

Empleo del aprendizaje basado en problemas (ABP). Una propuesta para acercarse a la química verde

Fecha de recepción: 09/10/2007

Fecha de aceptación: 10/10/2007

Marina Lucía Morales Galicia¹

Este trabajo tiene el propósito de presentar la estrategia Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Para demostrar esta metodología, se presentan los resultados que con esta se obtuvieron gracias a la colaboración tanto de un grupo de alumnos mexicanos del nivel bachillerato, así como de profesores participantes chilenos del nivel secundaria (estudios equivalentes en México).

Palabras clave

ABP, estrategia de aprendizaje, problemas ambientales, química verde.

Key words

PBL, learning strategy, environmental problems, green chemistry.

Resumen

Los profesores han reflexionado acerca de que la educación ambiental deberá ser formativa, por lo que es importante participar para cambiar esta situación dentro del contexto en la enseñanza de las Ciencias Naturales como parte de incrementar el conocimiento acerca del deterioro del medio ambiente. Este trabajo tiene el propósito de presentar la estrategia Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Para demostrar esta metodología, se presentan los resultados que con esta se obtuvieron gracias a la colaboración tanto de un grupo de alumnos mexicanos del nivel bachillerato, así como de profesores participantes chilenos del nivel secundaria (estudios equivalentes en México). El empleo de

esta herramienta didáctica proporcionó un aprendizaje significativo en alumnos y profesores, quienes emplearon sus conocimientos previos para abordar un nuevo aprendizaje, quedando realmente impresionados al enterarse de que el problema propuesto sucedía en su país y de toda la secuela ambiental que generaría el que se siguiera sucediendo o se llevara a cabo. Se consiguió que los participantes aportaran ideas novedosas durante el desarrollo de su trabajo y que aceptaran con gusto la responsabilidad para hacer suyos problemas reales que son parte de su cotidianidad.

Abstract

Teachers have thought about that environmental education should be training so it is important to participate in order to change this situation within the context in the teaching of Natural Sciences as part of increasing awareness of environmental degradation. This paper aims at presenting the strategy Problem-Based Learning (PBL), to demonstrate this methodology presents the results, with the same were obtained thanks to

1. Profesora e investigadora en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM. Correo electrónico: mmoralesg40@hotmail.com.

Este trabajo responde a las inquietudes que embargan a los docentes durante el desempeño laboral. Frecuentemente, se comenta entre colegas acerca de los problemas de motivación que se presentan en los alumnos, así como cuando los profesores participan en un curso de formación o superación docente. Se habla de apatía, desinterés, su poco gusto por el curso, su negativa de realizar mayor esfuerzo del que están acostumbrados. Al analizar y reflexionar sobre este problema, se observa que en el caso de los alumnos su actitud en la escuela es efecto de las experiencias que han tenido, del estilo de formación que han recibido, del tipo de relación o vínculo que han aprendido a establecer con sus compañeros de clase y con sus maestros, del tipo de disciplina que han sido obligados a seguir, de la manera como han aprendido a estudiar o trabajar para sobrevivir en la escuela.

the collaboration of a group of Mexican students of high school level as well as participating Chilean Junior High School teachers. The use of this teaching tool provided a significant learning on students and teachers who used their knowledge to deal with a new apprenticeship, being really impressed to learn that the problem proposed is happening in their country and the whole sequel environmental generate that continue happening or will take place. It got that participants would provide new ideas for the development of their work and accepts responsibility for warmly endorsing real problems that are part of their everyday life.

Introducción

Este trabajo responde a las inquietudes que embargan a los docentes durante el desempeño laboral. Frecuentemente, se comenta entre colegas acerca de los problemas de motivación que se presentan en los alumnos, así como cuando los profesores participan en un curso de formación o superación docente. Se habla de apatía, desinterés, su poco gusto por el curso, su negativa de realizar mayor esfuerzo del que están acostumbrados. Al analizar y reflexionar sobre este problema, se observa que en el caso de los alumnos su actitud en la escuela es efecto de las experiencias que han tenido, del estilo de formación que han recibido, del tipo de relación o vínculo que han aprendido a establecer con sus compañeros de clase y con sus maestros, del tipo de disciplina que han sido obligados a seguir, de la manera como han aprendido a estudiar o trabajar para sobrevivir en la escuela. De sus actitudes se puede deducir el tipo de educación o escuela que vivieron en los niveles anteriores. Con respecto a los profesores, la mayoría concuerda en que la educación y sobre todo la educación ambiental deberán ser formativas y así lo manifiestan en su discurso. Sin embargo, en la práctica existe contradicción al

elaborar y administrar el programa de estudios, al seleccionar los contenidos, las estrategias de aprendizaje y los sistemas de evaluación.

Ante esta preocupación, surge la pregunta: ¿cómo participar para cambiar esta situación dentro de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales en el contexto de la Química Verde como forma de dar a conocer la problemática del deterioro del medio ambiente?

Por otro lado, resulta importante comentar que las actitudes se detectan como serios problemas motivacionales y que son parte importante en la formación del alumno. Ello plantea la necesidad de trabajar con sus valores para que asuman la responsabilidad de su papel como estudiantes, hoy, y como futuros profesionales, mañana. Ayer se consideraba que al educar en Ciencias, el maestro enseñaba y el alumno adquiría conocimientos, ahora se sabe que el alumno aprende al construir sus conocimientos; con ayuda del profesor que actúa como facilitador del aprendizaje; es decir, la prioridad ya no es la adquisición de conocimientos informativos, ahora la prioridad es el desarrollo de las habilidades del pensamiento, la resolución de problemas y la toma de decisiones. Esta concepción constructivista del aprendizaje escolar se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación que se imparte en las instituciones educativas es promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que pertenece. El ABP trabaja bajo la perspectiva constructivista, lo cual implica cambios en los hábitos del alumno.

Este trabajo tiene el propósito de presentar la estrategia de aprendizaje basada en problemas (ABP), la cual promueve el autoaprendizaje, la adquisición de habilidades y actitudes motivando a los participantes a disfrutar del aprendizaje mediante la estimulación de creatividad

y responsabilidad en la apropiación de problemas que son parte de su entorno.

Presentación de la propuesta

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es un modelo que promueve la autonomía en la búsqueda de información que el alumno considera necesaria para la resolución del problema que previamente le ha sido planteado. En esta propuesta, un problema² es una situación cuantitativa o cualitativa, que confronta a un individuo o a un grupo y que requiere de resolución, para la cual no se conoce ningún camino hacia la respuesta. Se diferencia de una pregunta, la cual se resuelve por medio del recuerdo-memoria; del ejercicio que implica ejercitación y práctica para reforzar una habilidad o algoritmo y de alguna situación que requiera pensamiento y síntesis de conocimiento previamente aprendido para su resolución. Por lo tanto, un problema implica un desafío para el alumno y debe satisfacer los siguientes requerimientos: i) aceptación de parte del sujeto (existe un compromiso personal) ii) bloqueo (los intentos iniciales del sujeto por resolver el problema son infructuosos ya que su respuesta o patrones habituales no funcionan) y, finalmente, iii) la exploración, en el cual el compromiso personal fuerza o mueve al sujeto a explorar nuevos métodos de conocimiento.

Este método tiene implícito en su dinámica de trabajo el desarrollo de habilidades, actitudes y valores, que coadyuvan en el desarrollo personal y profesional del alumno.

Utilizándola como estrategia en la enseñanza de la Química, en cuanto a la problematización ambiental donde la Química está siendo atacada como responsable, se espera que quienes

enfrentan trabajar con esta estrategia, aprendan a partir del conocimiento del mundo real y de la acumulación de la experiencia por virtud de su propio estudio e investigación, ya que durante el aprendizaje autodirigido se trabaja conjuntamente, se discute, se compara, se revisa y se debate permanentemente lo que se ha aprendido.

Objetivos

La estrategia ABP pretende:

1. Presentar esta estrategia por medio de dos grupos de trabajo: uno de estudiantes mexicanos de bachillerato y otro de profesores chilenos que dan clases a nivel de secundaria, en dos períodos diferentes a los cuales les fue presentado un problema químico ambiental, con el propósito de inducir a los participantes a volverse activos, independientes, con autodirección en su aprendizaje y orientarlos a la solución de problemas en lugar de ser tradicionales receptores pasivos de información.
2. Motivar a los participantes a disfrutar del aprendizaje, mediante la estimulación de la creatividad y responsabilidad en la apropiación de problemas que son parte de su entorno.
3. Proponer esta estrategia como una herramienta viable en el aprendizaje de la Química Organometálica Verde.

Metodología

El proceso de organización de toda estrategia didáctica implica un orden jerárquico de los pasos por seguir, en este caso, son:

1. Presentación del texto por analizar.

2. Arancibia, Violeta; Herrera, Paulina y Strasser, Catherine. En *Psicología de la Educación*, 2.^a edición, Alfaomega, México, 1999.

2. Clarificación de términos.
3. Análisis del texto.
4. Elaboración de preguntas.
5. Priorizar las preguntas.
6. Autoestudio o investigación individual.
7. Discusión en equipo y presentación oral y escrita.

- Búsqueda de información (libros de texto, revistas, internet, etc.) para resolver las preguntas
- Organización de la información
- Exposición oral y escrita (anexo de bibliografía consultada) del análisis del problema.

Descripción de la experiencia

Estudiantes mexicanos del nivel bachillerato. Para ellos se diseñó un texto que plantea un problema ecológico real:

“(...) Cuando los jabones fueron sustituidos por detergentes sintéticos se generaron grandes problemas ecológicos, como la eutricación de los ríos y la formación de espuma en estos. Actualmente, estos problemas se han minimizado empleando detergentes sintéticos, alquil sulfonatos lineales (LAS).”

- Esta metodología se aplicó a dos grupos, quedando uno como control; en total, fueron tres grupos
- El trabajo se programó para ser desarrollado en 4 días
- Se formaron equipos de cuatro estudiantes. El profesor explicó las reglas y estrategias de trabajo
- Un integrante de cada equipo fungió como supervisor del trabajo
- El profesor realizó el monitoreo del grupo y en todo momento se mostró como facilitador hacia el supervisor

La metodología por seguir en el desarrollo fue la siguiente:

- Comprensión del enunciado
- Elaboración de preguntas relacionadas con el texto
- Discusión de preguntas en equipo

Resultados y discusión

De las preguntas formuladas por los equipos de estudiantes, las más sobresalientes fueron:

¿Qué son los jabones? ¿Cómo se hace un jabón? ¿Qué son los detergentes sintéticos? ¿Cuál es la diferencia entre jabón y detergente? ¿Qué es la eutricación de los ríos? ¿Por qué se forma espuma en los ríos? ¿Qué problemas ecológicos provocan los detergentes sintéticos? ¿En qué se fundamenta la acción de los detergentes? ¿Cómo se ha mejorado la industria de los jabones y los detergentes? ¿Qué son los detergentes biodegradables? ¿Qué son los detergentes no biodegradables? Los alquil sulfonatos lineales, ¿son biodegradables y no biodegradables? ¿Cuál es la reacción para obtener un jabón? ¿Cuál es la reacción para obtener un detergente? ¿Por qué los jabones fueron sustituidos por detergentes? ¿Cuál es la causa de la eutricación? ¿Cómo afecta la eutricación a los ríos? ¿Cómo afecta la espuma a los ríos? ¿Solo los problemas enunciados son los que generan los detergentes o hay más problemas ecológicos?

Inicialmente, se observó una gran motivación en los alumnos para la realización de dicho trabajo. A medida que transcurrieron los días, el ánimo fue disminuyendo debido a la exigencia misma de la metodología, aproximadamente un 60% de los equipos concluyó satisfactoriamente el desarrollo del tema.

Cabe mencionar que los alumnos, al analizar el enunciado, formulan preguntas

de carácter científico y escasamente elaboraron preguntas creativas. Finalmente, al hacer una evaluación oral en grupo referente a los aprendizajes adquiridos, empleando dicha metodología, ellos advirtieron la importancia del apoyo académico ya que consideran que es una experiencia que les exige tiempo y esfuerzo, que habían aprendido un poco de todo.

Para los profesores chilenos del nivel medio, se señala lo siguiente:

- Para emplear esta metodología, se contó con la colaboración de un grupo de profesores chilenos en el Laboratorio de Docencia: modelos y estrategias didácticas para la enseñanza interdisciplinaria de las Ciencias Naturales, dentro del Diplomado en Enseñanza Interdisciplinaria de las Ciencias Naturales en la Universidad de la Frontera, Temuco, Chile. El trabajo se programó para ser realizado en 4 días.
- Se formaron equipos de cuatro integrantes. El profesor-guía explicó las reglas y estrategias de trabajo.
- Un integrante de cada equipo fungió como supervisor del trabajo.
- El profesor-guía realizó el monitoreo del grupo y en todo momento se mostró como facilitador hacia el supervisor.
- La labor que realizaron los profesores fue por fases, toda vez que se les mostró el problema por resolver. A continuación se describen las fases y sus resultados para solamente un equipo de trabajo al cual se le pidió que enfocara la solución desde el punto de vista ambiental.

Fase I. El problema planteado por el profesor-guía fue el siguiente

“Una compañía minera con el proyecto Pascua-Lama amenaza

con la destrucción de glaciares, afectando la actividad de los habitantes así como el entorno de la región cercana.”

Fase II.- Definición del problema

Al analizar el escenario en el que se presenta el problema y discutido en equipo ciertos puntos, así como información ya conocida sobre el tema por alguno de los integrantes, establecieron un consenso sobre cómo percibieron dicho escenario. Así para que quedara comprendido el problema, fue modificado de la siguiente manera sin perder el contexto de este.

“La compañía minera Barrick Gold Corporation amenaza con romper el equilibrio ecológico-ambiental en la III Región, Provincia de Huasco”

Fase III.- Lluvia de ideas

Se listan algunas de las preguntas que elaboraron los participantes para poder enfrentar el problema. Esta es la fase en la que el equipo elaboró su propio diagnóstico situacional en torno a los objetivos de aprendizaje y la solución del problema.

- *¿Qué compañía es esta?*
- *¿En qué consiste el proyecto Pascua-Lama?*
- *¿Dónde se está realizando este proyecto?*
- *¿Cuántos habitantes tiene la III Región?*
- *¿Cuáles son las actividades económicas que realizan los habitantes de esa región?*
- *Los habitantes, ¿están informados del proyecto Pascua-Lama?*
- *Los habitantes, ¿están informados de la amenaza e impacto que significa este proyecto en su región?*

- ¿Qué opinión tienen las autoridades de esa región acerca del proyecto Pascua-Lama?
- ¿Qué recursos naturales renovables y no renovables existen en esta región?

Fase IV: Búsqueda de información

Los participantes se dieron a la tarea de buscar información en todas las fuentes pertinentes tanto en páginas electrónicas como en un atlas ambiental de Chile para ubicar la región mencionada en el problema. Se muestra parte de la información encontrada

El proyecto Pascua-Lama de Barrick Gold Corporation consiste en la explotación a rajo abierto de un yacimiento de minerales de **oro, plata y cobre**.

Ubicada a casi 5 000 metros de altura en la cordillera del valle del Huasco Alto y en la naciente de los ríos que bañan los valles de El Tránsito y San Félix, la actividad minera planificada e impactos asociados al proyecto, se ciernen como una amenaza sobre la creciente actividad agrícola

de dichas cuencas. Esta es una de las principales preocupaciones de habitantes y agricultores del sector.

Encontraron una página electrónica que ofrece información a la comunidad chilena con respecto a esta problemática “ÚNETE A LA CAMPAÑA CONTRA PASCUA-LAMA”

Las principales preocupaciones desde el punto de vista ambiental fueron:

- La intervención directa de dos glaciares ubicados sobre el área del **rajo** de la mina, que la empresa removerá. Uno de estos glaciares es el “Tronquito”, ubicado en el cerro del mismo nombre, localizado en los 28° 32' S y 69° 43' W. El glaciar de su cumbre presentaba una superficie de 4,6 Km² de hielo en 1955. Su frente ha retrocedido significativamente desde entonces. (Atlas Ambiental de Chile, 1994)
- El manejo de sustancias tóxicas de alta peligrosidad como el cianuro de sodio.
- El alto riesgo de contaminación de las aguas que conforman la Cuenca del Río Huasco son parte de los costos que las comunidades no están dispuestas a pagar en favor del cuestionado desarrollo minero.
- La producción de frutos, hortalizas, pisco, pajarete y una gran gama de productos agropecuarios, en condiciones óptimas de clima y de suelo, permiten abastecer mercados de países del norte con las primeras uvas cosechadas en el valle. Sin embargo, los productores ven su sostenibilidad puesta en jaque ante la operación del proyecto minero del que se anuncia su comienzo en un plazo de dos años.
- Desde la presentación del proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) de la Región de Atacama, las comunidades de los valles



Figura 1. Mapa chileno que ubica la III región

del Huasco se han organizado, se han informado y se han convencido de que la minería actual no puede convivir en armonía con la agricultura.

- *Hasta el momento, las familias del valle han vivido de la agricultura y han construido su vida y su cultura con base en la tranquilidad y seguridad de un medio sin contaminación minera. Difícilmente, entonces acepten esta brutal intervención, dado que no se vislumbran los beneficios que puede aportar a los habitantes de la región dicha explotación minera.*

Se advirtió que el empleo de esta metodología proporcionó un aprendizaje significativo; esto es, el profesor participante empleó sus conocimientos previos para abordar un nuevo aprendizaje; de hecho, comentaron la importancia de recordar como se “lee” un atlas. Quedaron realmente impresionados al enterarse de que este problema sucedía en su país y de toda la secuela ambiental que generaría el que este proyecto se llevara a cabo.

Reflexiones de los participantes

Al término de su trabajo y posterior a la entrega de su reporte, propusieron algunas recomendaciones

- *Adquirir compromiso, responsabilidad y autoconciencia respecto al papel activo del ser humano en la conservación del ambiente.*
- *Entender que las diversas actividades humanas pueden tener efectos positivos o negativos sobre las cadenas y tramas alimentarias en los ecosistemas de la III Región.*
- *Comprender que los cambios provocados por el ser humano pueden resultar en destrucción de hábitats naturales, impidiendo la conservación de la biodiversidad, en la III Región.*

Resultados y discusión

Los participantes, al analizar el enunciado, se dieron cuenta de que desconocían el efecto de la minería en el medio ambiente; formularon preguntas de carácter científico, económico, político y ecológico

Se advirtió que el empleo de esta metodología proporcionó un aprendizaje significativo; esto es, el profesor participante empleó sus conocimientos previos para abordar un nuevo aprendizaje; de hecho, comentaron la

importancia de recordar como se “lee” un atlas. Quedaron realmente impresionados al enterarse de que este problema sucedía en su país y de toda la secuela ambiental que generaría el que este proyecto se llevara a cabo. Asimismo, algunas de sus reflexiones al respecto fueron: •¿Cómo no pensar en las miles de toneladas de cianuro que permanecerán pendiente sobre la comunidad del Huasco? •¿Cómo no pensar en la destrucción de glaciares? •¿Cómo no pensar en la contaminación de las aguas que bajan de la montaña?

Reflexiones

Esta estrategia, como se puede observar, conduce a sus participantes a considerar problemas ambientales que ocurren en su entorno, sensibiliza tanto a los alumnos como a los profesores a reconocer el papel importante que cada uno de ellos representa en los procesos de enseñanza y aprendizaje. El ABP, por un lado, garantiza el interés de los estudiantes, dado que les permite tomar decisiones basados en hechos e información lógica y fundamentada y, por otro, permite a los profesores diseñar problemas con base en los objetivos de su programa y situaciones reales de la vida.

Sin duda alguna, es un paso decisivo para adentrarse en los fundamentos de la Química Verde, que si bien su propósito fundamental es el diseño de productos y procesos químicos que reduzcan o eliminen el uso y la generación de sustancias peligrosas, es importante señalar que mientras algunos de los problemas ambientales tienen en la actualidad soluciones tecnológicas viables, otros todavía no. Las mayores dificultades no radican tanto en la disponibilidad de tecnologías limpias o verdes, sino en superar los obstáculos que dificultan su implementación efectiva (la inercia, el simple acto de ponerse en marcha y el costo de implementar nuevas tecnologías).

Entre las barreras que se deben superar para adoptar esta metodología verde, las razones culturales son las más importantes. Por esta razón, en la implementación de una estrategia limpia o verde, la educación debe ser un componente fundamental que la impulse, lo cual significa modificar planes de estudio, pero, también, cambiar la forma en la que se consideran las interacciones entre las actividades del hombre y el medio ambiente.

Solo queda por mencionar que esta misma metodología se está llevando a cabo con alumnos del nivel primario (entre tercero y sexto años), y quizá próximamente se tengan resultados de esta puesta en marcha, sobre todo porque es en los niños donde se puede incidir con mayor fuerza para la sensibilización hacia la protección del medio ambiente o, bien, para iniciarlos en el estudio de la Química, ciencia a la que en México todavía le hacen falta investigadores con un sentido crítico de la ciencia misma y con capacidad encaminada al desarrollo sostenible.

Por otro lado, la Química Orgánica está bastante desarrollada en el ámbito verde, pero a la Química inorgánica y la organometálica todavía les hace falta despuntar, si bien se han logrado algunos avances, todavía no son suficientes para decir que se está en el contexto verde, todavía hay mucho por hacer en el terreno del uso de disolventes y las fuentes alternas de energía. Los químicos siguen trabajando, no se aburren, están innovando, bajo la consigna de que, como dice Juan Méndez Vivar (2005) "... el color verde es sinónimo de vida"... ¿No lo creen así?

Conclusiones

Toda vez que la estrategia fue presentada y llevada a cabo tanto por los alumnos como a los profesores participantes, fue posible fomentar en ellos una actitud positiva hacia el aprendizaje, ya que es una estrategia que estimula su autoaprendizaje

y le permite la posibilidad de confrontarlo con situaciones reales e identificar sus deficiencias de conocimiento.

Los alumnos lograron interesarse por problemas ambientales reales y no por supuestos ideales. Sin embargo, para ellos, al tomar una mayor responsabilidad en el proceso de aprendizaje, el conflicto mayor que se presentó fue el doloroso paso de la dependencia hacia la autonomía intelectual; una vez que sea superada esta etapa, se puede decir que se ha estimulado la voluntad de aprender.

En cuanto a los profesores, se consiguió que estos aportaran ideas novedosas durante el desarrollo de su trabajo y que aceptaran con gusto la responsabilidad para solucionar problemas reales que son parte de la cotidianidad.

Bibliografía

- Centi, Gabriele y Perathoner, Siglinda. "Catalysis and sustainable (green)". *Catalysis Today* 77 (2003) pp. 287-297.
- Olivier, Helene. "Recent developments in the use of non-aqueous ionic liquids" *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*. 146 (1999) pp. 285-289.
- Morales, Patricia y Landa, Victoria. "Aprendizaje basado en problemas: problem-based Learning" *Theoria*, 13: 145-157. (2004).
- Arancibia, Violeta, Herrera, Paulina y Strasser, Catherine. *Psicología de la Educación*, 2.^a ed., Alfaomega, México, 1999.
- Bañuelos, Ana María. "Motivación escolar, estudios de variables Afectivas". *Perfiles educativos*, 60 (1993).
- Cataño, Silvia. "Ciencia y educación, ¿para qué?", *Educación Química* 2. N.º 1 (1991).
- Díaz, Frida y Hernández, G. *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo una interpretación constructivista*, McGraw-Hill, México, (1997).
- ITEMS, El aprendizaje basado en problemas. (1999).
- Rivera, Rodolfo (comp). *El docente como promotor de la autoestima de los alumnos*. Curso a distancia. UNAM-FESC, México,

Por otro lado, la Química Orgánica está bastante desarrollada en el ámbito verde, pero a la Química inorgánica y la organometálica todavía les hace falta despuntar, si bien se han logrado algunos avances, todavía no son suficientes para decir que se está en el contexto verde, todavía hay mucho por hacer en el terreno del uso de disolventes y las fuentes alternas de energía.