

UNA REVISIÓN SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL TRABAJO PRÁCTICO EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOLOGÍA. PROPUESTAS DE CAMBIO.

A revision on the use of practical work in the Teaching of Geology. A proposal of change.

Mercedes Jaén y Remedios García-Estañ (*)

RESUMEN:

En este trabajo se revisan algunos de los problemas que condicionan la eficacia de los trabajos prácticos habituales y tras analizar sus posibilidades en el ámbito de la Geología, se propone la utilización de investigaciones guiadas como medio de superar algunos de los problemas detectados, señalando los cambios que sería necesario introducir para lograrlo.

ABSTRACT:

In this paper some of the problems which condition the effectiveness of current practical work are revised and their approach analyzed within the field of Geology. We propose the use of guided investigation to overcome some of these problems and highlight the changes necessary to achieve this.

Palabras clave: Trabajos prácticos, Educación Secundaria, Geología.

Keywords: Practical work, Secondary Education, Geology.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años es frecuente encontrar investigaciones que hacen referencia a numerosos problemas, dificultades y deficiencias en aspectos cruciales de la enseñanza de las ciencias en los tramos de la enseñanza obligatoria, que están ligados al enfoque de los trabajos prácticos. Aunque no se refieren concretamente al ámbito de la Geología, nos parece que la problemática es generalizable y, por lo tanto, la consideramos común a todas las ciencias. Alguna de las principales dificultades y problemas que se señalan son:

- La realización de actividades prácticas que responden a un enfoque inductivista ya superado, que da prioridad a una observación supuestamente objetiva, sin relación con la teoría, ha determinado que se utilicen para obtener una información sobre hechos/datos, más que como un modo de explorar y desarrollar la comprensión conceptual. (Hodson, 1992).

- La existencia de posibles discrepancias entre la percepción del profesor y la de los alumnos sobre los objetivos de la actividad, el contexto en el que se incluye y los resultados alcanzados. (Osborne y Freyberg, 1991; Tasker, 1981).

- No se tienen en cuenta las ideas, destrezas y actitudes que poseen los alumnos por lo que, en muchas ocasiones, las actividades prácticas se encuentran alejadas y no relacionadas con sus capacidades e intereses. (Tamir, 1991).

Esta imagen puede ser frustrante y un poco desalentadora, sobre todo desde el punto de vista de las

altas expectativas que se han puesto siempre en la realización de actividades prácticas. Parece necesario reflexionar sobre estos problemas, con objeto de lograr una visión suficientemente amplia sobre la situación de los trabajos prácticos en nuestro país.

En primer lugar, pretendemos mostrar algunas de las diferencias detectadas entre el nuestro y otros contextos educativos, para posteriormente presentar ciertas modificaciones normativas del Currículo Oficial para la ESO, que afectan a la orientación de los trabajos prácticos. Después valoramos la adecuación de las ideas de los profesores y los libros de texto a estas modificaciones y repasamos las propuestas e innovaciones sobre los trabajos prácticos en la enseñanza de la Geología en publicaciones españolas. A continuación planteamos lo que consideramos fundamentos de las actividades prácticas y analizamos diferentes propuestas de trabajos prácticos para la enseñanza de la Geología destacando especialmente las ventajas de las investigaciones guiadas. El trabajo finaliza precisando los cambios que consideramos necesario introducir para superar gran parte de los problemas detectados.

¿EXISTEN DIFERENCIAS EN ESPAÑA RESPECTO A OTROS PAÍSES?

En los años sesenta se realizaron en E.E.U.U. y Gran Bretaña importantes proyectos de enseñanza, como el Nuffield, BSCS, CHEM,... en los que se promocionaba el trabajo práctico para la comprensión de los contenidos conceptuales mediante un enfoque de descubrimiento dirigido, en el que se mezclan las propuestas progresistas que ponían énfasis

(*) Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad de Murcia. Campus Espinardo. 30100 Murcia

fasis en el aprendizaje mediante la investigación y el descubrimiento por parte del alumno, con las ideas inductivistas sobre la metodología científica, que según (Hodson, 1994; Kirschner, 1992; Millar y Driver, 1987) podría dar lugar a una comprensión incoherente y distorsionada del trabajo científico.

Hacia mitad de los años setenta se planteó en Gran Bretaña un gran debate público que desembocó en el proyecto SSCR, que dio lugar a un cambio en los objetivos y contenidos de los planes de estudios para secundaria. Éste proyecto concebía la enseñanza y aprendizaje de las ciencias enfocados hacia los *procesos de la ciencia*, partiendo de la idea de que éstos son independientes del contenido y generalizables a otros contextos, una postura que fue y sigue siendo cuestionada por muchos autores. (Hodson, 1996; Millar y Driver, 1987).

Barberá y Valdés (1996) en su revisión sobre el trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias concluyen que a pesar de la abundante investigación realizada, los resultados obtenidos no despejan las principales incógnitas planteadas. En lo que sí coinciden es en que el auténtico valor del trabajo práctico reside en el desarrollo de actitudes y habilidades cognitivas de alto nivel intelectual, más que en la adquisición de destrezas y técnicas manipulativas, sin embargo hay pocos indicios de que el trabajo práctico "real" ayude a la consecución de estos objetivos.

En nuestro país, desde principios de siglo hasta 1936, aparecen numerosas propuestas sobre la realización de actividades experimentales basadas en una aproximación a la metodología científica y que exigían un mayor protagonismo del alumno. Sin embargo, la práctica educativa difería de las recomendaciones de los investigadores y la administración educativa, cuestión todavía no superada en la actualidad.

Hasta 1971 con la Ley General de Educación no aparecen novedades. En esta reforma de la enseñanza, se proponía para el Ciclo Superior de EGB la realización de actividades prácticas, fundamentalmente experiencias de comprobación mediante la observación: identificación de rocas y minerales, realización de maquetas, observación de diapositivas y salidas al campo. Aunque en los Programas Renovados del Ciclo Superior ya en 1981, se declaraba que las actividades solo eran sugeridas no obligatorias. En el caso del Bachillerato (BUP) la propuesta oficial era solo un temario de contenidos científicos por lo que la realización de actividades era una decisión personal del profesor o una propuesta de trabajo presente en algunos libros de texto.

Todo esto no significa que no se realizaran actividades prácticas en los centros, al menos casi todos podemos recordar haber realizado prácticas de identificación de minerales y rocas. Es una época en la que debido a la falta de orientación, por parte de la administración entre otros, los profesores se encuentran ávidos de propuestas y se producen numerosas publicaciones sobre actividades y recursos didácticos para utilizar en el aula, laboratorio y/o

campo. El interés de las investigaciones sobre la enseñanza de la Geología parecía residir en proponer experiencias concretas a realizar en el aula o en el campo siendo muy escasas las reflexiones sobre la metodología. La mayoría de profesores prefieren la acción a la reflexión (Anguita, 1990), situación, por otra parte, similar a la detectada en otros países (Brañas *et al.*, 1992).

Podemos concluir de este análisis diciendo que, si bien los debates establecidos por los investigadores de nuestro entorno se han centrado mayoritariamente en problemas no planteados en nuestro contexto educativo, sus sugerencias de cambio nos presentan puntos de apoyo indudablemente valiosos para proponer nuevas orientaciones que incrementen el número y la eficacia de los trabajos prácticos en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra.

¿QUÉ PROPONE EL CURRÍCULO OFICIAL?

En el preámbulo del Real Decreto por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria se recogen los principios básicos del mismo así como el sentido de cada uno de los elementos que lo componen. Como es lógico en un currículo abierto, no se especifican normas respecto a los trabajos prácticos, pero sí es posible encontrar en estos principios unas directrices implícitas para el enfoque de los mismos:

(...) El profesor debe pasar de transmisor de conocimientos elaborados a agente que plantea interrogantes y sugiere actividades, y el alumno, de receptor pasivo a constructor de conocimientos en un contexto interactivo.

Una de las novedades más importantes en el nuevo currículo es la introducción de los procedimientos como contenidos de enseñanza, hasta el punto de que uno de los objetivos generales de la etapa es precisamente el de desarrollar en el alumnado la capacidad de **"Aplicar estrategias personales, coherentes con los procedimientos de la Ciencia."**

Estos principios son recogidos en las Orientaciones Didácticas que, aún careciendo de valor normativo, son suficientemente ilustradoras. Las orientaciones respecto a las clases prácticas como recurso didáctico son rotundas:

No cabe una separación entre clases teóricas y clases prácticas. No pueden explicarse teóricamente las propiedades de los minerales y una semana más tarde verlos. La adquisición de los conocimientos respecto a las propiedades debe basarse en la observación de los mismos y en la realización de experiencias que faciliten la construcción de los conocimientos (...).

Resulta evidente que la normativa oficial plantea múltiples exigencias a los profesores que son los que en último término serán los responsables de la implantación real de la reforma. Cabría preguntarse si las novedades que presenta el MEC han calado en las ideas de los profesores que deben plasmarlas en sus aulas.

¿CUÁLES SON LAS IDEAS DE LOS PROFESORES Y LAS PROPUESTAS DE LOS LIBROS DE TEXTO?

En nuestra opinión, las ideas que poseen los futuros profesores de Ciencias pueden ser un indicador adecuado de las mantenidas por los profesores en ejercicio, si consideramos que son el resultado de muchos años de “experiencia ambiental”.

Hemos encuestado repetidamente a los futuros profesores de secundaria durante el curso de formación (CAP) acerca de estas cuestiones. El dato más relevante que estamos obteniendo año tras año es que los identifican con prácticas de laboratorio convencionales y por tanto sólo conciben su existencia como complemento o ayuda de las clases teóricas. Con pequeñísimas variantes de un curso a otro, nunca hemos encontrado alumnos que consideraran los trabajos prácticos como generadores de aprendizajes específicos y son escasos los que plantean una visión crítica, argumentada y coherente de las prácticas tradicionales. Quizás lo más destacable sea el marcado inductivismo ingenuo que parece poseer un porcentaje importante de futuros profesores de Biología-Geología, hasta el punto de establecer explícitamente relaciones causales entre percepción y comprensión: “*Sólo cuando se ve se comprende*”. Son sin embargo menos abundantes las opiniones de los que conciben unas prácticas útiles pero prescindibles: “*Yo no hice prácticas en el BUP y he aprendido*”.

Teniendo en cuenta que la gran mayoría de los profesores utilizan en sus clases como herramienta principal el libro de texto, hemos analizado algunos de los libros de texto que se utilizan mayoritariamente en los centros de Secundaria de la Región de Murcia con objeto de averiguar que tipo de actividades se proponen dentro del ámbito de la Geología.

Los textos de 3º y 4º de la ESO corresponden a tres editoriales de ámbito nacional (Edelvives, SM y ECIR). A continuación realizaremos un breve análisis de las características de las actividades propuestas:

- Son pocas las actividades que se enfocan a partir de las situaciones cotidianas de los alumnos. Sólo algunos ejercicios sobre mapas y experiencias en las que se realizan predicciones sobre la intervención de los procesos geológicos en nuestra vida diaria. También son escasos los diseños de experiencias por parte del alumno para la comprobación de fenómenos.

- No se proponen trabajos prácticos de investigación, y los que reciben ese nombre son realmente experimentos dirigidos.

- Aunque con pequeñas diferencias, dos editoriales presentan las actividades, sean del tipo que sean, integradas entre los contenidos de tipo teórico. La otra presenta una neta separación entre actividades prácticas y contenidos teóricos, hasta el punto de ajustar perfectamente los textos de manera que teoría y práctica se sitúen siempre en páginas diferentes y alternativas, de modo que la desconexión sea suficientemente explícita.

- En algún caso hemos encontrado actividades que no consideramos adecuadas a estos niveles, como es el caso de la interpretación de foto aérea o del mapa geológico. En el primer caso es determinante la dificultad del método. En el segundo caso, pensamos que un mapa geológico es una síntesis de numerosos estudios y al plantear este tipo de actividades se sobrevalora la observación como procedimiento que va a llevar al alumno de forma eficaz a la interpretación del mapa. Coincidimos con Savatton (1995) que el saber interpretar un mapa geológico pasa por conocer como se construye.

En general, las actividades que proponen los textos, se pueden agrupar en las categorías siguientes: experiencias, ejercicios y maquetas

La mayor parte de las actividades propuestas son **experiencias** sencillas en las cuales se intenta realizar simulaciones sobre los procesos naturales (cristalización, plegamientos, permeabilidad, sedimentación, movimiento de las placas,...). En ocasiones están previamente representadas mediante esquemas y su solución viene resaltada más adelante. En estos casos, la solución obvia una serie de pasos que debería realizar el alumno para llegar a esas conclusiones.

En este tipo de experiencias lo que se intenta promover fundamentalmente es la observación y a partir de ahí la interpretación de un fenómeno, lo cual parece incompatible con unos tipos de procesos tan lentos de los que no se puede conocer su actuación, nada más que a partir de los resultados y que puede inducir a la idea de que la Geología se ha construido así: observando y luego proponiendo teorías explicativas.

Los textos también proponen **ejercicios** que consisten en la realización de tablas o realización de gráficos que, en algunos casos necesitan demasiado tiempo para la recogida de datos (determinaciones climáticas); la interpretación de gráficos y tablas, y cuestiones sobre contenidos conceptuales, planteadas a partir de la lectura de documentos.

En la mayor parte de los experimentos están explicados todos los pasos a seguir, a modo de receta sin permitir al alumno tomar sus propias decisiones.

También se propone en algunos casos la realización de **maquetas** (esencialmente pliegues, fallas, curvas de nivel,...) cuya principal ventaja es que pueden ayudar a desarrollar la visión espacial.

En resumen podemos decir que los textos y las actividades que plantean comparten los siguientes enfoques:

- Plantean aprendizajes conceptuales y, por lo general, exclusivamente disciplinares.

- Limitan la participación intelectual del alumnado.

- Se presentan, en ocasiones, descontextualizados respecto al conjunto de la lección.

- Responden a situaciones supuestamente experimentales dirigidas estrechamente a la obtención de un resultado.

Por otra parte, si como comentábamos en la introducción, la investigación ha mostrado que uno de los problemas principales que deben abordarse para reconducir los trabajos prácticos es el de superar la metodología inductivista, no podemos ser muy optimistas al constatar lo que los autores manifiestan de forma clara y tajante en la guía del profesor de un texto publicado en 1995: ..“*Consideramos, de forma prioritaria, que la experiencia en ciencias debe ser lo cotidiano y normal, ora como vehículo inductivo, ora como comprobación de un hecho. Por ello en nuestro proyecto damos la mayor importancia a la realización de actividades prácticas,...., con conclusiones guiadas,*”...Y más adelante continúa: ..“*puede seguirse el método inductivo, realizando, o simulando, en primer lugar, una actividad y, posteriormente, pasar a la parte teórica y generalizadora, o bien seguir el proceso inverso y que la práctica de la actividad sea considerada como una confirmación de la teoría*”.

¿QUÉ PROPUESTAS SE HACEN PARA LOS TRABAJOS PRÁCTICOS DE GEOLOGÍA EN LAS PUBLICACIONES ESPAÑOLAS?

La pregunta que tratamos de responder en este apartado es si las nuevas propuestas curriculares y la amplia revisión sobre el trabajo práctico, ha tenido repercusión en nuestro contexto educativo dentro del ámbito de la Geología.

Destacamos que las investigaciones se centran mayoritariamente en la caracterización de las ideas previas de los alumnos, lo cual ha dado lugar a una literatura abundante y enriquecedora, pero se ha visto muy limitado en cuanto a propuestas concretas para subsanar los problemas de aprendizaje detectados.

En cuanto a las propuestas innovadoras sobre trabajos prácticos, podemos destacar algunas contribuciones en el diseño de experiencias y ejercicios, así como secuencias de actividades alternativas para la enseñanza/aprendizaje de rocas y minerales; pliegues y fallas; estructura de la Tierra; estudio de mapas; etc. (Benadero y Ballenilla, 1989; Brusí y Bach, 1988; Durán *et al.* 1990; García de la Torre, 1992; Membiela *et al.*, 1992 y Pedrinaci, 1994a). Debemos resaltar algunas propuestas que implican a los alumnos promoviendo la reflexión en actividades de tipo investigativo y en la resolución de problemas (Álvarez, 1994; Jaén y Bernal, 1993; Lillo, 1994).

Una de las propuestas de trabajos prácticos más repetida es la de utilización de modelos a escala (García Cruz, 1994; Marques *et al.*, 1996), entre otros muchos. Existen propuestas innovadoras que trabajan con problemas reales y cotidianos y que implican intelectualmente al alumno en su realización (Castro y Gracia, 1994) pero en los que persisten ciertas dificultades por el hecho de utilizar modelos a escala reducida, necesariamente concretos y simplificados, que pueden inducir a errores científicos si se generalizan ya que básicamente sólo pueden representar el ejemplo de un caso muy específico pero no un modelo teórico.

Resaltamos por último dos nuevos planteamientos surgidos recientemente. En uno de ellos, en línea con los planteamientos de transversalidad del currículo, se enfocan los procesos geológicos en el contexto más amplio de la educación ambiental (Jiménez, 1994 y Sequeiros, 1996), partiendo de problemas ambientales reales y cotidianos como ejes conductores de las actividades de enseñanza-aprendizaje, incluidos los trabajos prácticos.

El otro se apoya, tanto de las propuestas curriculares como en la gran potencialidad de la propia historia de la construcción de las ideas científicas (Pedrinaci, 1994b) y utilizan textos histórico-científicos como hilo conductor de unidades didácticas concretas (Borrego *et al.*, 1996) o situaciones históricas como herramienta para poner de manifiesto los obstáculos en la construcción del conocimiento científico (Álvarez, 1996), entre otras muchas posibilidades.

FUNDAMENTOS PARA LOS TRABAJOS PRÁCTICOS.

En esta parte del artículo trataremos de mostrar los que consideramos principios básicos para la planificación de los trabajos prácticos, apoyándonos tanto en las propuestas curriculares como en los planteamientos sugeridos casi unánimemente en la literatura científica.

En términos genéricos consideramos que un trabajo práctico es cualquier actividad de enseñanza-aprendizaje diseñada por el profesorado que persiga unos objetivos de aprendizaje determinados y que implique intelectualmente al alumno de forma explícita.

No compartimos la opinión mantenida por Barberá y Valdés (1996) de que el nuevo currículo no es demasiado explícito, ya que consideramos que es todo lo explícito que puede ser un currículo que se postula abierto en lo relativo al posible enfoque de las tareas de aprendizaje. De hecho, la desaparecida Dirección General de Renovación Pedagógica propuso (MEC, 1992) un documento institucional no prescriptivo en el que se plantean una serie de reflexiones acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de servir de guía a la toma de decisiones de los equipos docentes. Entre los principios y consideraciones acerca del aprendizaje y la intervención educativa, que consideramos valiosos para apoyar nuestra propuesta, destacamos los siguientes:

1- El profesorado debe facilitar la construcción de aprendizajes significativos diseñando actividades de enseñanza y aprendizaje que permitan el establecimiento de relaciones sustantivas entre los conocimientos y experiencias previas y los nuevos aprendizajes.

2- Debe asegurar que los aprendizajes puedan ser utilizados en las circunstancias reales en que el alumnado los necesite.

3- Se debe crear un clima de aceptación mutua y cooperación que favorezca las relaciones y la coordinación de intereses.

Con el primer principio el MEC plantea cuestiones que son reiterativas en la literatura científica reciente. Aunque algunos van más allá en lo relativo al papel del profesor, así Tobin (1990), postula que el papel más importante del profesor es el de facilitar el aprendizaje proporcionando a cada estudiante oportunidades para reflexionar y clarificar lo que comprende y lo que desconoce así como para consultar con otras fuentes de conocimiento, además opina que deben tomar decisiones respecto a las actividades que mejor se ajustan a unos objetivos concretos, aunque reconozca que este papel es nuevo y difícil de adoptar.

Aceptar este principio supone para el profesor (Hodson, 1992) ampliar considerablemente la gama de actividades de aprendizaje y diseñarlas cuidadosamente y propone un papel profesional de guía experto que aconseja y critica pero que implica a los estudiantes en actividades holísticas y les estimula a comprometerse en el diseño y la planificación de las investigaciones.

Poco podemos añadir a estas consideraciones y propuestas, sólo cabe señalar que el profesor debe ser además consciente de las diferentes capacidades y necesidades de sus alumnos y, considerando la naturaleza de la actividad que propone, debe establecer diferentes niveles de dificultad de forma que responda a la diversidad de los alumnos.

Respecto al segundo principio, asegurar que los aprendizajes puedan ser realmente utilizados cuando se precise, el MEC sugiere que "El diseño de experiencias de aprendizaje reales o próximas a las que el alumno pueda encontrarse en su vida cotidiana favorece la implicación del alumno y contribuye a atribuirle sentido y utilidad respecto a sus necesidades, intereses y preocupaciones".

Hodson (1992) sugiere que la ciencia que se debe de enseñar debe ser relevante para las experiencias y necesidades de los estudiantes y útil fuera del contexto académico.

No resulta sin embargo tan evidente que el planteamiento de tareas de aprendizaje reales y próximas puedan dar lugar a la modificación de las ideas de los alumnos. Según Solomon (1988), muchas de las ideas equivocadas de los alumnos se resisten al cambio al estar fijadas socialmente por el lenguaje compartido como es el caso de "es más duro que una roca". La autora manifiesta que incluso tras aprender la idea científica, se siguen utilizando estas ideas equivocadas en contextos no escolares.

La tercera consideración hace referencia al papel del alumno, que consistiría en ir construyendo sus propios aprendizajes realizando las actividades propuestas, pero "el proceso de enseñanza y aprendizaje es un proceso fundamentalmente interactivo en el que es tan importante la relación profesor alumno como la que establecen los alumnos entre sí. En relación a ello, el planteamiento de trabajos cooperativos favorece el intercambio de información, la confrontación de puntos de vista distintos y por tanto la descentración del alumno de sus juicios y opiniones, atendiendo a las de sus compañeros".

Son numerosos los autores que se decantan por

el aprendizaje cooperativo como medio de promover mejores aprendizajes que las experiencias individualistas de aprendizaje competitivo, ya que tienden a proporcionar una mayor motivación y autoestima (Tobin, 1990; Wheatley, 1991). Para Wheatley cuando un grupo de alumnos discute sus ideas al enfrentarse a una situación problemática, se sienten estimulados a reorganizarlas o modificarlas.

Somos conscientes de que cambiar la organización de la clase puede llevar consigo tanto ventajas como inconvenientes, principalmente porque el trabajo en grupo carece de tradición en nuestro sistema educativo y los cambios son siempre dificultosos.

TRABAJOS PRÁCTICOS EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOLOGÍA: INVESTIGACIONES GUIADAS.

Existe una falta de consenso en cuanto a los objetivos que se persiguen mediante la realización de trabajos prácticos; según Hodson (1994 y 1996) el trabajo práctico puede emplearse para: motivar a los estudiantes estimulando su interés, enseñar habilidades prácticas, ayudar a la adquisición y desarrollo de conceptos, conseguir que los alumnos sean capaces de desarrollar procesos de investigación científica y desarrollar actitudes científicas.

Todos estos no pueden cubrirse en la misma medida por un solo tipo de trabajo práctico y la primera dificultad que nos encontramos es que no están suficientemente clarificados los objetivos de aprendizaje que se persiguen mediante su realización. Antes de planificar la actividad los profesores necesitan reconocer el propósito específico y los resultados de aprendizaje que esperan, ya que cualquier actividad es susceptible de ser adaptada a distintos objetivos siempre que el profesor sea consciente de los mismos.

Podemos diseñar diferentes tipos de trabajos prácticos para las distintas fases de la secuencia de enseñanza. Por ejemplo, en el estudio de rocas: si se trata de una actividad en la que pretendemos que los alumnos expliciten sus ideas, les propondremos un grupo de rocas para que las agrupen a partir las propiedades que observen; si se trata de que adquieran conocimientos sobre las rocas, los alumnos compararan, identificarán y/o clasificarán las rocas atendiendo a unos criterios; y si se trata de una actividad en la que se desea que apliquen sus conocimientos sobre las propiedades de las rocas se le puede preguntar sobre cuál será la roca más adecuada para....

También dependiendo de los objetivos de aprendizaje, podremos diseñar una experiencia, un ejercicio o una investigación sobre el mismo tema. Por ejemplo en el estudio del suelo podemos diseñar una experiencia si lo que nos interesa es que el alumno perciba como se infiltra el agua; si nos interesa la técnica de calcular la permeabilidad diseñaremos un ejercicio; pero si queremos estudiar la permeabilidad le plantearemos por ejemplo: ¿Qué tipo de suelo retiene más agua? sin indicaciones procedimentales.

Respecto a los diferentes tipos de trabajos prácticos que se pueden utilizar, seguiremos la clasificación de trabajos prácticos definida por Woolnough y Allsop (1985): experiencias, ejercicios e investigaciones

A continuación haremos una somera descripción de estos tres tipos de trabajos prácticos centrándonos en la Geología pero dándole un especial énfasis a las investigaciones ya que pensamos que es el tipo de trabajo práctico menos habitual pero no por ello menos interesante. Pensamos que la realización por parte del alumno de pequeñas investigaciones planteadas a modo de situaciones problemáticas abiertas puede tener muchas ventajas.

1. Experiencias

Son actividades prácticas destinadas a obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos. Estamos de acuerdo en que es un aspecto importante de la enseñanza de la Geología que el alumno consiga percibir los fenómenos naturales: observando, manipulando, etc., especialmente en los casos que son difíciles de ver fuera del aula por su duración o localización (sedimentación, meteorización,...). Aunque hemos de ser conscientes de la dificultad que plantea la transferencia a situaciones reales.

Las experiencias se pueden utilizar con fines ilustrativos o para contrastar hipótesis. Por ejemplo se puede proponer una experiencia ilustrativa de algún proceso erosivo o una experiencia para confrontar las ideas que mantienen muchos alumnos sobre la gran eficacia del viento como agente erosivo.

Hemos de tener cuidado al usar estas experiencias con fines interpretativos, ya que estas pueden tener distintas interpretaciones dependiendo del marco teórico, la observación nunca es neutra, depende de las teorías del observador y en este caso de las ideas del alumno. Tampoco debemos olvidar que aunque una experiencia o experimento entre en conflicto con sus ideas, el alumno puede explicarlo introduciendo explicaciones *ad hoc* pero sin cambiar sustancialmente sus concepciones sobre el tema.

2. Ejercicios

Son actividades diseñadas para desarrollar habilidades prácticas o intelectuales. Si sus objetivos son el desarrollo de habilidades y técnicas específicas dentro del campo de la Geología aquí incluiremos las clasificaciones de minerales mediante claves, la comprobación e identificación de las propiedades de los minerales y rocas, interpretación de mapas, etc. Sin embargo hemos de ser cuidadosos con los clásicos experimentos en los que se especifican todos los pasos a seguir por el alumno hasta llegar a la respuesta correcta, uno muy habitual es el cálculo de la permeabilidad. Si este tipo de trabajo práctico se presenta descontextualizado de la teoría y no se le pide al alumno que interprete los resultados puede quedar en un mero aprendizaje de habilidades manipulativas como son la realización de medidas y manipulación de material de laboratorio.

Por otra parte, este tipo experimentos dirigidos en los que siguiendo bien las instrucciones siempre se llega a un resultado correcto, puede reforzar la visión empirista de los estudiantes y presentar la ciencia como un cuerpo de conocimiento verdadero e inmutable.

Pensamos que se debería promover más el desarrollo de destreza intelectuales y no solo manipulativas. Bastida *et al.* (1990) y Tamir y Rovira (1992) concuerdan en que en los trabajos de laboratorio habituales predominan este último tipo de habilidades y que se deberían desarrollar destrezas de un nivel de indagación superior como es la formulación de hipótesis, interpretación de resultados, diseño de experimentos, etc que daría lugar a una mayor familiarización con la metodología científica.

3. Investigaciones

Son actividades diseñadas para dar a los alumnos la oportunidad de llevar a cabo investigaciones científicas encaminadas a la resolución de problemas. Hay una gran diferencia entre el trabajo práctico tradicional en el que el alumno es un mero sujeto pasivo y el orientado hacia la investigación en el que el alumno se ha de implicar en el proceso (Watson y Fairbrother 1993).

Las investigaciones parecen tener un mayor potencial respecto al resto de los trabajos prácticos, en concreto aumenta la motivación y el interés de los estudiantes al tener un mayor control sobre su trabajo. Nott y Wellington (1996) sin embargo plantean dudas sobre la bondad de las investigaciones para generar nuevo conocimiento de tipo conceptual y procedimental, pero no les caben dudas sobre la adquisición de actitudes científicas y sociales.

Estamos de acuerdo con Hodson (1996) cuando opina que puede ser inadecuado plantear la organización del currículum a través de investigaciones ya que la gama de conceptos que trabajan es limitada por lo que sería insuficiente para aprender todos los contenidos conceptuales del currículum.

La implicación de los estudiantes en investigaciones holísticas en las que utilizaran los procesos de la ciencia podría servir para explorar y desarrollar su comprensión conceptual, y para adquirir una comprensión profunda de la práctica científica. (Woolnough y Toh, 1996)

a) Aspectos a considerar por el profesor en la planificación de la investigación

- Aunque no todos los temas pueden ser adecuados para abordarlos desde este planteamiento, si es posible elegir entre múltiples posibilidades, por ejemplo sobre el tipo de roca más adecuada para construir una carretera, un vertedero; el lugar más adecuado para construir una presa; los efectos que pueden producir en el medio las grandes obras, como las modificaciones del cauce de los ríos, las canalizaciones; de tipo interdisciplinar, como elegir cuál es el suelo más adecuado para una planta, los efectos de un incendio, etc...

- Antes de acometer una tarea de investigación, el profesor debe ser consciente de que los alumnos necesitan desarrollar las habilidades y técnicas necesarias, ya que si no lo hacen no serán capaces de tomar decisiones en el sentido de escoger las estrategias más adecuadas para llevar a cabo la tarea (Pozo *et al.* 1994).

- Otra variable a considerar es el nivel de dirección del profesor y el grado de participación del alumno (Lock, 1990). El profesor puede estructurar y guiar la situación en diferentes grados en función de las dificultades o inexperiencias de los alumnos, lo cual podría prevenir el fracaso, al presentar investigaciones a unos alumnos que están habituados a realizar sólo ejercicios dirigidos.

- En cuanto a los recursos que el profesor propone al alumno al empezar la investigación, no existe un consenso claro. Si el alumno tiene a su disposición todos los materiales disponibles en el seminario, laboratorio, biblioteca, etc., tendrá dificultades para seleccionarlos. Por otra parte, puede ser negativo proporcionar los materiales que el profesor piensa que va a necesitar, ya que esto implica una dirección de la investigación y el alumno pierde autonomía. Watson y Fairbrother (1996) han comprobado que los alumnos trabajan mejor en una investigación abierta si pueden manejar algunos de los materiales necesarios en la fase de planificación. Creemos que una situación intermedia sería proveer de un material limitado, seleccionado por el profesor, pero suficientemente amplio para que pudiera dar lugar a la elección de distintas estrategias. El profesor debe dejar claro al alumno que no es necesario usarlo todo ya que es una propuesta de material a largo plazo y que puede servir en actividades posteriores.

- Uno de los principales problemas de la realización de este tipo de trabajos prácticos es la evaluación, ya que se supone que no solo interesan los resultados alcanzados por los alumnos, sino que debe proporcionar información sobre el proceso seguido. Este es un tema que aunque no se puede considerar totalmente resuelto. Woolnough y Toh (1990) plantean que no se puede separar la evaluación de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales y proponen una evaluación holística de la investigación completa en la que tiene un gran peso los informes escritos del alumno. Estos autores plantean un tipo de informe general con una categoría que corresponden a las establecidas en el proyecto APU. Este informe (Tabla 1) es claramente generalizable y aplicable en cualquier tipo de investigaciones, además da la posibilidad de poder adaptarlo a cuestiones más específicas de investigaciones concretas.

b) Características de las tareas que realiza el alumno

Al plantear al alumno un trabajo de investigación, es improbable que sea capaz de completarla sin ninguna clase de ayuda del profesor. Por otra parte, si los profesores acostumbran a usar un material muy estructurado y quiere cambiar a una investigación, con poca o ninguna guía el salto entre los trabajos cerrados y las investigaciones es tan grande que los alumnos no son capaces de llevar a cabo las investigaciones (Watson y Fairbrother 1993).

Se debe proporcionar una guía que estimule a los alumnos a explicitar y discutir sus ideas. En esta guía no se le dice al alumno lo que tiene que hacer, en vez de eso se le pregunta sobre lo que piensa hacer, por qué, qué necesitaría, qué ha averiguado, etc. Esto tiene la ventaja de que el pro-

INFORME DE EVALUACIÓN	
PRUEBAS PRELIMINARES	Describe las pruebas previas que hiciste antes de empezar la investigación
PLANIFICACIÓN	Describe tu plan original, y las modificaciones que hiciste durante la investigación
ACTUACIÓN	Describe lo que hiciste ¿Qué información utilizaste? ¿Qué datos tomaste? ¿Qué identificaciones hiciste?
COMUNICACIÓN	Refleja de forma clara tus resultados
INTERPRETACIÓN	¿Qué conclusiones estableces? ¿Por qué llegas a esas conclusiones? ¿Qué validez tienen?
REVISIÓN	¿Si lo tuvieras que hacer otra vez, qué cambiarías de la investigación?

Tabla 1. Modelo de Evaluación. Woolnough y Toh (1990)

fesor puede conocer lo que está pensando el alumno cuando realiza la investigación, al mismo tiempo que le puede servir como instrumento de evaluación posterior.

Sería conveniente que los alumnos dispusieran al menos de una hoja de planificación en la que mediante cuestiones se intenta ayudar al alumno a progresar en la actividad, además de enfocarlos en el desarrollo de destrezas de tipo investigativo. También es necesario un modelo de informe en el que reflejen los resultados obtenidos y la reflexión sobre éstos, las estrategias utilizadas y los problemas que quedan sin resolver, que dejarían la puerta abierta a posteriores investigaciones.

Con la utilización de estos materiales podemos conocer:

- La interpretación de los alumnos sobre el problema
- Los conocimientos que utilizan
- Las ideas de los alumnos sobre la investigación
- Las predicciones que realizan sobre lo que va a suceder
- Sus reflexiones sobre los resultados obtenidos
- Sus reflexiones sobre el proceso seguido

Proponemos un modelo sencillo de hoja de planificación y de informe:

HOJA DE PLANIFICACIÓN
Nombre del grupo
¿Qué es lo que quiero averiguar?
¿Qué es lo que conozco sobre esto?
¿Qué es lo que vamos a hacer?
¿Qué material necesitamos?
Lo que pienso que sucederá es
Porque.....

HOJA DE INFORME
Nombre del grupo
¿Cuáles son los pasos que he seguido en el trabajo?
¿Qué información hemos recogido?
¿Qué resultados hemos obtenido?
¿A qué conclusiones hemos llegado?
¿Qué diferencias hay sobre lo que pensábamos al principio?
¿Qué se podría continuar investigando en el futuro?

CAMBIOS QUE SE PROPONEN FRENTE A LOS PROBLEMAS DETECTADOS.

A partir de los problemas detectados respecto al tipo y enfoque de los trabajos prácticos habituales, nuestra propuesta de cambio podría sintetizarse en los siguientes puntos:

1. Respecto al tipo de actividades que se plantean:

Pensamos que los trabajos prácticos en Geología deben partir de situaciones más cercanas al alumno. Todo lo que nos rodea se ha construido a partir de materiales terrestres y nuestra vida se puede ver condicionada por determinados procesos naturales (un caso claro es el de los riesgos geológicos). Consideramos que el enfoque de los trabajos prácticos partiendo de situaciones cotidianas no solo puede aumentar el interés y motivación de los estudiantes sino que puede darle un sentido de utilidad a los conocimientos geológicos.

Por otra parte, consideramos que la Geología tiene un enorme potencial para el desarrollo de habilidades científicas (King *et al.*, 1995) como es el pensamiento tridimensional, el establecimiento de inferencias efecto/causa y causa/efecto y de investigación como la observación, predicción, el diseño de experiencias, la identificación y resolución de problemas, el diseño y realización de investigaciones, etc. Pensamos que este potencial no se encuentra suficientemente aprovechado en la práctica del aula, por lo que se debe poner más énfasis en el diseño de trabajos prácticos en los que el alumno pudiera utilizar estos procedimientos.

Sabemos que gran parte de los trabajos prácticos que se utilizan habitualmente en las clases de Geología están descontextualizados de la teoría y se trata de experiencias o experimentos ilustrativos, en los que varía la participación del alumno. Pensamos que se debería promocionar más la utilización de pequeñas investigaciones integradas con la teoría en las que el alumno identifique y resuelva problemas familiares como es el caso del estudio de rocas a partir de sus diferentes usos en la construcción, o su adecuación para contener un vertedero de residuos, los posibles riesgos de la planificación territorial, etc

Además estas investigaciones podrían ser de tipo multidisciplinar dada la enorme capacidad de integrar diferentes disciplinas científicas que tienen los estudios del medio. Aunque comprendemos las dificultades que plantea una propuesta de este tipo, también podría ser una forma de sacar de su aislamiento a la Geología respecto al resto de las disciplinas científicas y resaltar la intervención de los procesos geológicos en diferentes ámbitos.

En cualquier caso, no somos tan ingenuos como para pensar que en la realización de investigaciones está la respuesta a las dificultades asociadas a la enseñanza de las ciencias mediante el trabajo práctico. No dudamos que en Geología tienen un papel importante otros tipos de trabajos prácticos para desarrollar algunos aspectos, no solo referidos a la adquisición de conocimientos sino en cuanto al desarrollo de téc-

nicas y destrezas necesarias para poder resolver problemas. Así serán importantes las simulaciones de fenómenos naturales que solo se podrían observar de ese modo, los experimentos para desarrollar técnicas específicas, los ejercicios, las comprobaciones de las propiedades de los materiales, los estudios comparativos y de clasificación, etc. En definitiva pensamos que lo más importante es definir claramente lo que pretendemos con un tipo de trabajo práctico u otro, y también considerar la posibilidad de que en algunas ocasiones puede ser innecesario.

Para que puedan llevarse a cabo estas modificaciones en los trabajos prácticos, deben abordarse una serie de cambios en la formación de profesores.

2. Respecto a la formación de profesores:

La visión inductivista de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia parece condicionar sus clases prácticas (Nott y Wellington, 1996). Sería necesario abordar ese problema desde la formación de profesores e incluir la valoración del trabajo práctico en la programación de su formación inicial y permanente. Los programas deberían estructurarse de manera acorde con las necesidades que plantea la reforma educativa y teniendo en cuenta la concepciones de los profesores, ya que al igual que en los aprendizajes de los alumnos, el cambio debe partir de sus creencias y prácticas reales.

La nueva legislación para la formación inicial sigue apoyándose en un modelo sumativo (formación científica + formación didáctica). Los cursos de formación didáctica, por tanto, deberían tener una duración adecuada para que los futuros profesores tuvieran la oportunidad de desarrollar su capacidad para analizar y cuestionar el papel que tienen los trabajos prácticos en la ESO e incorporar los nuevos planteamientos sobre los mismos. Sobre todo, porque éstos acceden con unas concepciones sobre su utilización en la enseñanza derivadas de su etapa como alumnos, muy diferente a las que estamos planteando.

Cuando hacemos la propuesta sobre cursos de formación permanente, somos conscientes de que una gran parte de los que se realizan habitualmente son propuestas teóricas o prácticas planteadas de forma externa al aula. Nuestra propuesta iría en el sentido de promover seminarios o talleres en los que un objetivo importante fuera el trabajar con los profesores en ejercicio para compartir los problemas y buscar soluciones adecuadas con su colaboración. Si el profesor se implica en este trabajo sería el punto de partida para la siguiente propuesta.

3. Respecto a la relación profesores/investigadores:

Creemos que existe un desfase entre las propuestas que reflejan las investigaciones y la práctica habitual en el aula. Este no es un problema nuevo ni exclusivo de nuestro país, ya que Tobin (1990) manifiesta que los profesores trabajan aislados de los investigadores y tratan sus descubrimientos con cierto recelo, mientras que los investigadores en ocasiones están buscando respuestas a cuestiones que no son problemáticas para los profesores en ejercicio.

Cuando los profesores trasladan un modelo teórico a una situación educativa real se sienten ajenos a ella. Una solución a esto sería implicar a los profesores en las investigaciones, pero no meramente como sujetos pasivos, sino en la formulación de problemas, recogida de datos, análisis e interpretación, etc. Si los profesores participan, a cualquier nivel, en todas las fases de estudio, es posible que se puedan seleccionar para la investigación problemas que sean relevantes para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de la Geología, además de enfocarla hacia cuestiones que les afectan. De esa manera también los investigadores se acercaría más a la problemática real del aula, además de la ventaja que supone el tener la oportunidad de aplicar directamente en las clases sus propuestas.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, R. (1994). De los trabajos prácticos tradicionales a la actividad investigativa. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 2.2 y 2.3., 361-372.
- Álvarez, R. (1996). Las controversias científicas. Sus implicaciones didácticas y su utilidad mediante un ejemplo: la controversia sobre la edad de la Tierra. *Alambique*. 8., 63-69.
- Anguita, F. (1990). Diez años de Simposios. *Actas VI Simposio sobre enseñanza de la Geología*. 10-17.
- Barberá, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: Una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*. 14.3., 365-379.
- Bastida, M.F., Ramos, F. y Soto, J. (1990). Prácticas de laboratorio: ¿Una inversión poco rentable?. *Investigación en la Escuela*. 11., 77-91.
- Benadero, A. y Ballenilla, F. (1989). Investigación sobre el contenido de cajas cerradas. Un recurso para la simulación de la investigación sobre el interior de la Tierra. *Investigación en la Escuela*. 7., 117-118.
- Borrego, M.J., García, R., Guede, B., Menéndez, E. y Pacheco, F. (1996). La utilización de la historia de la ciencia para trabajar problemas relacionados con los fósiles. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 4.1., 46-52.
- Brañas, M., Díaz, J., González, C. y Jiménez, M^a P. (1992). La geología en las publicaciones de didáctica de Ciencias: una revisión bibliográfica. *Actas VII Simposio sobre enseñanza de la Geología*. 221-228.
- Brusí, D. y Bach, J. (1988). Reflexiones en torno a la didáctica del mapa topográfico. *Henares*. 2., 307-313.
- Castro, M.J. y Gracia J.J. (1994). Modelo a escala reducida del funcionamiento de un acuífero. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 2.1., 272-278.
- Durán, H., Gold, G. y Colomer, M. (1990). Recursos didácticos para el estudio del plegamiento de las rocas: experimentación, análisis de gráficas y construcción de modelos. *Actas VI Simposio sobre enseñanza de la Geología*. 171-180.
- García Cruz, C. (1994). Simulación del proceso de deriva polar e inversión magnética. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 2.1., 271-272.
- García de la Torre, E. (1992). La utilización de los diagramas de flujo para la identificación de las rocas en el campo. *Investigación en la Escuela*. 16., 101-102.
- Hodson, D. (1992). Redefining and reorienting practical work in school science. *School Science Review*. 73. 264., 65-78.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*. 12. 3., 299-313.
- Hodson, D. (1996). Practical work in school science: exploring some directions for change. *International Journal Science Education*. 18. 7., 755-760.

- Jaén, M. y Bernal, JM. (1993). Integración del trabajo de campo en el desarrollo de la enseñanza de la Geología mediante el planteamiento de situaciones problemáticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. v. 1, nº 3, pp 153-158.
- Jiménez, M^aP. (1994). Educación ambiental en las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 2.2 y 2.3., 410-416
- King, C., Orion, N. y Thompson, D. (1995). Earth science in Britain and on the world stage. *School Science Review*. 77. 279., 121-124.
- Kirschner, P.A. (1992). Epistemology, Practical Work and Academic Skills in Science Education. *Science & Education*. 1., 273-299.
- Lillo, J. (1994). Los trabajos prácticos de Ciencias Naturales como actividad reflexiva, crítica y creativa. Un ejemplo sobre la permeabilidad del suelo. *Alambique*. 2., 47-56.
- Lock, R. (1990). Open-ended, problem-solving investigations. What do we mean and how can we use them?. *School Science Review* 71. 256., 63-72.
- Marques, L., Leite, A., Praia, J. y Futuro, A. (1996). Trabajo experimental: Contribuciones para la comprensión de la dinámica fluvial. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 3.3., 176-183.
- MEC. (1992). *Área de Ciencias de la Naturaleza de la Educación Secundaria Obligatoria*. MEC. Madrid.
- Membiola, P., Camba, M., Cid, M. Latorre, P., Nogueiras, E. y Suarez, M. (1992). Actividades sobre os minerales e rochas do noso entorno. *Actas VII Simposio sobre enseñanza de la Geología*. 103-110.
- Millar, R. y Driver, R. (1987). Beyond Processes. *Stud. in Sci. Education*. 14, 33-62.
- Nott, M. y Wellington, J. (1996). When the black box springs open: practical work in schools and the nature of science. *International Journal Science Education*. 18. 7., 807-818.
- Osborne, R.J. y Freyberg, P. (1991). *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Narcea. Madrid.
- Pedrinaci, E. (1994a). El proceso de diferenciación en capas de nuestro planeta. Construcción de un modelo sencillo. *Alambique*. 1., 139-141.
- Pedrinaci, E. (1994b). La historia de la geología como herramienta didáctica. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 2.2 y 2.3., 332-339.
- Pozo, J.I., Pérez, M., Domínguez, J., Gómez, M.A. y Postigo, Y. (1994). *La solución de problemas*. Santillana. Madrid.
- Savatón, P. (1995). La carte géologique: Représentations d'élèves de classe de première scientifique. *ASTER*. 20., 139-164.
- Sequeiros, L. (1996). El temporal se llevó la arena de la playa: una actividad para ciencias de la Tierra. *Alambique*. 8., 134-136.
- Solomon, J. (1988). Learning through experiment. *Stud. in Sci. Education*. 15, 103-108.
- Tamir, P. (1991). Practical work in school science: An analysis of current practice. *Practical Science*. Open University Press.
- Tamir, P. y García Rovira, M.P. (1992). Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias*. 10. 1., 3-12.
- Tasker, R. (1981) Children's views and classroom experiences. *Australian Science Teachers Journal*. 27. 3., 33-37.
- Tobin, K. (1990). Research on Science laboratory activities: In pursuit of better questions and Answers to improve learning. *School Sci. and Mathematics*. 90.5, 403-418.
- Watson, J.R. y Fairbrother R.W. (1993). Open-ended work in Science (OPENS) Project: managing investigations in the laboratory. *School Science Review*. 75. 271., 31-38.
- Wheatley, G.H. (1991). Constructivist perspectives on Science and Mathematics learning. *Science Education*. 75. 1., 9-21.
- Woolnough, B. y Allsop, T. (1985). *Practical Work in Science*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Woolnough, B. y Toh, K.A. (1990). Alternative approaches to assessment of practical work in science. *School Science Review*. 71. 256., 127-131. ■