

Enseñanza de la Química

USO DE LA METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP) PARA EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE PERIODICIDAD QUÍMICA EN UN CURSO DE QUÍMICA GENERAL

Patricia Morales Bueno

RESUMEN

En la Educación Universitaria existe un importante consenso en relación a que la formación de los nuevos profesionales debe implicar el uso de estrategias metodológicas que den prioridad al desarrollo de habilidades de pensamiento que ayuden a los estudiantes a desarrollar al máximo su potencial intelectual. La metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una propuesta que se aproxima cercanamente a esta nueva visión de la educación superior. Una modalidad híbrida ABP se implementó en la unidad "Configuración Electrónica y Tabla Periódica" del curso Química 1, de las especialidades de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú. La comparación de los puntajes obtenidos en una prueba de evaluación de la unidad, por estudiantes de un grupo experimental y un grupo control, mediante la prueba t de muestras independientes, permitió identificar diferencias estadísticamente significativas favorables al primer grupo. El análisis por regresión lineal, tomando como variable dependiente los puntajes obtenidos en la prueba por los estudiantes del grupo experimental y, como variable independiente el promedio de los puntajes obtenidos en las actividades y en el problema ABP, permitió identificar y cuantificar la capacidad predictiva de este último con respecto al aprendizaje logrado.

Palabras clave: ABP, pensamiento crítico, pensamiento creativo, aprendizaje colaborativo.

USING PROBLEM-BASED LEARNING (PBL) FOR LEARNING THE CHEMICAL PERIODICITY CONCEPT IN A GENERAL CHEMISTRY COURSE

ABSTRACT

In higher education there is a consensus about the formation of the new professionals should involve the use of methodological strategies that give priority to developing thinking skills that help students to develop their maximum intellectual potential. The Problem-based Learning (PBL) methodology is a proposal that closely approximates to this new vision of higher education. A hybrid PBL model was implemented in unity "Electronic Configuration and Periodic Table" of Chemistry 1, first year course in the Science and Engineering curriculum of the Pontifical Catholic University of Peru. Comparing the scores obtained for students in an experimental group and a control group in a test for assessing the unit, using independent samples t test, allowed us to identify statistically significant differences in favour of the first group. The linear regression analyses, taking as the dependent variable the test scores of students in the experimental group and as independent variable average scores

^a Departamento de Ciencias – Sección Química, Pontificia Universidad Católica del Perú, Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima 32, Perú, pmorale@pucc.edu.pe.

obtained in the activities and the PBL problem, allowed us to identify and quantify the predictive ability of the latter with respect to achieved learning.

Key words: PBL, critical thinking, creative thinking, collaborative learning.

INTRODUCCIÓN

En los últimos veinte años, la discusión acerca de cuáles deben ser las nuevas metas de la educación superior, ha cobrado especial importancia, existiendo un importante consenso en relación a dar prioridad al desarrollo de habilidades de pensamiento que ayuden a los estudiantes a desarrollar al máximo su potencial intelectual. Se ha reconocido la necesidad de formar profesionales que logren aprendizajes significativos a través del esfuerzo permanente, la comprensión más que la memorización de la información, el desarrollo del pensamiento crítico y creativo y de la capacidad analítica que les permita afrontar problemas complejos, haciéndose partícipes activos de sus propios procesos de aprendizaje, relevándose además la necesidad de fortalecer las habilidades para el trabajo en equipo y la comunicación¹.

Estos lineamientos han promovido la aparición de numerosas estrategias de enseñanza cuyo objetivo se orienta a potenciar las habilidades mencionadas anteriormente a través de las disciplinas. La problemática es especialmente crítica en el área de las ciencias, en la cual la permanencia de formas tradicionales de enseñanza ha originado una peligrosa disminución del interés por el estudio de las diferentes disciplinas científicas, entre ellas la química. Fernández y colaboradores², señalan que existe una distancia preocupante entre las expectativas puestas en la contribución de la educación científica a la formación de ciudadanos conscientes de las repercusiones sociales de la ciencia y, la realidad de un rechazo amplio hacia la ciencia y su aprendizaje. Esta brecha ha dirigido la atención hacia la manera como se está llevando a cabo esa educación científica y, el análisis de la situación, ha mostrado la necesidad de modificar la imagen de la naturaleza de la ciencia que los profesores tienen y transmiten. Los mismos autores lograron identificar, en un proceso de investigación que involucró a varios equipos de docentes, una serie de concepciones erróneas sobre la actividad científica a los que se debe prestar urgente atención. En primer lugar, mencionan la visión descontextualizada, que deja de lado dimensiones esenciales de la actividad científica y tecnológica, como su impacto en el medio natural y social o los intereses e influencias de la sociedad en su desarrollo. Por otro lado, la tendencia a una concepción individualista y elitista conduce a ignorar el papel del trabajo colectivo, de los intercambios entre equipos de trabajo. Una concepción empírico-inductivista y ateórica, olvida necesariamente el papel esencial de las hipótesis como focalizadoras de la investigación y del cuerpo de conocimiento disponible, como orientador del proceso. El hecho de transmitir conocimientos ya elaborados, de manera aproblemática y ahistórica, conduce muy a menudo a ignorar cuáles fueron los problemas que se pretendían resolver, la evolución del conocimiento, las dificultades encontradas, así como las limitaciones del conocimiento científico, creando equivocadamente una visión rígida, algorítmica e infalible de la ciencia. Con frecuencia se abordan los problemas científicos con una visión exclusivamente analítica, ignorando conscientemente y voluntariamente muchas de las características de las situaciones estudiadas, alejándose de la realidad en la que debería desarrollarse ese conocimiento.

El cambio de estas concepciones hacia una visión educativa más acorde a las nuevas metas de la educación universitaria, presenta alta coherencia con los fundamentos de la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Aunque no existe en la actualidad una posición unánime para definir esta metodología, la referencia más frecuente es Barrows³, uno de sus pioneros, quien lo define como “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”.

El principio básico que sostiene el concepto de ABP⁴ es que el aprendizaje se inicia con un problema retador, desafiante, complejo y contextualizado en el mundo real, con la finalidad de motivar a los alumnos a identificar e investigar los conceptos y principios que necesitan conocer para enfrentar el problema. Los estudiantes trabajan en grupos pequeños de aprendizaje, desarrollando colectivamente habilidades durante el proceso de adquisición de conocimiento, comunicándose e integrando información. Este tipo de enseñanza permitiría alcanzar muchos de los objetivos que se plantean actualmente en la educación universitaria y por ello, se ha convertido en una opción de gran atractivo para su implementación en una diversidad de disciplinas, aunque sus orígenes se ubican en el área de la educación médica. Los procesos de implementación han originado una variedad de modalidades de adopción, con diferente grado de aproximación al modelo original. En los cursos de Química General de la Pontificia Universidad Católica del Perú, la metodología ABP empezó a aplicarse desde el año 2001⁵, bajo una modalidad híbrida, que para cada unidad temática del curso tiene la siguiente secuencia^{6,7}:

a. *Presentación del problema ABP*, que corresponde a una situación real (o que puede serlo), relacionada con los objetivos de aprendizaje de la unidad temática. Suficientemente complejo y desafiante, para motivar y mantener el interés de los estudiantes a lo largo del proceso y para asegurar que sea trabajado en equipo. En esta etapa, cada grupo de estudiantes realiza una lluvia de ideas en relación al problema, identificando los conceptos conocidos y los que deben conocer y que consideran son necesarios para enfrentarlo. Asimismo, organizan el trabajo del grupo en función del plan de desarrollo del problema que ellos elaboran.

b. *Desarrollo paralelo de actividades de aprendizaje*, diseñadas por los profesores, que permiten introducir al estudiante a la dinámica del trabajo colaborativo, además de guiarlos en su proceso de búsqueda y construcción del conocimiento. Simultáneamente, conforme avanzan en este proceso, ellos continúan trabajando en su estrategia de desarrollo del problema ABP.

c. *Culminación y presentación de las propuestas de solución del problema ABP*.

En la figura 1 se muestra un esquema del modelo híbrido ABP implementado:



Figura 1. Esquema del modelo híbrido ABP usado en Química General (Estudios Generales Ciencias (PUCP))^{6,7}

La discusión grupal y la asesoría y guía del profesor constituyen un soporte importante durante todo el proceso. Los estudiantes recorren esta secuencia tanto como sea necesario, hasta llegar a un planteamiento de solución del problema ABP.

El presente trabajo reporta la implementación del modelo híbrido ABP, en la unidad “Configuración Electrónica y Tabla Periódica” del curso Química 1, en la malla curricular de las especialidades de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Los teóricos e investigadores actuales del proceso de aprendizaje, reconocen al pensamiento crítico y creativo como hábitos mentales productivos de los sujetos que aprenden eficazmente. Se relacionan con la calidad del pensamiento: un sujeto puede resolver problemas o tomar decisiones con más o menos creatividad o haciéndolo más o menos críticamente. Ambos tipos de pensamiento pueden ser enseñados en el proceso educativo. Cada vez que los estudiantes resuelven un problema abierto o planifican un proyecto, estarán desarrollando sus habilidades creativas. Cada vez que los estudiantes formulen preguntas, analizan textos o definen un término con claridad, exactitud y sin prejuicios, estarán desarrollando sus habilidades de pensamiento crítico. Cada vez que los estudiantes consideren diversos puntos de vista e imaginativamente, empáticamente y exactamente los reconstruyan, estarán pensando tanto creativamente como críticamente⁸.

En el diseño del escenario del problema ABP propuesto a los estudiantes, se incorporó elementos que buscaban propiciar el desarrollo de estas habilidades, es así que los aprendizajes esperados fueron:

Conocimiento:

- Conocer las propiedades de los elementos químicos y sus tendencias periódicas.
- Aplicar el concepto de periodicidad química en el diseño de un arreglo periódico distinto al tradicional y en la elaboración de una historia de ciencia ficción.

Habilidades:

- Poner en práctica habilidades para la búsqueda de información.
- Poner en práctica habilidades de pensamiento crítico promoviendo la toma de decisiones y la selección de alternativas de manera sustentada.
- Poner en práctica habilidades de pensamiento creativo, diseñando libremente propuestas para un arreglo periódico diferente al tradicional y elaborando una historia de ciencia ficción.
- Poner en práctica habilidades para el trabajo colaborativo al interior de los equipos.

Actitudes:

- Mostrar disposición para hacer uso de sus habilidades intelectuales de orden superior.
- Valorar la colaboración como medio para alcanzar logros compartidos.

El escenario ABP propuesto fue el siguiente:

Los elementos químicos en la pantalla grande

Diego Rojas acaba de terminar sus estudios de Ciencias de la Comunicación y está pensando presentarse a un concurso convocado por una empresa internacional, con un proyecto de película de Ciencia Ficción, esperando obtener financiamiento para su producción. Para la categoría Ciencia Ficción, las bases del concurso señalan que el jurado evaluador consultará la opinión de científicos renombrados de la PUCP respecto a si las situaciones planteadas en el argumento y en el guión tienen o no sustento científico, en caso de no tenerlo significará pérdida de puntos en la evaluación final.

Diego ha avanzado con la idea de argumento para su proyecto; sin embargo, ha empezado a tener algunas dificultades y por ello recurre a algunos amigos que tiene en Ciencias de la PUCP. Conversando con ellos deciden pedir ayuda a los estudiantes de Química 1, ya que las

dificultades que tiene Diego se relacionan con los temas que se estudian en este curso. Tu grupo forma parte de los estudiantes de Química 1 que tratarán de ayudar a Diego; él ha ofrecido (en caso de ganar el concurso) colocar en los créditos de la película un agradecimiento especial al grupo, además de una pequeña retribución económica.

El grupo debe basarse en las ideas trabajadas por Diego para el argumento de su película y hacer una propuesta orientada a resolver las dificultades que él tiene para continuar. La información que Diego les da es la siguiente:

- **Proyecto:** “Misión Xtalt”
- **Categoría:** Ciencia-Ficción
- **Ideas para el argumento:**

La *Misión Xtalt* está integrada por un grupo de científicos, reclutados de las mejores universidades del mundo que aceptaron incorporarse a una base construida en un lugar subterráneo y secreto del planeta, con la finalidad de trabajar para tratar de recuperarlo en caso de una catástrofe. Una llamada de emergencia logró alertar a estos científicos para que pudieran ingresar a la base antes de que ocurra una serie de colisiones de diferente intensidad entre una lluvia de meteoritos y el planeta tierra. Si bien la base estaba protegida, la catástrofe afectó a los seis científicos que se encontraban en su interior y a los seis integrantes de la brigada de apoyo que los acompañaban. Las habilidades de estos científicos fueron aflorando paulatinamente; sin embargo, la principal dificultad era que todos ellos presentaban algunos vacíos en cuanto a la información que podían recordar. Una de las primeras cosas en que estuvieron de acuerdo era que debían enviar a la brigada de apoyo a recoger muestras del exterior, para analizarlas y verificar qué elementos y en qué proporción habían quedado en el planeta. Sabían que los elementos podían ordenarse en función de algunos criterios y que este ordenamiento facilitaba la comprensión de sus propiedades, pero ...no recordaban cómo era ese arreglo.....

- **Dudas y dificultades:**

Para continuar el argumento anterior, Diego ha pensado en las siguientes alternativas:

- a. Los científicos envían a la brigada de apoyo a buscar muestras que permitan verificar que **los elementos esenciales para la vida** aún existen en el planeta.
- b. Los científicos envían a la brigada de apoyo a buscar muestras que permitan verificar que **los elementos que constituían la litosfera e hidrosfera terrestre** aún existen en el planeta.

¿Cuál de estas alternativas recomendaría el grupo? Justificar adecuadamente la elección.

Una vez tomada la decisión, Diego necesita que el grupo le proporcione información de por lo menos 25 elementos de la alternativa seleccionada anteriormente, indicando para cada uno de ellos sus características más importantes. Además, el grupo debe escoger algunas características de los elementos que Diego puede aprovechar para incluir alguna escena llamativa en la película (pequeñas explosiones, reacciones de color, de formación de gases, etc.). Él les pide que le sugieran por lo menos tres posibilidades. En el argumento que se está elaborando, los científicos reunirán esta información para, a partir de ella, construir un **“Ordenamiento de los Elementos (OEXTALT)”** que sustituya al que existía antes en el planeta y que ellos no pueden recordar.

Finalmente, tu grupo debe escoger 3 propiedades de los elementos seleccionados para proponer en función de ellas un **“OEXTALT”**, en el cual la organización y agrupamientos de los elementos permitan encontrar tendencias en la variación de estas propiedades. El **“OEXTALT”** puede ser bi o tri-dimensional y puede incluir la información que el grupo

considere pertinente (símbolos, número atómico, masa atómica, etc.). Además, debe usarse alguna clave en la coloración que se use, indicando su significado. Los integrantes del grupo deben presentar su modelo de **OEXTALT** utilizando los materiales que considere convenientes (cartulina, cartón, madera, etc.) teniendo la precaución de acompañarlo con una explicación detallada y con sustento científico de su propuesta, ya que Diego conoce muy poco del tema.

Al observar el entusiasmo con que los grupos han estado trabajando, Diego les invita a proponer una continuación del argumento, en el que se incluya la información y las propuestas realizadas por el grupo y que plantee además un posible final para la historia.

Al finalizar la unidad, se aplicó una prueba cuyo objetivo era evaluar el aprendizaje de los conceptos y principios relacionados a la periodicidad química, así como la capacidad del estudiante para aplicarlos en situaciones atípicas.

En la rúbrica empleada para la evaluación del planteamiento de solución al problema ABP, no solamente se tomó en cuenta el manejo de los contenidos involucrados en la situación problemática, sino también el uso de las habilidades de argumentación para sustentar las decisiones tomadas a lo largo del problema, así como la originalidad y creatividad de la propuesta. En la figura 2 se muestra algunos de los diseños OEXTALT presentados por los grupos de estudiantes.



Figura 2. Algunos diseños OEXTALT presentados por los estudiante

PARTE EXPERIMENTAL

Las preguntas que guiaron esta investigación fueron: ¿Habrá diferencias en el aprendizaje de los temas relacionados al concepto de periodicidad química entre un grupo que trabajó el problema ABP planteado y otro que no lo trabajó? ¿Cuál fue la influencia del proceso ABP desarrollado, sobre el aprendizaje de los temas relacionados al concepto de periodicidad química?

Metodología: Se comparó los puntajes obtenidos en la prueba de evaluación de la unidad, por estudiantes de un grupo experimental y un grupo control, mediante la prueba t de muestras independientes, para buscar respuestas a la primera pregunta de investigación. Se realizó análisis de regresión lineal, tomando como variable dependiente los puntajes obtenidos en la prueba de evaluación de la unidad por los estudiantes del grupo experimental y, como variable independiente el promedio de los puntajes obtenidos en las actividades y en el problema ABP por estos estudiantes, para buscar respuestas a la segunda pregunta de investigación.

Participantes:

Grupo experimental: 57 estudiantes de Química 1 (semestre 2008-1), Estudios Generales Ciencias (PUCP) que siguieron el proceso ABP diseñado para la unidad “Configuración Electrónica y Tabla Periódica”.

Grupo control: 52 estudiantes de Química 1 (semestre 2008-1), Estudios Generales Ciencias (PUCP) que decidieron no seguir el diseño ABP de la unidad “Configuración Electrónica y Tabla Periódica”.

Ambos grupos estuvieron a cargo de la misma profesora y fueron equivalentes con respecto a su desempeño académico. El rango de edad de los estudiantes en ambos grupos fue de 17 - 20 años.

Análisis: El análisis estadístico se realizó empleando el software SPSS 11.5. Los puntajes de la prueba de evaluación de la unidad, del problema ABP y de las actividades se expresaron como porcentaje de puntaje máximo. El nivel alpha fue establecido a priori en 0,05. Las pruebas de significación estadística fueron complementadas con la determinación de la significación práctica, mediante el cálculo del tamaño del efecto (*d* de Cohen). El tamaño del efecto es un índice en una métrica común que indica la magnitud de una relación o efecto y se calcula como una diferencia de media tipificada⁹.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se presenta los estadísticos descriptivos de los puntajes obtenidos en la Prueba de Evaluación de la Unidad, por los estudiantes de cada grupo participante en el estudio.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de de los puntajes obtenidos en la Prueba de Evaluación de la Unidad, por los estudiantes de cada grupo participante en el estudio

Grupo	N	Media	DE
Control	52	47,772	17,018
Experimental	57	62,635	16,988

Nota. Los puntajes se expresan como porcentaje de puntaje máximo en la prueba.

Al realizar el análisis inferencial, mediante la prueba t de muestras independientes, para comparar los puntajes obtenidos por el grupo control y el grupo experimental, se encontró diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos:

$$\text{diferencia de medias} = 14,863; t(107) = 4,559, p < 0,001$$

Esta diferencia tuvo significación práctica, el tamaño del efecto fue $d = 0,87$ y estadísticamente significativo. La interpretación del tamaño de efecto puede realizarse en función de la superposición de dos muestras en términos de una comparación de percentiles. En el contexto de intervenciones educativas, se considera que la efectividad de una intervención particular solo puede ser interpretada en relación a otras intervenciones que buscan producir el mismo efecto⁹. Por esta razón, para este estudio se ha tomado de referencia lo reportado en el meta análisis realizado por Gijbels et al.¹⁰ acerca de los efectos del ABP, quienes consideran un tamaño de efecto de 0,33 como el mínimo necesario para establecer la significación práctica, lo cual se interpreta como que el puntaje de una persona promedio del grupo experimental excede los puntajes del 63% del grupo control. En nuestro caso, un tamaño de efecto de 0,87 significa que el puntaje de una persona promedio del grupo experimental está 0,87 desviaciones estándar por encima de una persona promedio del grupo control, esto es, excede los puntajes del 80,78% del grupo control.

Los resultados obtenidos en el análisis inferencial nos permite responder con mucha certeza la primera pregunta de investigación, los estudiantes del grupo que trabajó el tema de Configuración Electrónica y Tabla Periódica mediante el proceso ABP propuesto, demostró mejores aprendizajes que los estudiantes del grupo que no siguió dicho proceso. Es evidente que la motivación intrínseca por aprender alcanzó niveles significativos, al estimular su curiosidad natural, promoviendo actividades de investigación que a su vez ofrecían oportunidades de elección y control personal y grupal. Los estudiantes tuvieron libertad para seleccionar el conjunto de elementos a investigar y no tuvieron mayor reparo en abordar los casos que representaban excepciones a las tendencias generales en las propiedades periódicas, ni tampoco en abordar a los elementos del bloque d. Es común que los profesores de cursos introductorios de química, tengan recelos en tocar estos temas en clase, dado que piensan que los estudiantes no tendrán la capacidad de comprenderlos. Lo que se observó durante la facilitación en el proceso ABP fue más bien el interés de los estudiantes por conocer estos tópicos y comprenderlos.

En la tabla 2 se presenta el resumen del análisis de regresión lineal para el promedio de los puntajes obtenidos en las actividades y en el problema ABP por los estudiantes del grupo experimental, sobre los puntajes obtenidos en la prueba de evaluación de la unidad por estos estudiantes.

Tabla 2. Resumen del análisis de regresión lineal (método introducir) para el promedio de los puntajes obtenidos en las actividades y en el problema ABP, sobre los puntajes obtenidos en la prueba de evaluación de la unidad por los estudiantes del grupo experimental

Variable	B	Error típico	β
Grupo experimental (R cuadrado = 0,114):			
Promedio puntaje de actividades y problema ABP	0,511	0,192	0,338*

* $p < 0,05$

Los resultados muestran que el coeficiente beta fue estadísticamente significativo, por lo que el promedio de los puntajes obtenidos en las actividades y el problema ABP fue una variable predictiva de la nota final obtenida en el curso. Esto se interpreta como que el proceso ABP desarrollado tuvo una influencia significativa sobre el aprendizaje de los temas relacionados al concepto de periodicidad química, obteniendo respuesta a nuestra segunda pregunta de investigación. El valor de R cuadrado indicó que el 11,4% de los puntajes finales podía ser explicado por la variable independiente. El hecho de haber promovido que los estudiantes, a través de las actividades, tomaran decisiones respecto a la situación planteada y la sustentaran sobre la base de sus propias investigaciones y aprendizajes adquiridos, así como el haber dispuesto oportunidades para que apliquen estos aprendizajes en situaciones muy diferentes a los problemas y ejercicios convencionales, como lo fueron el diseño de un modelo periódico y la elaboración del argumento de ciencia ficción, que permitió integrar todos los tópicos investigados, estimularon el uso práctico de las habilidades orden superior, como el pensamiento crítico y creativo, los cuales contribuyen también a la motivación por aprender.

CONCLUSIONES

La implementación de un modelo híbrido ABP para el aprendizaje del concepto de periodicidad química, en el que se estimulaba el uso de habilidades de orden superior, como el pensamiento crítico y creativo, permitió que los estudiantes que siguieron este modelo tuvieran mejores aprendizajes que los alumnos de un grupo control que no lo siguió. La diferencia en los puntajes obtenidos en una prueba de evaluación de la unidad temática fue estadísticamente significativa ($p < 0,001$) y además tuvo significación práctica, como se hizo evidente en la estimación del tamaño del efecto ($d = 0,87$), el cual permitió sustentar con mayor robustez los resultados obtenidos.

El diseño del modelo ABP permitió estimular la curiosidad intelectual, las habilidades de investigación y de trabajo en equipo, así como también ofreció oportunidades para tomar decisiones sustentadas sobre el aprendizaje logrado y también para hacer uso de este aprendizaje en situaciones distintas a los clásicos ejercicios y problemas sobre el tema trabajado. Todo lo anterior contribuyó a estimular la motivación intrínseca por aprender y tuvo una influencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) sobre los puntajes obtenidos en la prueba de evaluación de la unidad temática.

Los resultados obtenidos en este estudio, significan un aporte a las evidencias que sustentan la necesidad de cambio de las metodologías tradicionales de enseñanza de la química, como parte de las disciplinas científicas, para elevar la calidad de los aprendizajes de nuestros estudiantes, elevar sus niveles de interés y motivación y aproximarlos a los nuevos perfiles profesionales que requiere nuestra sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: Visión y Acción. Conferencia Mundial sobre la Educación Mundial. París: UNESCO (1998, s.f.). Recuperado el 23 de abril del 2006, de: <http://www.unesco.cl/pdf/actyeven/ppe/boletin/artesp/47-6.pdf>.
2. Fernández I., Gil D., Valdés P. y Vilches A. ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? En: ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe; 2005. p. 29-62.

3. Barrows, H. A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education* 1986; 20: 481-486.
4. Duch, B.; Groh, S. y Allen, D. (Eds.). The power of problem-based learning. Virginia: Stylus Publishing, LLC; 2001.
5. Morales P. Metodologías Activas en la Enseñanza de la Química General. *Revista de Química* 2003, *PUCP*, VII(1 y 2): 39-50.
6. Morales B., P. El aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia didáctica en química general universitaria. En G. Pinto Cañón (Ed.), *Aprendizaje activo de la física y la química. Colección didáctica de la física y la química*. España: Equipo Sirius, S. A.; 2007. p. 221-229.
7. Morales B. P. A step toward cognitive autonomy in a hybrid PBL experience. *The Chemical Educator* 2007; 12 (1): 47-50. DOI 10.1333/s00897071096a.
8. Marzano R., Brandt R., Hughes C., Jones B., Presseisen B., Rankin S y Suhor C. *Dimensions of thinking: A framework for curriculum and instruction*. USA: Association for Supervision and Curriculum Development; 1988.
9. Frías, M.; Llobell, J. y García, J. Tamaño del efecto del tratamiento y significación estadística. *Psicothema* 2000; 12(2): 236-240.
10. Gijbels, D.; Dochy, F.; Van den Bossche, P. y Segers, M. Effects of problem-based learning: a meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research* 2005; 75(1): 27-61.