, explicando interacciones, estableciendo un lenguaje común facilitado por la comprensión y estos aprendizajes los fueron llevando a sintetizar y elaborar conclusiones sobre las situaciones problemáticas planteadas.

El entusiasmo e interés demostrado por los alumnos permite inferir la gran aceptación de la nueva modalidad de trabajo, si bien en los números no existen diferencias significativas debido a la diversidad y complejidad de las variables consideradas precedentemente.

Dado el grado de aceptación y la significatividad del rendimiento obtenido al compararlo con el año inmediato anterior, enseñanza con éxito bien entendida, se podría decir que se cumplió la premisa de Fenstermacher (1989) en lo referido a " la tarea del enseñante que incluye instruir al estudiante acerca de los procedimientos y exigencias del rol del estudiante, seleccionar el material que debe aprender, adaptar este material para adecuarlo al nivel del estudiante, proporcionar la serie mas adecuada de oportunidades para que el estudiante tenga acceso al contenido, controlar y evaluar el progreso del estudiante y ser para el estudiante una de las principales fuentes de conocimientos y habilidades".

CONCLUSIONES

Se permitió al estudiante realizar las tareas del aprendizaje, permitiendo la acción de estudiar que consiste en enseñarle como aprender; que sea capaz de descubrir qué necesita conocer para avanzar en la resolución de la cuestión propuesta.

El compromiso entre los docentes y los alumnos con el propósito de transmitir conocimientos y habilidades de uno a otro está presente y se observa claramente que una vez que el estudiante es capaz de adquirir el contenido aprende, ya que se ha apropiado del mismo.

Los alumnos buscaron ayuda, pudieron utilizar este recurso del aprendizaje cuando se planteó la necesidad. Los docentes aceptaron el desafío de dedicar una mayor cantidad de horas para satisfacer las demandas de los alumnos ante la nueva metodología adoptada.

Es posible extender esta modalidad a todo el contenido curricular de los trabajos prácticos de laboratorio, se necesitará realizar ajustes en cuanto al procedimiento, a la extensión de los contenidos y especialmente a la evaluación.

REFERENCIAS

Campaner, G.; Gallino, M. (2008); *Aportes didácticos sobre estrategias de enseñanza y el Aprendizaje basado en Problemas (ABP)*. 1º ed, Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, p127.

Chiecher, A. (2006); *Autorregulación en estudiantes universitarios. Estudio comparativo en contextos presenciales y virtuales*. En Lanz M.Z. (comp). "El aprendizaje autorregulado. Enseñar a aprender en diferentes entornos educativos Colección Ensayos y Experiencias. Ed. Noveduc. N° 63. Buenos Aires. Argentina (pp 39-52).

Fenstermacher, G. (1989); *"Tres aspectos de la filosofía de la investigación sobre la enseñanza" en Wittrock, Merlin, La investigación de la enseñanza. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona. Editorial Paidós, pp. 149- 177

Morales Bueno, P; Landa Fitzgerald, V. (2004); *Aprendizaje basado en problemas*. Theoria. Vol 13. Universidad de Bio-Bio, Chillan Chile, pp. 145-157. Red Alyc. La hemeroteca científica en línea en ciencias sociales. www.redalyc.com. (consultado en Abril de 2010).

Paoloni P.; Rinaudo, M.C; Donolo, D. Chiecher, A. (2006); *"Motivación. Aportes para su estudio en contextos académicos"*. EFUNARC. Editorial de la Fundación de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Córdoba, Argentina, pp. 27-51.

Perkins, D. (1995); *"La escuela inteligente"*. Ed. Gedisa (Barcelona, España)1º edición pp 13-255.