

Los museos: un instrumento para el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

Yosajandi Pérez Campillo¹, José Antonio Chamizo Guerrero²

¹Escuela Nacional Preparatoria de la Universidad Nacional Autónoma de México. México. idenajasoy@gmail.com

²Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. México. jchamizo@servidor.unam.mx

[Recibido en febrero de 2011, aceptado en mayo de 2011]

Diversos estudios han demostrado que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una propuesta educativa innovadora, que se caracteriza porque promueve que el aprendizaje sea significativo y contribuye a desarrollar una serie de habilidades y competencias indispensables para el crecimiento intelectual de cualquier persona. Sin embargo, esta estrategia implica repensar los problemas como problemas para aprender partiendo de preguntas que sean relevantes para los alumnos en el contexto del aprendizaje de ciencias. Y es justamente, el planteamiento de estas preguntas lo que hace complejo al ABP, pues plantear “buenas preguntas” no es fácil, se requiere no sólo de habilidad y práctica sino también un conocimiento mínimo del tema y motivación para iniciar una investigación. Por lo anterior, una de las preocupaciones es encontrar los mecanismos que permitan introducir y motivar al estudiante para que sea capaz de plantear preguntas (problemas). En el presente trabajo se describen la propuesta de una serie de actividades que tienen como propósito preparar a un grupo de estudiantes de bachillerato para que planteen “buenas preguntas” de investigación sobre el tema de minerales. Para lograrlo, se considera el uso de varios recursos como: la visita a los museos, la lectura y análisis de textos y la actividad experimental.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en problemas; museos como herramientas educativas; planteamiento de preguntas.

Museums: an instrument for the Problem Based Learning (PBL)

Several pedagogical investigations have shown that Problem Based Learning (PBL) is an innovative educational proposal that promotes a meaningful learning through the development competitive skills essential for anyone's intellectual growth. However, in this educational approach, the problems require to be thought as problems to learn under a science learning context and based on relevant questions to students. The fact that the statement of “good questions” is not easy because of the lack of a minimal knowledge about the subject as well as motivation to begin an investigation renders this educational approach very complex. Therefore, in order to prepare high school students to be able to ask questions about mineralogical issues, a set of teaching techniques such as visiting museums, reading and text analysis, and experimental activities are presented.

Keywords: Problem Based Learning; museums as educational tools; question posing.

Introducción

En los últimos años se ha reconocido que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una propuesta educativa innovadora, que se caracteriza porque promueve el aprendizaje significativo, además, contribuye a desarrollar una serie de habilidades y competencias indispensables para el crecimiento intelectual de cualquier persona. El ABP puede ser definido como un proceso multidimensional en el que operan tanto aspectos cognitivos como emocionales, culturales y sociales, que han ido sustituyendo el interés inicial por la resolución de problemas tipo mecanizados, mejor conocidos como ejercicios (Chamizo e Izquierdo 2005) por problemas reales, interdisciplinarios, profesionales, con múltiples soluciones y/o estrategias diversas de resolución (Couso *et al*, 2008). La enseñanza con base en esta estrategia pretende poner el acento en actividades que plantean situaciones problemáticas cuya resolución requiere analizar, descubrir, elaborar hipótesis, confrontar, reflexionar, argumentar y comunicar ideas para lograr el aprendizaje de los estudiantes.

De este modo, la resolución de problemas como estrategia de aprendizaje implica, repensar los problemas como verdaderos *problemas para aprender* (Izquierdo, 2005), es decir, utilizar problemas reales con preguntas auténticas que sean relevantes para los alumnos en el contexto del aprendizaje de ciencias; en otras palabras, esta estrategia implica plantear *preguntas como problemas*. De acuerdo con Bachelard (1979), aprender a preguntar es imprescindible si se quiere tener “buenos” problemas.

Pero la dificultad desde el ámbito educativo surge al pretender que los estudiantes generen, “buenas” preguntas, pues hacerlo no es fácil, se requiere no sólo de habilidad y práctica sino también de otros factores como conocimiento mínimo del tema y motivación e interés por querer saber más sobre lo que ya se conoce.

El presente trabajo consiste en la descripción de una parte de una secuencia didáctica basada en el uso de la estrategia del ABP. Las actividades que a continuación se describen y analizan, corresponden a la Fase I del trabajo de tesis de maestría desarrollado por la autora bajo la metodología de la *enseñanza estratégica* (Quesada, 2008): “*Aprendizaje basado en la solución de problemas: una propuesta de aplicación de la definición de problema de Toulmin para abordar el tema “Minerales, ¿la clave de la civilización?”*”, cuya estructura puede resumirse en tres fases: *Fase I*. Introductoria, *Fase II*. Planteamiento y respuesta a la pregunta y *Fase III*. Evaluación (la descripción y los resultados de las otras fases serán publicados próximamente). La *Fase I* de la tesis antes mencionada, tiene como propósitos la introducción y motivación del tema de minerales y para ello se considera como estrategia central las visitas a dos museos, el tema principal de este artículo.

Para realizar este trabajo se han escogido dos museos: el Museo de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Museo Franz Mayer, ambos ubicados en el centro de la Ciudad de México y considerados de primera generación. El primero es reconocido como museo de ciencia: cuenta con una vasta colección de piezas fósiles, rocas y minerales procedentes de diversas partes de México y del mundo; y el otro, es un museo de arte: exhibe una importante colección de piezas artísticas (mobiliario, trabajos de talla en madera, objetos litúrgicos de oro y plata, pinturas de la época virreinal y contemporánea, cerámica, textiles y trabajos de herrería), en su mayoría antigüedades procedentes de Europa, Asia y México. La razón de utilizar estos museos es que partimos de la premisa de que es posible utilizar cualquier museo como recurso didáctico siempre que se cuente con una planeación y diseño de actividades con propósitos definidos. Por otro lado, existe la intención de contextualizar el estudio del tema de *minerales y metales* y mostrarle al estudiante cómo en todos los aspectos de la vida: históricos, artísticos, tecnológicos, etc. están presentes temas relacionados con química. Además, con esta contextualización se pretende generar un interés en los estudiantes por aprender sobre estos temas a partir del ABP.

Marco teórico

Las estrategias de aprendizaje son procedimientos (conjuntos de pasos, operaciones o habilidades) que el aprendiz emplea en forma consciente, controlada e intencional para aprender significativamente (Díaz Barriga y Hernández, 2000). Los cuatro factores que intervienen en las estrategias de aprendizaje son los siguientes (Brown, 1982, en Mazón y Gatica):

- a) Habilidades (conocimientos, actitudes, etc.).

- b) Estrategias de aprendizaje (atención, repaso, elaboración, etc.).
- c) Demandas y criterios de las tareas (reconocimiento, recuerdo, transferencia, solución de problemas, etc.).
- d) Naturaleza de los materiales (modalidad, estructura física y psicológica, dificultad conceptual, secuenciación de materiales, etc.).

Con este concepto, es posible decir que el ABP es una estrategia integral pues utiliza en sí mismo diversas estrategias de aprendizaje, como se ha dicho, es un proceso multidimensional. Pero para poder aplicar la estrategia del ABP en el ámbito educativo, es imprescindible establecer la definición de lo que es un *problema*. En este sentido, conviene decir que varios autores han esbozado diferentes definiciones, por ejemplo:

- Newell y Simon (1972, en Irazoque, 2005) definen *problema* como una situación en la cual un individuo desea hacer algo, pero desconoce el curso de la acción necesaria para lograr lo que quiere.
- Chi y Glaser (1983, en Irazoque, 2005) observan un *problema* como una situación en la cual un individuo actúa con el propósito de alcanzar una meta utilizando para ello alguna estrategia en particular.
- A Caballer y Oñobre (1997, en Irazoque, 2005) les parece que la definición de Bunge es la más amplia: *Un problema es toda dificultad que no puede superarse automáticamente sino que requiere la puesta en marcha de actividades orientadas hacia su resolución.*
- Córdova (2005) dice que un *problema* es un obstáculo, *algo que detiene la marcha normal de la inteligencia, obliga a detenerse y a considerar cómo eliminar (o rodear) el obstáculo.*

A pesar de las múltiples definiciones, notamos que hay algo en común: la novedad de la situación y el interés por resolverla. Estos dos factores también se aplican dentro del ámbito del aula de ciencias, ya que lo que constituye un problema de ciencia escolar es aquello que lleve a un intento de resolución por parte del alumno y en donde se pongan en marcha sus conocimientos conceptuales y procedimentales (Couso, *et al.*, 2008). Las condiciones que deben cumplirse para que exista un problema son:

- una pregunta o cuestión, es decir, algo que no se sabe, algo por resolver.
- deseo, motivación, interés en la resolución.
- un reto, de forma que la estrategia de solución no resulte evidente.

De este modo, para poder trabajar con el ABP en un tema del currículo escolar, es necesario contar con estrategias didácticas paralelas al mismo ABP que nos permitan situar a los estudiantes en las condiciones idóneas: tener conocimiento básico (mínimo) sobre el tema sobre el cual han de plantearse una pregunta, generar interés y motivación por ese tema y que la búsqueda de la respuesta represente un reto. Una de esas estrategias resulta ser la visita a los museos, pues en ellos se puede aprender de muchas maneras.

En los museos, aunque pueden estar presentes tanto la educación formal como la no formal, la educación informal es la inherente a ellos (Durant, 1997; Falk and Dierking, 2000) pues al no existir una "autoridad" que regule y evalúe la eficacia del proceso educativo, es el propio visitante quien debe actuar como tal. Sin embargo, dado que los visitantes de un museo llevan un bagaje cultural diverso o tienen diferentes intereses, para que un museo cumpla

adecuadamente su función educativa deben definirse los objetivos que se pretenden lograr de la visita (Guisasola *et al*, 2007; Guisasola y Moretin, 2007; Guisasola *et al*, 2005; Sánchez-Mora, 2002). En otras palabras, se hace necesario que desde la perspectiva de la educación formal el profesor diseñe actividades de aprendizaje y evite una visita desorganizada o agotadora. Para ello, deberá aprovechar los recursos propios del museo: equipos, exposiciones temporales y permanentes, etc. de modo tal que el museo pueda convertirse en un instrumento efectivo de aprendizaje (Sánchez-Mora, 2002).

Al hablar del diseño de materiales, hay que recordar lo que Guisasola (2005) establece sobre los Materiales Centrados en el Aprendizaje (MCA). Él considera que estos materiales están orientados por tres principios: a) integrar el aprendizaje en la escuela y en el museo; b) orientar a los estudiantes hacia el desarrollo y contrastación de sus propias ideas y c) facilitar estrategias apropiadas para el contexto del museo. Estos materiales por tanto, deberán diseñarse para tres momentos diferentes de trabajo con el museo: antes, durante y posterior a la visita.

De este modo, generando materiales (MCA) adecuados para el tipo de museos que se visitan (Museo de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Museo Franz Mayer) y para el tema del currículo escolar que se pretende abordar en ellos (minerales y metales), los estudiantes estarán en condiciones de plantearse preguntas desde cualquier perspectiva: científica, histórica, tecnológica, económica, artística o incluso, filosófica pues la visita a diferentes museos les permite contextualizar el tema de estudio.

Propuesta didáctica

Como se ha mencionado, para que las visitas a los museos cumplan su función, como herramienta formal de aprendizaje, es necesario generar actividades específicas que favorezcan que los estudiantes pongan atención a los aspectos que se pretenden abordar dentro del museo. Particularmente en el tema de *minerales y metales*, como el objetivo del uso de los museos es vincular el estudio de la química con otras ciencias como la geología, la historia o el arte para poder generar preguntas que impliquen varios contextos, se requiere del diseño y elaboración de una “guía de actividades”. El diseño de esta guía, implica a los profesores varias visitas a los Museos de Geología y Franz Mayer, para realizar un recorrido detallado de sus salas y la selección de objetos y temas que podrían observar y analizar los alumnos.

Descripción de la secuencia de actividades

La serie de actividades que se proponen fueron diseñadas por los autores¹ y desarrolladas por 45 alumnos (de entre 16 y 17 años de edad) del bachillerato de la UNAM en la Ciudad de México, quienes trabajaron agrupados en 11 grupos de estudiantes (equipos de cuatro o cinco integrantes elegidos por ellos mismos). El tiempo dedicado a esta Fase I es de cuatro sesiones de aula de cien minutos y dos fines de semana para la asistencia a museos. La secuencia de actividades y las respectivas estrategias empleadas, se describen en las Tabla 1 y 2.

¹ Este diseño incluye no sólo la secuenciación, sino también la selección y generación de los materiales: las preguntas para el examen, las guías para las visitas a los museos, el formato para la actividad experimental y el cuestionario-guía para los videos.

Materiales previos	
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
1. <i>Examen diagnóstico</i>	Se aplica al inicio del tema con el propósito de indagar qué y cuánto saben los alumnos del tema, además es fundamental para la evaluación del aprendizaje final de los alumnos.
2. <i>Exposición por parte del profesor.</i>	Se da una introducción al tema de minerales a partir del uso de imágenes por computadora. Se aborda el tema desde la composición de la corteza terrestre y la formación de rocas hasta la definición de minerales y sus propiedades. Esta breve exposición proporciona información necesaria para la visita al Museo de Geología.
Materiales durante la visita al museo o los museos	
3. <i>Introducción</i>	La visita al museo se hace de manera grupal en compañía de la profesora quien organiza el recorrido y da una muy breve plática introductoria al inicio de la actividad.
4. <i>Recorrido</i>	Después de la introducción, se pide a los alumnos que contesten la “Guía de actividades”. En la Figura 1 se muestra una de las actividades de esta guía.
Materiales posteriores	
5. <i>Actividad experimental.</i>	Dentro del laboratorio escolar, cada uno de los equipos cuenta con conjunto de minerales que puede manipular, para observar sus propiedades físicas y químicas.
6. <i>Uso de TIC: Video</i>	Después de la actividad experimental se concluye el tema de minerales mediante la observación y comentarios de un par de videos sobre la mina de Naica: 1) “La cueva de los cristales gigantes de Naica” ² y “Giant crystal cave” ³ .

Tabla 1. Descripción de las actividades para la visita al Museo de Geología.

ACTIVIDAD 2.
Ya que conocieron de manera general el museo, vamos a trabajar únicamente en las salas donde hay minerales. Realicen lo siguiente:

1. Ubíquense primero en la sala de minerales (área central), ahora busquen el mineral **ALOCROMÁTICO** que se encuentra al fondo de la sala. Contesten lo siguiente:

a) ¿Cuál es su nombre y su fórmula química?

b) Si observan bien, dependiendo del color se le da diferentes nombres, completa la siguiente tabla y vayan tomando una foto representativa de cada uno (usa las hojas que sean necesarias):

NOMBRE COMPLETO DEL MINERAL ALOCROMÁTICO	ASPECTO FÍSICO (COLOR)	FOTOGRAFÍA

Figura 1. Actividad: Identificación de materiales alocromáticos (Museo de Geología).

² Tomado de: YouTube- La cueva de los Cristales Gigantes de Naica, (7 min)

³ http://channel.nationalgeographic.com/episode/giant-crystal-cave-3569/Overview#tab-Videos/05857_00, (6 min).

Las siguientes actividades sirven para hacer la transición del tema de minerales al tema de metales.

Materiales previos	
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
✓ <i>Lectura</i>	Lectura de un libro de divulgación ⁴ .
✓ <i>Cuestionario</i>	Se pide a los alumnos que elaboren - en equipo - un cuestionario con 20 preguntas relacionadas al texto. Esta última actividad tiene el propósito de que se vayan ejercitando en la formulación de preguntas. Una vez concluidos los cuestionarios, las preguntas se analizan de manera grupal, pero es el profesor quien puntualiza la pertinencia de las preguntas y los errores cometidos. Después de la introducción al tema de metales, es posible la realización de la visita al museo “Franz Mayer”: el objetivo de esta visita es que los estudiantes, al recorrer el museo, observen la importancia de los metales en la historia de México.
Materiales y actividades durante la visita	
✓ <i>Introducción</i>	La profesora organiza y da una introducción breve sobre el museo.
✓ <i>Recorrido</i>	Se realizan las actividades de acuerdo con la “Guía”. Ejemplos de las actividades que los alumnos realizan en este espacio se encuentran en la Figura 2.
Materiales posteriores	
✓ <i>Uso de TIC: Video</i>	En clase, los alumnos deben observar un video ⁵ , y responder – en equipo- un cuestionario. Se discuten y analizan las respuestas: primero en equipos, para favorecer la integración de los mismos y después en plenaria para entre todos y con la guía del profesor, aclarar dudas.
✓ <i>Planteamiento de preguntas</i>	Se pide a los estudiantes que realicen, primero de manera individual, una pregunta abierta de algún tema de su interés. Después, en equipo, se escoge alguna de las preguntas o se formula una nueva que será el tema de su investigación.

Tabla 2. Descripción de actividades para la visita al Museo Franz Mayer.

Análisis de la experiencia

Los resultados de estas actividades se ven directamente reflejados en las preguntas que los alumnos formulan para concretar su problema de investigación. Sin embargo, como la principal estrategia empleada es la visita a los museos, hay que detenerse a analizar con detalle los resultados de ésta.

⁴ Lectura en: Chamizo J.A y Garritz A. (1991) Química Terrestre. Fondo de Cultura Económica, Colección “La ciencia desde México” Número 97, México.

⁵ “Los metales: materiales para múltiples usos”, tomado de la página del canal Encuentro: www.encuentro.gov.ar.

Química III

ACTIVIDAD 1

VISITA AL MUSEO FRANZ MAYER

Antes de iniciar su recorrido, lean una breve información sobre el museo:



Ubicado en una construcción del siglo XVIII, el museo alberga la colección reunida por el alemán nacionalizado mexicano Franz Mayer (1882-1975) a lo largo de su vida. El museo está principalmente dedicado a las artes decorativas (mobiliario, trabajos de talla en madera, objetos de plata, marfil, cerámica de Talavera poblana, textiles y trabajos de herrería) con objetos procedentes de Europa, Oriente y la Nueva España (México). Reúne asimismo en su pinacoteca 42 del casi centenar de pinturas europeas antiguas (siglos XIV a XIX) que el señor Mayer logró juntar. También cuenta con esculturas devocionales procedentes de Europa, Nueva España y Guatemala.

Ahora den una vuelta por las salas del museo.

Recuerden que en esta ocasión, nos abocaremos a los objetos metálicos, así que después de recorrer el museo, contesten lo se pide a continuación:

1. ¿Qué metales son los que aparecen con mayor frecuencia?
2. De manera general, ¿Cuáles son los principales usos que se daban a estos metales? (incluir nombres de los objetos)
3. En la actualidad, ¿se usan los mismos metales y para lo mismo que antes?, ¿por qué?

Figura 2. Actividad: Identificación de materiales metálicos (Museo Franz Mayer).

Visitas a los museos

El análisis de estas visitas se dirige hacia dos aspectos fundamentales:

a) *El trabajo dentro del museo*

Para el trabajo dentro del museo (la visita) es muy importante que los estudiantes tengan claros los objetivos y las actividades que van a realizar, en otras palabras, la planeación y el diseño de las actividades es fundamental para que los estudiantes pongan atención a los aspectos que se requieren y no se aburran o desaprovechen la información que brinda el museo (Guisasola, 2005). Por otro lado, el acompañamiento del docente durante la visita, es determinante para el buen desempeño de los estudiantes porque varios de ellos manifestaron que les ayudó la presencia de la profesora, no sólo por la plática que se da al inicio y orienta hacia el trabajo que habrán de realizar solos, sino también porque se van aclarando dudas y se sienten “acompañados” (Guisasola *et al.*, 2005; 2006); de este modo, el docente se involucra tanto como los estudiantes en la tarea pues no sólo diseña y ayuda sino que se constituye como un *mediador* en su calidad de enlace entre el museo y la escuela (Sánchez-Mora, 2006).

b) *La socialización de los estudiantes*

En el desarrollo de la secuencia didáctica es fundamental el trabajo en grupo y más aún en las actividades desarrolladas dentro de los museos. Aquí lo importante es que los alumnos estén conscientes de la importancia de este trabajo tanto para el éxito de las actividades académicas como para la convivencia entre ellos.

Por otro lado, aunque el trabajo se realiza en grupos pequeños de estudiantes (equipos), es muy importante tomar en cuenta, en algún momento, las opiniones de cada uno de los estudiantes.

Finalmente, uno de los comentarios que nos proporcionó por escrito una estudiante y que quisiéramos mostrar porque manifiesta claramente un cambio de actitud hacia la visita al museo y el trabajo realizado en él es la siguiente:

“...la verdad confieso que cuando mandó las actividades, en mis adentros pensé: <chale, eso qué>, ja, ja pero pues después de hacerlo, me pareció muy original y de mucha ayuda esas actividades porque de alguna manera era como sacar lo mejor del museo, y realmente aprender de él, francamente, no me aburrí, y yo suelo aburrirme mucho en los museos y no aprendo nada, pero esas actividades (sobre todo las fotos etiquetadas) me parecieron entretenidas y buenas...”

Planteamiento de preguntas

Como se ha mencionado, las actividades previas sirven para dar a un panorama general del tema y a partir de ese conocimiento general, los estudiantes están en condiciones de plantear una pregunta sobre un tema de su interés. Esta pregunta es la que da origen a su tema de investigación, es decir, su *problema para aprender*.

Aunque existe una clasificación variada sobre los tipos de preguntas, una clasificación útil es la que las clasifica en cerradas, semi-cerradas y abiertas (Chamizo y Hernández, 2000), cuyas características se presentan a continuación:

- a) Pregunta cerrada: Se responde con una o dos palabras. La respuesta se encuentra en una página específica de un libro de texto o un cuaderno de apuntes. La respuesta es correcta o equivocada. Generalmente empiezan con *¿Qué...?*, *¿Dónde...?* o *¿Cuándo...?*
- b) Pregunta semi-cerrada: La respuesta es de al menos un par de oraciones y no se encuentra en un lugar determinado determinada de un libro o cuaderno; sin embargo, si se entiende el material que en ellos se presenta, se está en posibilidad de responderla. La respuesta puede ser correcta si está bien explicada, pero también puede estar equivocada. Generalmente empieza con *¿Cómo...?*
- c) Pregunta abierta: La respuesta requiere de al menos un párrafo y no se encuentra en un solo libro. La respuesta es correcta si está de acuerdo con la información mostrada en los libros y/o cuadernos de apuntes y además está bien explicada. Generalmente empiezan con *¿Por qué...?* o *¿Qué pasaría si...?*

Las que interesan para generar un problema de investigación, son las preguntas abiertas (o incluso las semi-cerradas si están bien contextualizadas), por ello, se pretende que los alumnos aprendan a construirlas. El primer paso para lograrlo, es pedirles el planteamiento de una pregunta de manera *individual*, este paso es importante pues los alumnos tienen que concentrarse en el tema y pensar en “algo” que tenga que ver con lo que han visto, pero que además les interese para saber más (Couso *et al.*, 2008; Córdova, 2005).

Algunos ejemplos⁶ de las primeras preguntas que se formularon son:

⁶ Hay que recordar que se trabajó con 45 alumnos por lo que se obtuvieron 45 preguntas distintas, para este trabajo se seleccionaron las que muestran, de manera general, los temas de interés de los alumnos.

PREGUNTA

- a) *¿Qué es la sustentabilidad de metales?*
- b) *¿Cómo saber exactamente la ubicación de cierto mineral para hacer excavaciones y de esa manera localizarlo?*
- c) *¿Qué tan importante ha sido el uso de los metales en el desarrollo tecnológico?*
- d) *¿Qué pruebas se deberían hacer para saber si en los meteoritos se encuentran otros metales aparte del hierro?*
- e) *¿Cuáles serían las principales consecuencias si se acabaran los metales?*
- f) *¿Cómo se crean los diamantes?*
- g) *¿Por qué la mayoría de los minerales su nombre termina en “ita”?*

Como se puede observar, en los ejemplos de las preguntas que se plantearon individualmente, los temas son diversos, algunas de las preguntas son abiertas y sin duda, son interesantes y relacionadas con sus propias inquietudes. Sin embargo, del análisis de cada una de ellas se encontró que no todas las preguntas eran idóneas como temas de investigación, por lo que había que replantearlas. Para hacer un nuevo planteamiento se hizo un análisis de las preguntas con el apoyo del profesor, por ejemplo: se las clasificó como abiertas, semi-cerradas o cerradas, se indicaron los errores de redacción, la falta de contexto, y se acotaron algunos temas al tiempo y posibilidades de solución. Debido a que el grupo era muy numeroso, fue necesario hacer la elección del tema de investigación y la formulación de la pregunta-problema en pequeños grupos de trabajo (equipos). Entre todos los integrantes del equipo, eligieron o reformularon una pregunta final. Las nuevas preguntas de cada uno de los once grupos de trabajo que se formaron, son:

PREGUNTA

- ¿Por qué hay tanta diversidad en los procesos de extracción del diamante?*
- ¿Por qué motivo los minerales presentan tan variada coloración?*
- ¿Por qué es imposible, químicamente, que exista la piedra filosofal?*
- ¿Cuál es el mejor proceso de reciclado del cobre?*
- ¿Por qué hay estalagmitas?*
- ¿Por qué actualmente se le da al oro importancia a nivel económico?*
- ¿Por qué es más utilizado el hierro en la construcción?*
- ¿A qué se debe la coloración de los fuegos artificiales?*
- ¿Por qué las condiciones de enfriamiento del magma intervienen en la cristalización de los minerales?*
- ¿Por qué es importante la plata para el sector económico de México?*
- ¿Por qué las formas del carbono tienen diferentes propiedades?*

Analizando las preguntas, se puede decir que gran parte de los temas elegidos están relacionados con lo observado por los estudiantes en los museos, por ejemplo: las diferentes formas del carbono, la cristalización o la “variada coloración” de los minerales son temas abordados en las actividades propias del Museo de Geología. Por otro lado, el interés por la importancia del oro o la plata en México probablemente derivó de lo observado en el Museo Franz Mayer, es decir el museo que cuenta con una amplia variedad de objetos litúrgicos realizados en oro y plata de la época virreinal de México y en el cual se trabajó la vinculación de los metales con la economía.

CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados de esta primera fase y que fueron confirmados por los resultados totales, puede concluirse que la visita a los museos es una estrategia que ayuda a complementar las actividades realizadas en el salón de clases pues permite a los estudiantes entrar en contacto con otros materiales, ambientes y actividades que los motivan a interesarse por el tema que se está estudiando (minerales y metales, en este caso). Además, contribuyen a la socialización de los alumnos no sólo con sus pares al interactuar en pequeños grupos, sino que se integran dentro de su propia sociedad: conocen su ciudad, reconocen parte de su historia y de los recursos de su país e integran estos conocimientos desde el punto de vista del aprendizaje de la ciencia.

Por otro lado, particularmente para la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas, la visita al museo cumple la función de contribuir al conocimiento general del tema para que a partir de las visitas generen preguntas que les permitan aprender resolviendo un problema que no queda acotado por lo que se ve en una clase tradicional, sino que se abre a una gran variedad de posibilidades: se vincula la química con la historia, el arte, la economía, la filosofía, etc.

Finalmente, cabe destacar que la selección que se tuvo de los museos aquí planteados obedeció tanto al tema que se pretendía abordar como al tipo de museos existentes en la Ciudad de México, sin embargo, la propuesta que aquí se plantea, no es excluyente, por el contrario, pretende mostrar que cualquier museo puede ser útil, tanto para el desarrollo de una estrategia como ABP como para favorecer el aprendizaje en general, siempre que el profesor tenga un papel activo en aspectos como: a) la selección del tipo de museos con los que trabajará de acuerdo a sus objetivos, b) la planeación y diseño de actividades (previas, durante y posteriores a la visita) y c) el acompañamiento y apoyo a los estudiantes durante todas las actividades propuestas. La perspectiva a futuro es hacer el diseño de una secuencia similar dirigida a otros temas del currículo y considerando otro tipo de museos.

Referencias

- Bachelard, G. (1979). *La formación del espíritu científico*, Siglo XXI, México.
- Chamizo J.A. e Izquierdo M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico, *Alambique*, 51, 9-19.
- Chamizo J.A. e Izquierdo M. (2005). *Toulmin's concepts and problem characterization in chemistry and chemistry teaching*, artículo presentado en la 8th History and Philosophy Science Teaching Group International Conference, Leeds.
- Chamizo, J.A y Hernández, G. (2000). Construcción de preguntas, la Ve epistemológica y examen ecléctico personalizado, *Educación Química*, México, p. 182-187.
- Chamizo J.A y Garritz A. (1991). *Química Terrestre*. Fondo de Cultura Económica, Colección "La ciencia desde México" Número 97, México.
- Colom, A. J. (2005). Continuidad y Complementariedad entre la Educación Formal y No formal, *Revista de Educación*, No. 338, p. 9-22.
- Córdova, J. L. (2005). El arte de resolver problemas, *Educación Química* 16[2], México, p. 260-278.
- Couso, D., Izquierdo, M. y Rubilar, C. (2008). Capítulo 3. La resolución de problemas en Rubilar, Cristian *et al*, (coord.) *Área y estrategias de Investigación en la Didáctica de las Ciencias*

- Experimentales*. Colección Formación en Investigación para profesores, Vol. 1, UAB, España, p. 59-81.
- Díaz-Barriga, F. y Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. 2ª ed. McGraw-Hill, México.
- Durant, J. (ed.) (1997). *Museums and the public understanding of science*, Science Museum, London.
- Guisasola, J. et al. (2005). Diseño de estrategias centradas en el aprendizaje para las visitas escolares a los museos de ciencias, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2[1], pp. 19-32.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2007a). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones, *Enseñanza de las Ciencias*, 25[3], pp. 401-414.
- Guisasola, J. et al. (2007b). Comprensión de los estudiantes de la teoría especial de la relatividad y diseño de una visita guiada a un museo de la ciencia, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4[1], pp. 2-20.
- Irazoque, G. (2005). Más problemas, ¿para qué?, *Educación Química*, 16 [2], México, p. 279-283
- Izquierdo M. (ed) (2005) Resoldre problems per aprendre, *EINES d'Innovació Docent en Educació Superior*, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, España.
- Falk, J.H. and Dierking, L.D. (2000). *Learning from Museums*, Altamira Press, Walnut Creek.
- Mazón, J. J. y Gatica, F. (2007). Relación de las teorías y estrategias de aprendizaje con el Aprendizaje Basado en Problemas en Martínez González, Adrián et al. *Problemas en Aprendizaje Basado en Problemas en la enseñanza de la medicina y las ciencias de la salud*, ETMSA, México, p. 1-13.
- Quesada, M. R. (2008). *Cómo planear la enseñanza estratégica*, Limusa, México.
- Sánchez-Mora, M. del C. (2006). La exposición museográfica como apoyo a la enseñanza de la mecánica cuántica, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, Vol. 11, No. 30, 913-942.
- Sánchez-Mora, M. del C. (2002). El Museo de las Ciencias como foro educativo, *Perspectivas docentes*, Segunda época, No. 27, Universidad Autónoma de Tabasco, p. 50-62.
- Ten, A. (2001) Els museus d'avui dia. El Museu de la Ciència de València *L'Espill*, 2ª época, nº 7, 157-164. Consultado en su primera versión en español, en: <http://www.uv.es/ten/cac.html> [Consultada: 2 de febrero de 2010].