¿CÓMO PODEMOS UTILIZAR EN GEOLOGÍA EL PLANTEAMIENTO Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS?

How can we work through problem-solving in Geology?

Mercedes Jaén (*)

RESUMEN:

Los argumentos a favor del planteamiento y resolución de problemas para la enseñanza de la Geología nos conducen a una serie de reflexiones sobre su utilización en el aula y sobre las ventajas e inconvenientes que se derivan de su puesta en práctica.

ABSTRACT:

The arguments in favour of problem-solving in the teaching of Geology leads us to a series of reflections as regards their implementation in the classroom and the advantages and disadvantages that this involves in practice.

Palabras clave: *resolución de problemas; geología; puesta en práctica.*
Keywords: *problem-solving; geology; implementation.*

EL PLANTEAMIENTO Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA GEOLOGÍA.

Desde nuestra perspectiva, el planteamiento y resolución de situaciones problemáticas debería ocupar una posición más relevante en el desarrollo de los programas de Geología. Esto no significa que vayamos a defender un currículum basado en problemas -aunque nos parece lícita la defensa que realizan algunos autores- ni tampoco pensamos que los problemas sean una especie de panacea que solucione todos los retos educativos que tenemos los profesores. Simplemente pensamos que son una estrategia de aprendizaje muy válida en Geología por una serie de razones que argumentaremos a continuación.

Una gran parte de los contenidos escolares se presentan como el resultado de un proceso de construcción del que no se hace partícipe al alumno en ningún momento; parece un discurso centrado en las conclusiones, no contiene preguntas o interrogantes sólo las soluciones (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Esto es peligroso porque, si obviamos las grandes cuestiones que llevaron a la construcción de los conocimientos, desaparece el componente que puede hacer menos arbitrario para los estudiantes el contenido conceptual de las ciencias geológicas. Esto no resulta coherente con la idea de que hacer ciencias es resolver problemas; parece que mayoritariamente aceptamos la afirmación de Bachelard (1938): *...todo conocimiento es la respuesta a una cuestión. Si no hay cuestión, no puede haber conocimiento científico"*...aunque en mucha menor medida "lo practiquemos".

Casi todos podemos compartir que la resolución de problemas es una actividad importante en nuestras vidas; un proceso que cualquiera de nosotros aborda a diferentes niveles de sofisticación cada vez que realiza una tarea o toma una decisión. Desde este punto de vista, sería necesario que la sociedad dispusiera de ciudadanos bien formados en esa estrategia, que sean capaces, creativos e innovadores en la búsqueda de soluciones. (Watts, 1991).

Sin embargo, hemos de diferenciar entre los problemas cotidianos y los científicos. Existen muchas situaciones reales en las que nos planteamos cuestiones relacionadas con la geología: la elección de una roca para la encimera, ubicación de un rompeolas, localización de la casa, etc. En estos casos consideramos resuelto el problema cuando hemos alcanzado una solución práctica (no se nos estropea la encimera, el rompeolas ha estabilizado la playa,...) aunque no logremos explicar, comprender y, en muchos casos, valorar cómo hemos alcanzado ese resultado. Lo cierto es que se hace un uso muy limitado del conocimiento científico en la solución de problemas cotidianos, y si queremos paliar estas deficiencias deberíamos conceder más importancia y significado a la resolución de problemas en su formación científica.

Tampoco podemos olvidar que existe una diferencia en cuanto a los objetivos en la resolución de problemas cotidianos y científicos. En los primeros, lo que verdaderamente nos interesa es la solución y mucho menos la explicación; mientras que en los segundos la finalidad no está tanto en tener éxito como comprender porqué y poder aplicarlo a nuevas situaciones. Otras diferencias son los procesos científicos que se ponen en funcionamiento y los procedimien-

(*) Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Fac. de Educación. Univ. de Murcia. Campus de Espinardo s/n. 30100 Murcia. E-mail: mjaen@fcu.um.es

tos de indagación utilizados. Con estas diferencias no es extraño que los alumnos no apliquen sus conocimientos sobre las ciencias en la solución de problemas cotidianos, ya que están acostumbrados a que los científicos tengan un formato muy característico. Los problemas escolares deberían estar a medio camino entre unos y otros, y servir como puente entre ambos conocimientos (Pozo *et al.* 1994).

Además puede ser una buena ocasión para dar una imagen más real del trabajo científico. Al plantear problemas abiertos, se puede desmontar la idea de una metodología científica segura en la que siempre se "llega al éxito" y el error es culpa del investigador o de la técnica, pero nunca de las ideas. La presencia de situaciones confusas nos dará una imagen más real del carácter social y del progreso de las ciencias. Probablemente será necesario trabajar en equipo, lo que derivará en discusión, argumentaciones y propuestas de sugerencias. Y lo más importante, se hará patente el poder y las limitaciones de la Ciencia; su papel dentro de la sociedad y las fuerzas que impactan sobre ella serán más evidentes para el alumno.

La resolución de problemas abiertos puede desarrollar el potencial de pensamiento creativo de los estudiantes. La creatividad y la originalidad no podemos enseñarla, pero sí podemos colocarlos ante situaciones que les animen a ejercitarlas y posteriormente analizar con ellos los resultados que han producido sus ideas.

Incluso, las propuestas curriculares, tanto en la Educación Primaria como en Secundaria reconocen en sus objetivos y contenidos la importancia del planteamiento y resolución de problemas, cita textualmente que al final de la Educación Obligatoria se debe lograr que el alumno "*elabore y desarrolle estrategias personales de identificación y resolución de problemas en los principales campos de conocimientos mediante la utilización de unos hábitos de razonamiento objetivo, sistemático y riguroso, y aplicarlas espontáneamente a situaciones de la vida cotidiana*".

Por último, queremos insistir en que cuando un alumno se plantea una situación problemática, se producen situaciones favorables para su aprendizaje. La resolución de problemas proporciona a los estudiantes la posibilidad de explicar y defender sus ideas, es un proceso mediante el cual se pueden adquirir comprensión, conocimiento, destrezas y actitudes en el contexto de una situación familiar y aplicando el aprendizaje a cada situación (Wheatley, 1991). También es una manera de que indaguen sobre las cosas, aprendan procedimientos y procesos, y se cuestionen sus propias ideas. Los alumnos pueden comparar sus ideas iniciales con las que han obtenido a lo largo de la resolución del problema, de esa forma utilizan algo que han dicho ellos mismos no el profesor. Se incrementa, por tanto, la intencionalidad hacia el aprendizaje. Por otra parte, las estrategias utilizadas durante la resolución se incluyen en su memoria junto con el problema. Esto lleva a que la información sea recordada más fácilmente cuando se enfrenta a otro problema en el cual la información es relevante.

PERO ¿DE QUÉ PROBLEMAS ESTAMOS HABLANDO?

Cuando hablamos de problemas podemos estar refiriéndonos a distintas actividades de enseñanza que sólo tienen en común el nombre que reciben. Tradicionalmente se ha usado este término para describir tareas que se podrían considerar ejercicios, en los que los alumnos ejercitan habilidades o técnicas ya adquiridas y en los que, además, solo existe una respuesta correcta; un ejemplo característico podrían ser los "problemas" de genética. Nosotros no nos referimos a este tipo de "problemas", estamos hablando de una situación o conflicto para la que no tenemos una respuesta inmediata, incluso ni siquiera sabemos qué información necesitamos para conseguir dicha respuesta (Garret, 1995).

Según Pozo *et al.* (1994) la diferencia entre ejercicios y problemas está en el contexto en que se plantea la tarea, en el alumno que se enfrenta a ella (una misma situación puede ser un problema para una persona mientras que para otra ese problema no existe) y en los procedimientos requeridos en cada caso. Así, la diferencia básica sería que los ejercicios requieren el uso de técnicas (rutinas sobreaprendidas) mientras que los problemas hay que abordarlos mediante estrategias (planificación consciente de los pasos que pueden seguirse y de las consecuencias que se derivarían de cada uno de ellos). Las técnicas se automatizan y son más eficaces cuando se aplican de forma no consciente; en cambio las estrategias deben ser deliberadas y son el producto de una reflexión consciente. Obviamente, el dominio de las técnicas constituyen la base para la aplicación de estrategias; así, los ejercicios cumplen una importante función didáctica, pero en ningún caso deben confundirse con los problemas.

Según los argumentos desarrollados previamente, consideramos el planteamiento y resolución de situaciones problemáticas abiertas como una estrategia educativa muy útil para enseñar Geología y que los alumnos consigan transferir lo aprendido a la vida real. Ahora bien lo importante sería tener claro cómo usar este tipo de actividades en el aula, pues somos conscientes de que su utilización puede entrañar algunos "problemas" como: ¿Con qué objetivos lo proponemos?, ¿qué modelo de problema?, ¿cuál debe ser el papel del profesor durante su desarrollo?, ¿cómo integrarlo en el curriculum?, ¿cómo evaluar sus resultados?,...

¿CÓMO PODEMOS UTILIZAR EN EL AULA EL PLANTEAMIENTO Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS?

Vamos a reflexionar sobre estas cuestiones previas a través del planteamiento de una serie de interrogantes concretos que nos permitan revisar aspectos relevantes que se pueden plantear los profesores al planificar y desarrollar en el aula este tipo de actividades.

¿Se pueden proponer problemas sobre cualquier tema?

Existen multitud de temas, en Geología, sobre los que se puede plantear la enseñanza a través de problemas. Sin embargo, antes de acometer el diseño de la tarea conviene reflexionar sobre su proceso de resolución; y en este sentido, no nos parece muy adecuado abordar este tipo de estrategia cuando el proceso está ligado a contenidos o procedimientos que presentan una dificultad técnica manifiesta, se alejan excesivamente de las capacidades de los alumnos o se necesita la utilización de modelos simplificados que podrían inducir a errores.

¿Cómo plantear un problema científico que sea relevante para los alumnos?

En principio si queremos interesar a los estudiantes, la situación de partida debe ser más atractiva que los epígrafes de los libros de texto. Es muy importante que responda a interrogantes que se puedan plantear los propios alumnos, pues si lo consideran una cuestión alejada de sus intereses o conocimientos, difícilmente se implicarán en su resolución. Y ahí es donde está precisamente la dificultad de la tarea; no podemos esperar que los estudiantes se planteen "auténticos problemas", pues ellos solo se formulan preguntas puntuales, que difícilmente conducen a algún problema científico; no se nos puede ocurrir que se planteen espontáneamente cómo se forma un volcán y desde luego, nunca tendrá el mismo atractivo de cómo se hacen los bebes. Por ello, el reto será despertar en ellos la necesidad de resolver el problema y no solamente el deber de hacerlo. En este sentido podemos partir de distintas situaciones:

a) Partir de un problema científico que se ha planteado a lo largo de la historia de la Geología, por ejemplo: ¿Cómo se han formado los fósiles? ¿Cómo se han formado las montañas?, ¿Cuál es la edad de la Tierra?, ¿Cuál es el origen de las aguas subterráneas?,... En su resolución, los estudiantes podrán disponer de documentación sobre algunos debates que se han mantenido históricamente alrededor de diversas teorías geológicas. Mediante este enfoque, podrían percibir una imagen más real de la Geología y de su evolución.

b) Partir de la vida cotidiana de los alumnos en Geología puede parecer más difícil que en otros ámbitos científicos, pues parece que existe una idea general que la relaciona exclusivamente con los volcanes y terremotos. Sin embargo, estamos continuamente en contacto directo con ella aunque no seamos conscientes. Por ejemplo, se pueden proponer cuestiones cómo: ¿De donde proceden los materiales de los que está hecha mi casa? ¿Cuál es la mejor roca para pavimentar una carretera? ¿Por qué se ha estropeado la encimera de la cocina?, ¿Qué ha cambiado en mi playa la construcción del puerto deportivo?,...En estos casos la utilidad es directamente perceptible por el alumno, ya que lo sitúa en el centro de la cuestión, como primer beneficiario. Pensamos que esto puede contribuir a incrementar su interés por su estudio e, incluso fomentar una actitud positiva hacia el conocimiento de una materia a la que encuentran poca utilidad fuera de su entorno escolar.

c) Partir de un imprevisto o una noticia de actualidad como por ejemplo: ¿Cómo se podrían paliar los efectos de la sequía en nuestra zona?, ¿Qué pasa con los trasvases?, ¿Por qué frecuentemente se producen grietas en el túnel de la carretera….?, ...Algunos autores como Sauvageot-Skibine (1995) propone utilizar películas como "Viaje al centro de la Tierra", "Parque Jurásico", "En busca del fuego",… aunque, en estos casos, puede haber una dificultad añadida: pasar del mundo irreal a una perspectiva científica.

d) Consideramos muy interesante partir de una situación problemática interdisciplinar, aunque somos conscientes de las dificultades añadidas que suponen implicar a nivel operativo a distintos profesores, materias, seminarios, etc., creemos que este tipo de problemas puede dar al alumno la posibilidad de integrar los conocimientos geológicos en una problemática más general que afecta a otras disciplinas, al mismo tiempo que se promueve una visión de las ciencias más integradora y complementaria de la que habitualmente percibe el alumno. Por ejemplo, ¿Cuál es el impacto ambiental producido por los incendios forestales?, ¿Cuál es el efecto de la contaminación atmosférica en la alteración de monumentos?, ¿Cuál será la mejor localización de un vertedero?,……

En cualquier caso, el profesor debe plantear una situación problemática que ponga en juego la curiosidad de los alumnos y que mediante un "desvío" llegue a ser un problema científico. Así los estudiantes no buscan directamente la solución a un problema académico, sino que tratan de responder a cuestiones propias y, para hacerlo, necesitan construir contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

¿Cómo debe de ser el enunciado?

El profesor presenta un problema y supone que los alumnos son capaces de entenderlo. Sin embargo, cada persona ha de identificar el problema y para ello, es necesario comprender el enunciado. Si éste es inadecuado para las capacidades de comprensión del que ha de resolverlo, resulta imposible plantear el proceso de resolución (Sánchez Jiménez, J.M., 1995). Las dificultades pueden estar en que el enunciado sea excesivamente académico, en el lenguaje utilizado (complejidad, vocabulario, amplitud,...) y en la cantidad y calidad de la información suministrada.

¿Qué objetivos de enseñanza pretendemos?

El planteamiento está condicionado por las intenciones educativas del profesor, y éstas no coinciden en todos los casos. Por ello, debe ser consciente del propósito específico y los resultados que espera alcanzar y, en base a esto, adaptar la actividad a las necesidades y capacidades de los alumnos. En este

sentido, se pueden utilizar como actividades de iniciación (motivación y/o explicitación de sus ideas), de desarrollo o reestructuración (ampliación, modificación, sustitución, etc. de sus conocimientos), de aplicación de las ideas en otros contextos diferentes o de revisión para reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje.

Todo ello estará directamente relacionado con la secuencia de enseñanza que utilicemos. Partiendo de que no proponemos un currículum organizado sólo a través de problemas, podríamos decir que se pueden integrar en cualquier parte, dependiendo de la secuencia de instrucción que hayamos establecido para los diferentes temas: desde actividades esporádicas realizadas en una o varias sesiones hasta problemas más complejos desarrollados a lo largo del curso con contenidos interdisciplinares, incluyendo salidas. Lógicamente estas últimas necesitarían mucho material y distintos profesores, además de un cambio en la organización escolar.

¿Qué habilidades necesita el alumno?

Antes de acometer este tipo actividad debemos ser conscientes que los alumnos necesitan aprender habilidades y técnicas, sin las cuales no podrán resolver ningún problema. Ahora bien, también puede suceder que tengan las capacidades necesarias pero no las utilicen por diversos motivos, normalmente relacionados con su actitud frente a un aprendizaje concreto: que no sea significativo, no lo identifique como problema o no esté dispuesto a planteárselo como tal. Enseñar a resolver problemas no consiste sólo en dotar a los alumnos de destrezas y estrategias eficaces sino de crear en ellos el hábito y la actitud de enfrentarse al reto que supone encontrar una respuesta y convertir la realidad en un problema que merece ser indagado y estudiado (Pozo *et al.* 1994).

En cualquier caso, el profesor puede estructurar y guiar la situación en diferentes grados, en función de la complejidad conceptual y procedimental de la tarea y de las dificultades o inexperiencias de los alumnos. Esto podría prevenir un posible fracaso al presentar al estudiante una situación en la que de forma autónoma debe tomar decisiones, cuando está habituado a realizar sólo actividades totalmente dirigidas.

Se pueden establecer distintos niveles de dirección del profesor que serán inversamente proporcionales al grado de participación del alumno. Podríamos considerarlo como un continuo entre un primer nivel en el que el profesor propone el problema y las reglas para obtener la solución hasta un último nivel en el que son los estudiantes los que plantean la cuestión a investigar y la estrategia para resolverla.

¿Qué modelo de resolución de problemas podemos utilizar?

Seleccionar un modelo de resolución de problemas supone elegir una estructura general diferenciada en distintas fases que nos ayudará a diseñar las tareas que podemos abordar durante su desarrollo.

En la Tabla 1 se proponen cuatro modelos diferentes diseñados para la Educación Secundaria, excepto la propuesta de Williams y Jinks (1985) que corresponde a Primaria. Aunque son modelos distintos si se pueden identificar algunos aspectos comunes. En primer lugar, todos son itinerarios cíclicos, pueden volver al principio si el proceso no ha sido el adecuado y por otra parte, se observa cierta coincidencia en cuanto a las fases: una vez planteado el problema, los estudiantes se enfrentan a él identificando las cuestiones relevantes y proponiendo estrategias para su resolución; luego llevan a cabo la investigación propiamente dicha y obtienen unos resultados a partir de los cuales establecen conclusiones; y finalmente evalúan tanto los resultados como el proceso seguido.

Williams & Jinks (1985)	APU (1987)	Sauvageot-Skibine (1995)	Gil y Martínez Torregrosa (1987)
1. Necesidad del problema	1. Planteamiento del problema	1. Planteamiento del problema	1. Planteamiento del problema
2. Generación de ideas	2. Identificación del problema		2. Análisis de la situación y emisión de hipótesis
3. Búsqueda de información	3. Planificación de la investigación	2. Recopilación de información	3. Elaboración de estrategias de resolución
4. Elección de ideas			
5. Realización	4. Realización		4. Resolución del problema
	5. Recogida de datos		
	6. Interpretación de resultados	3. Análisis de datos	5. Análisis e interpretación de resultados
		4. Establecimiento de conclusiones	
6. Evaluación	7. Evaluación		
7. Aceptación/Modificación/Rechazo		5. Planteamiento de nuevos problemas	

Tabla 1. Modelos de resolución de problemas

¿Cómo son las tareas que debe realizar el alumno?

Wheatley (1991) propone una serie de recomendaciones en cuanto a las tareas que han de planificar los profesores: deben ser un reto abordable por la mayoría de los estudiantes, que les anime a plantearse cuestiones, tomar decisiones, que promuevan la discusión y comunicación entre ellos y, si es posible, divertida.

Una actividad de este tipo plantea incertidumbres en su realización y los estudiantes no serán capaces de completarlas sin la ayuda del profesor. Se necesita alguna guía que les ayude a dar el salto entre los trabajos dirigidos y los problemas abiertos. En ella no se le dice al alumno lo que tiene que hacer; en lugar de eso, se le pregunta sobre lo que piensa hacer, por qué, qué necesitaría, qué ha averiguado, etc. Esto tiene una ventaja añadida y es que el profesor tiene la oportunidad de conocer lo que está pensando el alumno cuando realiza la investigación y, en este sentido, le puede servir como instrumento de evaluación posterior.

Por lo tanto, sería conveniente que los alumnos dispusieran de una hoja de planificación en la que mediante cuestiones se le ayudara a progresar en la actividad. Además, también es necesario un modelo de informe en el que reflejen los resultados obtenidos y la reflexión sobre los resultados, las estrategias utilizadas y los problemas que quedan sin resolver y que dejarían la puerta abierta a posteriores investigaciones (Jaén y García-Estañ, 1997). Con la utilización de estos materiales podemos conocer: cómo han interpretado los alumnos el problema, los conocimientos que utilizan, sus ideas sobre la investigación y sus reflexiones sobre los resultados y el proceso que han seguido.

¿Cuál es el papel del profesor durante el desarrollo de la actividad?

El principal problema podría ser la inexperiencia de los profesores en este tipo de situaciones abiertas. Una situación abierta no significa que el profesor no pueda intervenir, sino que la naturaleza de la intervención es diferente ya que el principal objetivo es estructurar y guiar la situación. Los profesores han de controlar que se incluyan todos los objetivos de aprendizaje previstos durante la planificación; durante el desarrollo de las tareas deberán ayudar a los estudiantes, animarlos a hablar libremente y a examinar cualquier dato u opinión planteada. Mientras que los alumnos deben ser los agentes productivos del proceso, compartiendo y negociando sus construcciones con sus compañeros y con el propio profesor.

¿Cómo se organiza el material necesario?

El planteamiento y resolución de problemas necesita mucho material y mucho tiempo para realizarlas, lo cual se enfrenta a la habitual organización horaria de los centros. En cuanto a los recursos que dispone el alumno al empezar la investigación, nos hemos de mover entre dos extremos: si tiene a su disposición todos los materiales disponibles en el seminario, laboratorio, biblioteca, etc.; puede tener dificultades para seleccionar lo que necesita, y por otra parte, puede ser negativo proporcionarles sólo los que va a necesitar; pues el alumno perderá autonomía. Creemos que es difícil predecir todos los posibles procedimientos; una situación intermedia sería proveer de un material limitado pero amplio para que pudiera dar lugar a la elección de distintas estrategias, pero dejar claro que no tienen que usarlo todo ya que es una propuesta de material a largo plazo y que puede servir en actividades posteriores.

Un aspecto importante será asegurarnos de la validez de los recursos materiales para los estudiantes y si contienen la información requerida. Aunque debemos recopilar otros recursos extra, principalmente libros de referencia, como garantía de que se dispone de herramientas suficientes para hacer factible la resolución.

¿Cómo se evalúa?

Pensamos que este es uno de los principales aspectos a tener en cuenta por el profesor al planificar este tipo de actividad. Al evaluar el problema, no sólo nos interesan los resultados alcanzados por los alumnos, sino que también nos debe proporcionar información sobre el proceso seguido, y esto nos conducirá al diseño de instrumentos que nos permitan valorar ambas cuestiones. Woolnough y Toh (1990) piensan que no se puede separar la evaluación de los diferentes contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) y proponen una evaluación holística de la investigación completa en la que tienen un gran peso los informes escritos del alumno, que nos dan idea de lo que realmente ha hecho. Estos autores plantean un tipo de informe general con unas categorías que corresponden a las establecidas en el proyecto APU (Assesment of Performance Unit); claramente generalizable y aplicable en cualquier tipo de investigaciones.

En cualquier caso será muy útil una reflexión conjunta sobre el camino recorrido. Esto puede ayudar a los alumnos a concienciarse de las estrategias que han llevado a cabo, al reconocimiento de los errores y la contrastación con sus ideas iniciales. Mientras que los profesores deberán reflexionar sobre la eficacia de las tareas, los materiales, su actuación en el aula, dificultades, etc.

¿CUÁLES PUEDEN SER LAS VENTAJAS Y DIFICULTADES DE SU UTILIZACIÓN EN EL AULA?

Una vez planteadas las cuestiones que hemos considerado esenciales para la planificación de este tipo de tareas, mostraremos las principales ventajas y dificultades que, según opinión de profesores y alumnos, presenta su puesta en práctica. Estas ideas corresponden a estudiantes y profesores de Educación Secundaria y Bachillerato que se han visto implicados en la resolución de problemas concretos a través de cursos o seminarios.

En primer lugar hemos de señalar que los profesores encuestados no habían planteado problemas en sus clases con anterioridad, sin embargo, se mostraron dispuestos a utilizar este tipo de estrategia si dispusieran de un banco de problemas.

Los profesores enfrentados a este tipo de situaciones se muestran a la vez satisfechos e inquietos. Por una parte manifiestan una serie de ventajas como: el aumento de la motivación del alumno, la integración de los contenidos correspondientes a distintas disciplinas, la aplicación de contenidos en problemáticas reales cercanas al alumno y el desarrollo de una actitud positiva hacia el aprendizaje de las ciencias.

Sin embargo, algunos se muestran reticentes en cuanto al aprendizaje de contenidos conceptuales que se pueden lograr. Anotan el hecho de que el método parece insistir en los procedimientos ligados a la resolución de problemas y no en la adquisición de conocimiento sobre hechos y conceptos.

En cuanto a las dificultades, su mayor preocupación es el cambio que supone en el papel tradicional del profesor, el camino a seguir no está trazado previamente y además puede no ser igual para los distintos alumnos. Este cambio precisa una habilidades para orientar y guiar a los estudiantes en este proceso que estará directamente relacionado con su concepción de la enseñanza. Otros aspectos que señalan son: la preparación de los materiales, la "necesidad" de acabar el programa, la reducción de contenidos, la adaptación de los alumnos a un trabajo más autónomo, la disciplina, el control de los objetivos de aprendizaje y la evaluación.

En el caso de los alumnos, su satisfacción la expresan espontáneamente y no sólo porque se trata de una situación nueva, les parece un método más "divertido" y les gustaría mantenerlo en el resto de los temas. Aunque hemos de precisar que hay un número limitado, que precisamente coincide con los denominados "buenos alumnos", que prefieren la guía del profesor y el trabajo individual.

Apuesta para el futuro:

Por último, queremos señalar que somos conscientes del reto que supone para el profesor pasar de un curso magistral o dialogado, en el que los alumnos son activos, pero con un desarrollo previsto por el profesor a una situación problemática en la que hay que seguir la lógica del alumno. Pensamos que este tipo de estrategia es una apuesta interesante para el futuro, por lo tanto, no es nuestra intención promover ningún cambio brusco sino más bien adaptar las situaciones actuales. Nuestro principal objetivo en este trabajo ha sido el planteamiento de una serie de cuestiones abiertas que podrán ser objeto de discusión y confrontación durante el desarrollo del taller, mediante la utilización de problemas concretos diseñados para la enseñanza en diferentes niveles educativos.

BIBLIOGRAFÍA

APU (Assesment of Performance Unit) (1984). *Science Development*. Department of Education and Science. London

Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Vrin. Paris

Garret, R. M. (1995). Resolver problemas en la enseñanza de las Ciencias. *Alambique* 5, 6-15.

Gil, D. y Martínez Torregrosa, J. (1987*). La resolución de problemas de Física. Una didáctica alternativa*. Madrid: MEC y Vicens Vives.

Jaén, M. y García-Estañ, R. (1997). Una revisión sobre la utilización del trabajo práctico en la enseñanza de la Geología. Propuestas de cambio. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 5.2. 107-117.

Pozo, J.I.; Pérez, M.P.; Domínguez, J.; Gómez, M.A. y Postigo, Y. (1994*). La solución de problemas*. Ed. Aula XXI Santillana. Madrid.

Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1998). *Aprender y enseñar Ciencias*. Ed. Morata. Madrid.

Sánchez Jiménez, J.M. (1995). Comprender el enunciado. Primera dificultad en la resolución de problemas. *Alambique* 5., 37-45.

Sauvageot-Skibine, M. (1995). Une situation-problème en Géologie: Un detour de l'anecdotique au scientifique. *ASTER* 21, 137-160.

Watts, M. (1991). *The science of problem-solving. A practical guide for Science Teachers*. Casell Education. London.

West, M. (1992). Problem -based learning- a viable addition for secundary school science. *School Science Review*, 73 (265), 47-55.

Wheatley, G.H. (1991). Constructivist perspectives on Science and Mathematics learning. *Science Education*. 75.1., 9-21.

Williams, P. Y Jinks, D. (1985*). Design and Technology* 5-12, Brighton: Palmer Press.

Woolnough, B.E. y Toh, K.A. (1990). Alternative approaches to assessment of practical work in science. *School Science Review*. 71. 256., 127-131. ■