

ESPACIO, RECURSOS Y ACTIVIDADES PRÁCTICAS EN EL “AULA DE MATERIA” DE GEOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA.

Space, resources and practical works in Geology “matter classroom” at Secondary Teaching.

Jesús Melero (*)

RESUMEN:

Tras una revisión histórica del papel de las actividades prácticas en el aprendizaje de la geología y del diseño de los laboratorios “clásicos”, se propone el “aula de materia” como reto y tendencia en la organización del espacio. La diversidad de materiales y recursos empleados en las actividades prácticas, debe convertir el “aula de materia” en un espacio adaptado a las características específicas de cada centro..

ABSTRACT:

After a historical review of the role of the practical works in the learning of the Geology and the design of the conventional laboratories, the “matter classroom” is proposed as challenge and tendency in the space's organization. The diversity of materials and resources used in the practical works must transform the “matter classroom” in a space adapted to the peculiarities of each center.

Palabras clave: Laboratorio, “aula de materia”, actividades prácticas, materiales, recursos.

Keywords: Laboratory, “matter classroom”, practical works, materials, resources.

INTRODUCCIÓN

Siempre se ha aceptado que la enseñanza de las ciencias requiere unos métodos y técnicas específicos, “experimentales”. Los laboratorios surgieron así en la escuela, cuando la Ciencia gozaba de un prestigio social distinto al actual y cuando el “método científico” era sinónimo de infalible.

Hoy la Ciencia se concibe como una actividad humana creativa más y muchos piensan que los descubrimientos tienen que ver más con las ideas que con la minuciosidad de la experimentación. Los laboratorios han perdido en parte su halo mágico y su papel en la didáctica de las ciencias es discutido. Por otra parte se han producido importantes cambios de enfoques didácticos y metodológicos que han llevado a algunos autores a poner en duda la importancia y la validez de la experimentación y de las actividades prácticas en el aprendizaje. ¿Están los laboratorios llamados a desaparecer de las escuelas?

Se han publicado numerosos trabajos sobre propuestas de actividades prácticas. Básicamente estamos de acuerdo en que son necesarias para el aprendizaje de las ciencias y de la geología en particular (aunque se discute sobre el modo)... Pero han sido escasísimos los estudios dedicados al análisis del espacio y de los recursos para llevar a cabo dichas actividades. En cualquier caso, ningún componente educativo es neutro, y por tanto, tampoco lo son el espacio y los recursos utilizados en el aprendizaje de las ciencias.

Este artículo tratará especialmente de la importancia de la adecuación de los espacios y recursos en el aprendizaje de la geología. No obstante parece necesario, dada la complejidad de la situación actual, hacer una revisión histórica de la concepción y valoración de las actividades prácticas, que son las que justifican un espacio y unos recursos especiales.

REVISIÓN HISTÓRICA DE LA SITUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA GEOLOGÍA.

En el primer tercio del siglo XX existía una inquietud pedagógica en Europa que cristalizó en proyectos de renovación que conferían un papel activo al alumno. En la enseñanza de las ciencias se estableció como objetivo prioritario la experimentación acompañada del razonamiento y la reflexión (Bernal y Jaén, 1993). La aproximación a la metodología científica, basada en la observación y en la experimentación, se fueron imponiendo en la escuela.

Posteriormente se desarrollaron métodos como el Nuffield en U.K. o el B.S.C.S. en U.S.A. en los que se exageraba el activismo y el desarrollo de habilidades, dando poca cabida a la reflexión personal. De ahí se pasó al método inductivista del “descubrimiento guiado”, que sobrevaloraba la observación e impedía la formulación de hipótesis por parte de los estudiantes (Miguens y Garrett, 1991). En esos contextos los laboratorios llegaron

(*) I.E.S. Gran Capitán, C^a Madrid, km 396. 14014. Córdoba.

a ser las únicas aulas posibles para el aprendizaje de las ciencias.

En España, los métodos activos y de enseñanza por descubrimiento no llegaron hasta los años 60. A partir de entonces se diseñan los laboratorios que deberían estar presentes especialmente en los centros de Secundaria (Vidal, 1961), aunque no llegaron a tener una implantación total.

El artículo 15 de la Ley General de Educación (L.G.E.) de 1970 contemplaba unas "Orientaciones Pedagógicas" que especificaban que las Ciencias Naturales eran experimentales, no existiendo otro modo de adquirir estos conocimientos (Serrano, T. 1990). Pronto los Movimientos de Renovación Pedagógica hicieron llegar la recomendación de que se utilizaran los laboratorios en todas las clases de Ciencias, al mismo tiempo que escaseaban las investigaciones didácticas y los recursos se reducían al "texto único".

En los años 70-80 proliferaron las guías de actividades prácticas inspiradas en otras extranjeras o sugeridas y experimentadas por grupos de profesores, mayoritariamente con enfoques de descubrimiento guiado, activistas y redactadas a modo de "recetas". Por desgracia, a veces, las prácticas versaban sobre aspectos muy específicos o irrelevantes y descoordinados de la programación general. Se inició incluso un interesante proyecto impulsado por el Ministerio de Educación (PEAC, Proyecto Experimental en el Área de Ciencias) en el año 81, que pretendía ofertar al profesorado un exhaustivo material de actividades en un enfoque de Ciencia Integrada (Lillo, 1985).

En 1990, la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo ofrece unos Diseños Curriculares Base (D.C.B.) que en Ciencias seleccionan unos contenidos en torno a ideas clave y señalan su elección por un enfoque constructivista en la epistemología y en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las actividades prácticas parecen relacionarse en un principio con los objetivos procedimentales y dejan de tener la importancia que se le daba anteriormente. No se especifica directamente (como en las Orientaciones Pedagógicas del 70) el papel que pueden desempeñar los laboratorios.

La valoración que se hace de esta evolución varía según los autores. En el mundo anglosajón la crítica a los métodos inductivistas es contundente aludiendo a que en las percepciones el alumno no separa lo significativo de lo accidental, que los conceptos no son obtenidos por la experiencia, que las habilidades carecen de valor en el aprendizaje, o que las interpretaciones de los alumnos no llegan a unirse con su estructura conceptual (Miguens y Garrett, 1991). Hodson (1993) llega a calificar la enseñanza experimental como rutinaria, mecanicista y de escasa incidencia en el proceso de aprendizaje y propone una ampliación del concepto de "trabajo práctico" a actividades no sólo de "banco de laboratorio", sino que incluye actividades interactivas, modelos, entrevistas, investigaciones de biblioteca, carteles...

En España, aunque la situación es distinta porque las pautas de "descubrimiento guiado" no llegaron a imponerse al tradicional modelo transmisivo, llega el eco de esa crítica sugiriendo cambios en el tratamiento de los trabajos prácticos para hacerlos más coherentes con la visión constructivista del aprendizaje (G^a Barros, Martínez y Mondelo, 1995) o rechazando la reducción de la complejidad de la actividad científica al seguimiento de "recetas" simplistas (Gil y Valdés, 1996).

Se ha denunciado que los trabajos prácticos propuestos en libros de texto se reducen en su mayoría a ejercicios de verificación, observación, manipulación de aparatos y descripción de resultados (Tamir y G^a Rovira, 1992), siendo conveniente elevar el nivel de indagación en los mismos. En la actualidad se buscan enfoques alternativos más reflexivos, críticos y creativos (Lillo, 1994). Y muchos autores (Alvarez, 1994), (Grau, 1994), (Watson, 1994), (Gil y Valdés, 1996), etc. plantean las actividades prácticas fundamentalmente o casi exclusivamente como actividades de investigación, asimilando éstas a la esencia del enfoque constructivista y rechazando o restando importancia a otras que no vayan asociadas al planteamiento de un problema o en las que el alumno no trabaje como lo haría un científico.

Es importante hacer notar que las críticas más fuertes proceden del mundo anglosajón, como ya se ha dicho, y de los profesores de física y química, materias en cuyas prácticas los enfoques y observaciones tienen una valoración distinta a la que se da en biología y geología. Aún considerando los argumentos expuestos, no debemos olvidar que muchas de las razones que justificaban desde el principio el modelo experimental, siguen siendo válidas en el aprendizaje de la Geología: aumentan la motivación, agudizan la observación de materiales y procesos, intensifican el aprendizaje de conceptos y fenómenos, posibilitan el planteamiento de hipótesis y de problemas, etc.

Por otra parte, aunque el constructivismo pueda considerarse como un paradigma emergente, no es asimilado por la mayoría de los profesores que ejercen día a día su profesión y que reclaman la presencia de más y mejores métodos y medios en el mercado. En ese sentido, sería un error proponer que un avance didáctico (en este caso, sobre las actividades prácticas) tuviera que estar ligado exclusivamente con una teoría pedagógica. Además, no es necesario ser constructivista para estar de acuerdo con la mayor parte de sus propuestas pedagógicas (Matthews, 1994).

Quizá sea interesante profundizar algo más en una consideración amplia de las actividades prácticas ligándolas con todo el diseño curricular y con todo el proceso de aprendizaje. Mayer y Armstrong (1990) proponen que para acceder al conocimiento del sistema Tierra habría que hacer uso de los tres métodos científicos: histórico, descriptivo y experimental. En ese sentido insiste también Anguita (1994) sugiriendo que la moderna geología y las Ciencias de la Tierra deben abrirse paso en las reformas curriculares aprovechando todos los recur-

son disponibles y en especial la informática, en un intento de síntesis de todas las metodologías.

En conclusión, las actividades prácticas siguen siendo esenciales en el aprendizaje de la Geología y abarcan, como veremos más adelante, una gama amplia de posibilidades. Por otra parte, la crítica de estas actividades no debería inhibir al profesorado, sino animarlo a experimentar y crear nuevos materiales para el aula. Para ello es necesario disponer de un espacio y de unos recursos adecuados.

DISEÑO Y ORGANIZACIÓN DEL LABORATORIO “CLÁSICO” DE GELOGÍA.

Anteriormente a los años 60 existían algunos laboratorios de Ciencias en los principales Institutos de España, que eran herencia de épocas en las que dichos centros custodiaban las colecciones y archivos científicos de sus respectivas zonas en sus Museos y Gabinetes de Historia Natural y en las que los profesores guardaban estrechas relaciones con Universidades y Museos.

De manera oficial, y con una finalidad más de servicio al alumnado que de colaboración científica, los laboratorios de Ciencias, Física y Química se generalizan en los centros de Enseñanza Secundaria de España en los años 60 influenciados también por propuestas de la UNESCO. Aunque hoy podamos juzgar esos primeros laboratorios de antipedagógicos, debemos ser justos con el pasado y emmarcar los hechos en sus contextos. Sorprenden, por ejemplo, la actualidad de las palabras de Vidal Box, (uno de los impulsores de estos laboratorios) en su libro “Metodología y Didáctica de las Ciencias Naturales” (1961). Afirmaba que su pretensión era “orientar la enseñanza de las ciencias, que tan alto valor formativo tiene en los jóvenes, hacia métodos encaminados a hacer desaparecer el memorismo y la pedagogía libresca...”, proponiendo en su lugar “procedimientos heurísticos de investigación y redescubrimiento, clave de la única didáctica verdaderamente eficaz en las aulas”.

El Ministerio de Educación estableció unas normas con los requisitos que debían cumplir los laboratorios en los distintos centros. En los Institutos de gran tamaño con Bachillerato Superior (INEM) se recomendaban laboratorios independientes con capacidad para 25-50 alumnos, considerando la construcción de 2 o 3 laboratorios cuando hubiera más de 6 o 9 grupos que cursaran Ciencias. Al principio la idea era que todas estas clases tuvieran lugar en el laboratorio. Al crecer el número de alumnos y no llegar a construirse más de un laboratorio, los grupos se fueron turnando hasta disponer sólo de una hora semanal.

En estos laboratorios “clásicos” aún no se hacía separación de geología y biología más que la de pertenecer a distintos temas del programa. Estuvieron ligados, como hemos visto, a un cierto movimiento de renovación pedagógica y su estructura y organización pretendía básicamente dos ob-

jetivos: 1) que las exposiciones teóricas fueran acompañadas de demostraciones por parte del profesor y seguidas de observaciones y “reproducción” de las experiencias por parte del alumnado, y 2) que las instalaciones de ese espacio conjugaran las necesidades de las aulas corrientes con los elementos necesarios para las experiencias. Se trataba de tener todo a mano (colecciones, proyectores, mapas, etc). Su diseño original consistía en una disposición de largas filas para siete puestos con toma de luz y gas (sólo había una toma general de agua), pizarras, paneles, sistemas de proyección y numerosos armarios (Vidal, 1961). Las habitaciones contiguas al laboratorio estaban ocupadas por el Seminario y un almacén de materiales respectivamente.

La figura 1, tomada de Lillo y Redonet (1985), muestra los elementos de un aula-laboratorio inspirada en el diseño clásico, que se proponía como modelo a seguir en los centros. En la pared delantera se sitúan pizarra, panel de corcho y pantalla de proyección. La mesa del profesor tiene instalación de luz y agua, proyectores y espacio suficiente para efectuar demostraciones prácticas. En la parte delantera se sitúan también un armario para guardar mapas extendidos (E), otro para diapositivas y guiones de prácticas (D) y otro (F) para instrumental de precisión, microscopio de investigación, proyectores, etc. El armario G contendría las colecciones de minerales, rocas y fósiles en cajones extraíbles. La zona H, el material usual de observación (lupas y microscopios), además de balanzas, material de disección y de vidrio. La pared posterior puede aprovecharse además para murales de mapas geológicos, etc, y para instalación de acuarios-terrarios o lavabos complementarios.

La zona de trabajo de los estudiantes serían mesas de laboratorio con tomas de luz en varios puntos y lavabo en posición central (se propone sustituir la peligrosa instalación de gas por bombonas pequeñas y mecheros o lámparas de alcohol). Las banquetas, giratorias, resistentes y replegables bajo las mesas. Encima de los lavabos, escurrideros de tubos y material de vidrio, forrados de plástico. El almacén anejo al laboratorio debe tener estanterías metálicas para almacenar productos químicos envasados, modelos didácticos contruidos por alumnos, colecciones, material recolectado en excursiones, etc.

Los primeros laboratorios, que llegaron a tener 50 puestos para alumnos, desbordaron enseguida las posibilidades de atención por parte del profesorado, contando incluso con un profesor de apoyo, y duplicaban las necesidades de material. En algunos centros se hicieron obras y se transformaron en dos laboratorios para 20 alumnos. A finales de los años 70 se construyeron algunos Institutos de Bachillerato que disponían, por primera vez, de cuatro laboratorios: física, química, biología y geología. Entre los laboratorios se situaban los respectivos despachos de profesores. Este modelo no se llegó a generalizar y dejó pronto de estar vigente.

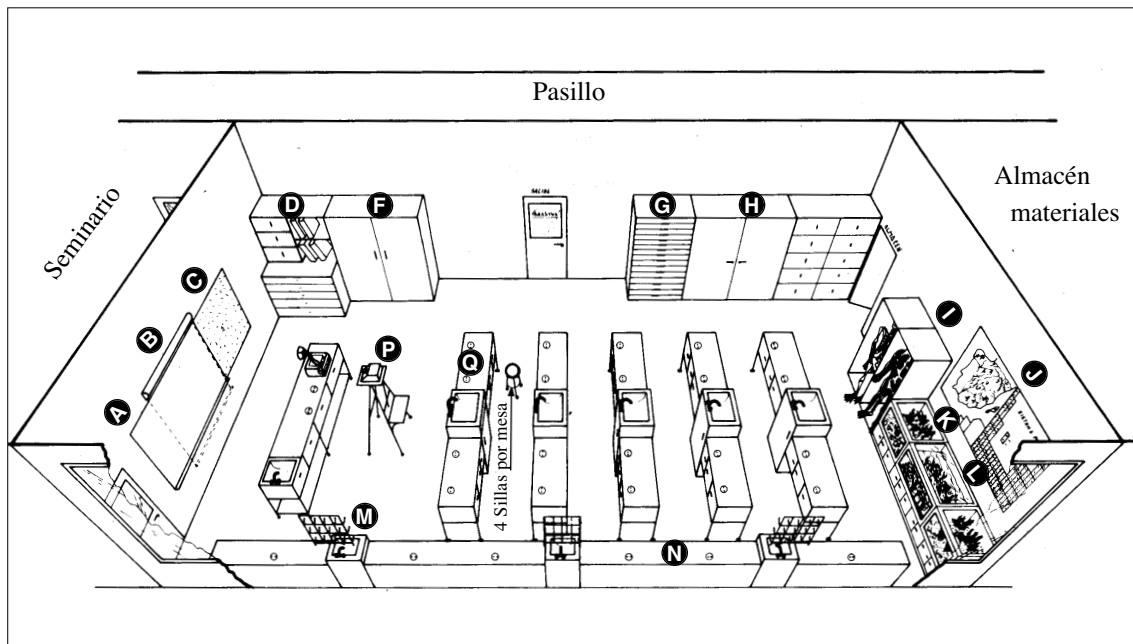


Figura 1. Diseño de un laboratorio "clásico" de Ciencias Naturales (Lillo y Redonet, 1985).

EL "AULA DE MATERIA": UN RETO EN LA ORGANIZACIÓN DE LOS ESPACIOS.

La utilización del laboratorio un día fijo por semana y el desdoble de grupos (hecho oficial en la Orden Ministerial de 9 de junio de 1989) para ser atendidos por dos profesores y posibilitar así numéricamente la realización de prácticas en laboratorio, han sido dos soluciones muy extendidas en la praxis habitual de los Institutos en España en los últimos años.

Esta situación se ha superpuesto a otras circunstancias como la crisis del modelo del aprendizaje por "descubrimiento guiado", los cambios que han ido sufriendo las programaciones para adaptarse a los contenidos y métodos de los nuevos Diseños Curriculares, el recorte de horas que sufren las materias de biología y geología en el nuevo Sistema Educativo y la falta de actualización de dotación de material para laboratorios. El momento actual es, por tanto, crítico en lo que respecta a la organización de los centros para llevar a cabo las actividades prácticas.

Oficialmente existen en las disposiciones del nuevo Sistema Educativo dos determinantes a considerar para organizar el espacio para el aprendizaje de la geología: el Real Decreto de requisitos mínimos y el Proyecto de Centro.

La Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo de 1990 preveía que los centros deberían cumplir unos requisitos para garantizar la calidad de enseñanza, que fueron desarrollados en el Real Decreto 1004/91. Por lo que respecta a las condiciones de los espacios necesarios para el aprendizaje de las ciencias experimentales, quedan fijados de la siguiente manera: "Los centros en los que se imparta E.S.O. dispondrán, como mínimo, de un laboratorio de 60 m² por cada 12 unidades o fracción" (art. 25) y "Los centros en los que se im-

parta Bachillerato en la modalidad de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud, dispondrán de tres laboratorios diferenciados de Física, Química y Ciencias Naturales, con una superficie de 60 m² cada uno" (art. 26). (La L.G.E. preveía una superficie de 90 m² para los laboratorios de centros de 16 unidades). En las modificaciones propuestas al R. D. con fecha 6-03-97 -ver Escuela Española, n° 3313-, el art. 26 queda así: "Los centros en los que se imparta Bachillerato en la modalidad de Ciencias de la Naturaleza deberán disponer de espacio de 60 m² para funcionamiento de dos laboratorios: Física y Química y de Ciencias Naturales".

El Proyecto de Centro constituye un marco teórico de autonomía pedagógica y organizativa en el que desde las Administraciones educativas hasta los Consejos Escolares deberán intervenir para concretar el desarrollo del currículo adaptando la programación y los materiales a las características particulares de cada centro. Este marco permite una flexibilidad organizativa que puede y debe ser aprovechada al máximo por el profesorado de Ciencias para tratar de adaptar las condiciones de espacios y medios del centro a las necesidades metodológicas y experimentales de nuestras materias, que sin duda, distan mucho de las ofrecidas en el Decreto de requisitos mínimos.

Cuando la ley se dicta sin analizar suficientemente la realidad, ésta acaba cambiándola. Un ejemplo para ilustrarlo: en la delegación provincial de Córdoba, según datos referidos en la Inspección, más del 40 % de los centros procedentes de Institutos de BUP, disponen de dos laboratorios para Ciencias: uno para Biología y otro para Geología. Los centros que inicialmente ofrecían estos dos laboratorios no llegaban al 20 %. El hecho de realizar prácticas en un número elevado de centros, la conveniencia de disponer de dos laboratorios, y

(por qué no decirlo) el porcentaje elevado de geólogos entre este profesorado, hizo que se forzaran las cosas o se aprovecharan los momentos oportunos (cambios de aulas, etc) para disponer de esos laboratorios que eran totalmente necesarios para ofrecer una cierta calidad de enseñanza. Espero que al ponerse en marcha el Decreto de requisitos mínimos, los profesores de geología sepamos defender los espacios y medios que precisamos para nuestro trabajo. Aunque desde la Administración deben seguir poniéndose las bases que hagan evolucionar la concepción de los trabajos prácticos para que en el futuro se busquen nuevas soluciones (Nieda, 1994).

“Ningún componente educativo es neutro. Tampoco lo es el espacio” (Santos Guerra, 1993). “Las reformas se quedan en aguas de borrajas si sus propuestas no van acompañadas de una nueva concepción y uso de los espacios” (Jiménez y Bernal, 1994). Estas afirmaciones nos deben hacer reflexionar sobre la conveniencia de romper la inercia del modelo anquilosado (que esta reforma tampoco ha previsto cambiar) de las aulas de grupo, ya que la rigidez en la configuración del espacio supone frecuentemente una condena metodológica (Santos Guerra, 1993). Ya en las Orientaciones Pedagógicas de 1970 se insistía en una organización del espacio que tuviera en cuenta las distintas áreas de aprendizaje y, por otro lado, la flexibilidad de las agrupaciones de los alumnos. El nuevo currículum reclama una redistribución de espacios. En este momento no tiene sentido el aula única como eje central de la actividad docente, ya que los aprendizajes se producen en múltiples ámbitos. Romper con el esquema tradicional es un reto para las Administraciones educativas, para cada profesor y para cada centro (Jimenez y Bernal, 1994).

Durante los años de experimentación de la reforma de la LOGSE, en algunos centros se puso en práctica un modelo distinto de utilización de espacios que está vigente en algunos países y en algunos centros privados. Se trata de adjudicar las aulas a los Departamentos en vez de a grupos fijos de alumnos. Al cambiar de asignatura no son los profesores, sino los estudiantes quienes se desplazan al aula de la materia que le corresponda en su horario. Por desgracia no ha quedado a penas constancia escrita de los resultados de esa experiencia y en la mayor parte de los centros en que se hizo, se ha vuelto al sistema tradicional al crecer el número de alumnos.

El sistema de las “aulas de materia”, aunque en ocasiones pudiera parecer más complicado en las organizaciones de horarios, supone un montón de ventajas que, si el punto de mira se pone en la calidad de enseñanza, no encuentran posibilidad alguna de negación. Para cualquier materia y para las condiciones de trabajo de cualquier profesor, es una ventaja que “no tiene precio” disponer de espacios concretos que se pueden acomodar y diseñar en función de las necesidades de sus clases (sistemas de proyección, posters, biblioteca de aula, materiales específicos...). Además, es evidente que de esta forma se cuidan más los materiales y se sienten más propios.

El “aula de materia de geología” supondría una verdadera revolución en la eficacia del aprendizaje. De hecho este aula existe en muchos Institutos cuando, sobre todo en los cursos superiores, se imparten la totalidad de las clases en el aula-laboratorio. El disponer en cualquier momento de una clase de la colección de rocas, de retroproyector y proyector de diapositivas, de una biblioteca de aula, de mapas, de microscopios, lupas o de ordenadores, no es un lujo. Es lo menos que se puede pedir para desempeñar un trabajo con dignidad y eficacia. De hecho, el que no sea así sólo es un índice de la valoración social de la enseñanza.

Lógicamente este modelo es más fácilmente aplicable a centros de Bachillerato y a centros poco numerosos, aunque podría conseguirse con un poco de generosidad de espacios en cualquier tipo de centro de Secundaria. El diseño debería traducirse en la configuración de un espacio de Ciencias que podría constar de un despacho para el Departamento, un almacén y un número variable de aulas de materia de geología y biología en función del número de alumnos y de las especialidades de bachilleratos.

MATERIALES Y RECURSOS PARA LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS DE GEOLOGÍA EN ENSEÑANZA SECUNDARIA.

El concepto clásico de actividad práctica se limitaba a ejercicios de observación, experimentación y verificación. Sin embargo, las clasificaciones presentadas recientemente por varios autores (Miguens y Garrett, 1991), (Tamir y G^a Rovira, 1992), (Caamaño, 1993), (Grau, 1994) y (Carrillo, 1996) proponen actividades con diverso grado de implicación en habilidades y niveles de indagación: experiencias, ejercicios, experimentos e investigaciones.

Si ampliamos el concepto de actividad práctica al sentido de Hodson (1994), incluyendo actividades de papel y lápiz, actividades interactivas, entrevistas, debates, investigaciones bibliográficas, planteamiento de problemas, etc. concluiremos que el concepto tiende a hacerse extensivo a todo aquello en lo que el alumno es protagonista del aprendizaje. En geología algunas experiencias (como determinación de especies minerales por ensayos químicos o determinación de la simetría de un cristal) han quedado en desuso por ser procedimientos superados por la ciencia con otras técnicas o por carecer de significado en el aprendizaje. En cambio, cada vez se incorporan más actividades de planteamiento de problemas, de autodiseño de experiencias y de proyectos de investigación, en las que se usa una mayor diversidad de recursos (algunos creados por los propios alumnos) y nuevas tecnologías audiovisuales e interactivas. Es decir, cada vez se requiere un espacio más flexible que disponga de mayor y más variado número de recursos.

Teniendo en cuenta la naturaleza y finalidad de los recursos, podemos clasificarlos (sin considerar las actividades de campo) en:

1. Equipo básico de laboratorio: material de vidrio y herramientas.
2. Material para medidas: balanzas, probetas y pipetas, escalímetros, escalas granulométricas, goniómetros, etc.
3. Material de observación: lupas binoculares y de bolsillo, microscopios ópticos y petrográficos y estereoscopios.
4. Colecciones de materiales geológicos (minerales, rocas y fósiles).
5. Recursos audiovisuales: láminas, murales y paneles expositivos, transparencias y retroproyector, diapositivas y proyector, documentales en formato vídeo y monitor de TV, monitor para captar imágenes de lupa o microscopio y proyectar en pantalla de TV.
6. Maquetas, bloques diagrama y modelos para reproducir estructuras geológicas, relieves o procesos.
7. Mapas (topográficos, geológicos), fotos aéreas y satélite, etc.
8. Puzzles y juegos.
9. Materiales para confección de paneles: cartulinas, tijeras, rotuladores, fotografías, etc.
10. Recursos bibliográficos (libros, revistas, artículos y recortes).
11. Recursos informáticos de almacenaje y tratamiento de datos y de programas interactivos.

Los recursos y materiales empleados en actividades del aula de geología deben estar al servicio e íntimamente relacionados con el tratamiento de los conceptos que se sigue durante el curso. Las actividades prácticas no son complementos más o menos divertidos de la asignatura, sino herramientas de aprendizaje que la experiencia del profesor debe saber secuenciar y explotar. Lo importante es que el profesor sepa elegir las actividades, recursos y materiales que sean realmente útiles para que el alumno consiga aprender de la manera más fácil, rápida y eficaz posible.

La revista "Enseñanza de las ciencias de la Tierra" y las comunicaciones de los simposios sobre enseñanza de la geología están llenos de artículos que muestran la importancia del ingenio a la hora de diseñar recursos y cómo materiales baratos y "caseros" pueden resultar a veces más provechosos que los caros y sofisticados. En gran parte pueden

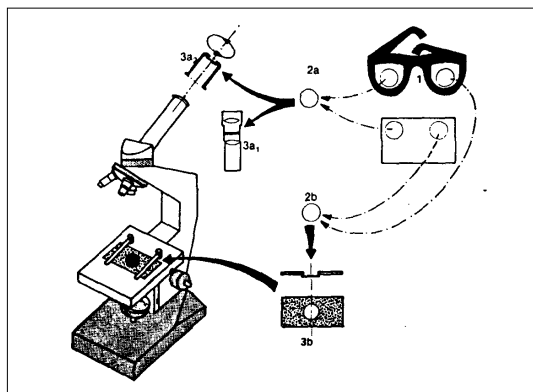


Figura 2. Conversión de un microscopio óptico en polarizante.

ser realizados por los alumnos (maquetas, paneles, transparencias, etc) y ser aprovechados en años sucesivos.

Aunque son numerosísimas las referencias existentes sobre diseño y utilización de materiales y recursos, citaremos algunas a modo de ejemplo para ilustrar la enorme variedad y posibilidades de aprovechamiento:

- Creación de recursos propios de observación: la confección de un polariscopio (Correig y Nogués, 1988) que puede hacer las veces de un microscopio petrográfico para observación de rocas. También se pueden obtener microscopios polarizantes a partir de otros normales (Fig. 2) si se considera interesante para los alumnos (Lillo, Redonet y Ribeiro, 1986). La confección de un estereoscopio de espejos (Gómez y Alvira, 1988) puede poner al alcance de cualquiera un recurso interesantísimo para hacer observaciones e interpretaciones geológicas de fotografías aéreas, actividad muy extendida y aprovechada en todos los niveles en otros países (por desgracia, no en el nuestro).

- Confección de bloques-diagrama para la interpretación de estructuras geológicas en tres dimensiones. Es particularmente interesante la propuesta de Aguerre, Beltrán y Moreno (1986).

- Diseños de modelos experimentales para comprender e interpretar la estructura y dinamismo de pliegues y fallas (Correig, 1988), la estructura y comportamiento de acuíferos reproducidos con arena y otros materiales en el interior de un acuario (Castro y Gracia, 1994), etc. Es particularmente interesante la propuesta de Alvarez y G^a de la Torre (1996) de asociar el diseño de modelos analógicos al planteamiento de problemas como la formación de las rocas sedimentarias o de los fósiles.

- La construcción de bloques didácticos autónomos propone elaborar materiales específicos para una observación dirigida de temas variados como las rocas (Castillo, Gisbert, Lahoz, 1990), etc. Resulta sorprendente el enorme provecho que se puede sacar de un bloque de este tipo sobre arenas, clasificadas y dispuestas en celdillas para una observación simple sobre la que se pueden plantear multitud de problemas.

El capítulo de las colecciones de minerales, rocas y fósiles merece una mención especial. En febrero del 97 la televisión regional andaluza daba una noticia sobre una exposición de materiales antiguos de las escuelas: hablaba de fotos del caudillo, imágenes del Sagrado Corazón... y colecciones de minerales. Las colecciones, incluso las escolares y las de maravillosos y muy didácticos museos, están siendo desprestigiadas (en mi opinión injustamente) y asociadas exclusivamente al coleccionismo decimonónico o al coleccionismo caprichoso a científico. No debemos olvidar que la geología avanzó gracias a que se formaron buenas colecciones que se pudieron estudiar más tarde y que el estudio de la diversidad, eje central de los Diseños curriculares, no encuentra en geología una herramienta mejor que las colecciones.

Las colecciones, y más las escolares, deben ser algo vivo, elaborado y dispuesto para el estudio y no un simple muestrario de vanidad. Una colección plantea una multitud de ventajas didácticas como son: la motivación hacia los materiales terrestres, la posibilidad de realizar observaciones directas de características y propiedades sobre muestras reales, la posibilidad de hacer ejercicios de clasificación y determinación y la de plantear problemas de hipótesis sobre sus génesis o relaciones entre formas, composición y procesos. Lo importante de una colección escolar no es el número ni la rareza de las piezas, sino la simplicidad y la claridad. Es conveniente implicar a los alumnos en su confección, construyéndolas a partir de muestras obtenidas en excursiones o rellenando las fichas de sus características.

El enfoque con que se diseñen las colecciones deberá estar en función del tratamiento que se haga de la asignatura en cada nivel, aunque siempre condicionadas por el uso didáctico que vaya a tener (Tarrío, Corral y Alonso, 1990). Por ejemplo, una buena colección de minerales puede ser suficiente con 10 o 12 especies para un nivel elemental, siendo conveniente que esté repetida un número de veces suficiente como para que cada grupo de 3 o 4 alumnos disponga de una muestra cuando se plantee una actividad. Si se van a hacer determinaciones o comprobación de propiedades, interesa que las colecciones sean mudas (no presenten nombres, sino números de referencia) y sean los alumnos quienes descubran el nombre o las características. Se pueden adaptar las colecciones a cualquier otro criterio, como el de recursos o materiales industriales (Mata-Perelló y Sanz, 1994), que puede resultar de interés en una asignatura como Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.

La Informática ha supuesto la última y posiblemente más importante revolución tecnológica del siglo XX en todos los ámbitos. La escuela, como siempre, suele ser la última en enterarse. Su utilización como recurso de enseñanza-aprendizaje permitirá analizar en el aula conjuntos de datos para hacer un tratamiento de subsistemas en una visión holística de la geología (Anguita, 1994).

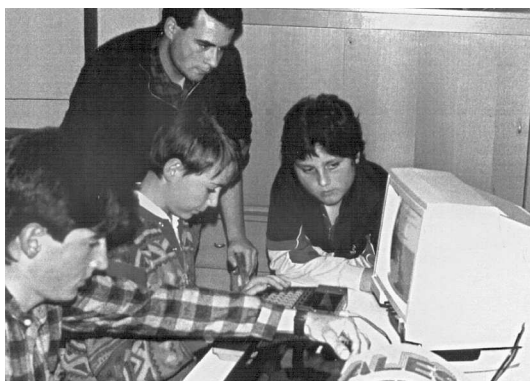


Figura 3. La informática, nuevo recurso tecnológico en el aula de geología.

Hodson (1994) considera muy favorable la realización de actividades prácticas con ordenador por: a) permitir adaptar la experiencia a los objetivos (al revés de lo que suele ocurrir en las experiencias directas), b) posibilitar que los estudiantes, utilizando simulaciones y bases de datos, dediquen más tiempo a manipular ideas y no datos u observaciones accesorias, c) facilitar el control de los resultados. La simulación con ordenador, en vez de presentar un único modo de actuar ("receta"), hace posible que distintos grupos de alumnos propongan distintos caminos de resolución, creando una situación más parecida al modo de proceder la investigación científica.

Han sido ya muchas las experiencias publicadas sobre utilización del ordenador para seguimiento de medidas y tratamiento de resultados en experiencias de laboratorio (Herrán y Parrilla, 1994), empleo de bases de datos en mineralogía para estudio de propiedades y determinaciones (Oliver y López, 1992), o en petrología (Oliver y López, 1996) con programas que ofrecen imágenes donde se resaltan texturas, estructuras y composiciones, que se pueden consultar y comparar con agilidad, creando en el aula situaciones que permiten planteamientos de problemas, trabajos de investigación y ahorro de tiempo en el aprendizaje. Existen otros programas y CD-Rom en el mercado sobre procesos geológicos, tectónica de placas, deriva de continentes, simulación de deformaciones, sistema solar, mapas, etc. E incluso ha habido experiencias de Enseñanza Asistida por Ordenador en cursos completos de geología en E.S.O. (Castiñeiras, 1994).

Habrà mucho que mejorar, que trabajar y experimentar en la aplicación de la informática como nueva tecnología en el aula de geología, pero no cabe duda que el tratamiento informático se puede aplicar con provecho a cualquier campo y se deben ir dando los pasos para que los ordenadores estén presentes en el aula y se vayan incorporando cada vez más como un recurso tan útil y necesario como la lupa o los mapas.

LA PERSONALIZACIÓN DEL "AULA DE MATERIA" DE GEOLOGÍA: ADAPTACIÓN DE ESPACIOS, MATERIALES Y RECURSOS.

El laboratorio, el aula-laboratorio y el aula de materia se pueden considerar tres etapas de una evolución en la concepción del espacio para el aprendizaje, que implican progresivamente más flexibilidad, mayor diversidad de recursos y más eficacia.

Esta flexibilidad encuentra en teoría un aliado en la situación creada en España tras la implantación del nuevo Sistema educativo. La LOGSE y la LODE constituyen en principio marcos legales propicios para una mayor libertad organizativa, para la participación, autogestión e independencia de los centros, incluso en el aspecto económico. El intervencionismo por parte de las administraciones educativas, que aún todavía sigue existiendo, llevaba a situaciones ridículas en las que se enviaban a los centros (cuando había envíos), materiales seleccionados por un técnico que no siempre eran los más convenientes, cuando no eran inservibles y obsoletos.

La organización de los espacios, materiales y recursos debe estar determinada y al servicio de los usuarios: los estudiantes (sus conocimientos, sus intereses, etc.), y especialmente de los profesores, que son en quienes repercute a lo largo de toda su vida las condiciones y la eficacia de su trabajo. Por tanto, las aulas, laboratorios o aulas de materia deberían ser diseñadas exclusivamente por los equipos de profesores, convenientemente asesorados, pero sin ningún tipo de intervencionismo. En ese sentido, aunque habría muchos elementos comunes, cada aula de geología de cada centro, tendría matices distintos en el diseño del espacio y en la elección de recursos y materiales, en función de las características de cada centro, de las materias comunes y optativas, del número de alumnos, de los diseños curriculares de aula y, por supuesto, de las experiencias didácticas del profesorado.

Por ejemplo, centros donde hubiese un mayor peso de contenidos y objetivos relacionados con temas ecológicos, podrían disponer en mayor medida de mapas, equipos de campo, paneles, fotografías aéreas y estereoscopios, etc., mientras que en otros en que los contenidos y objetivos giraran en torno a conceptos de materiales y procesos geológicos, serían más precisos instrumentos de observación, muestras de colecciones, bloques diagrama y modelos, etc. En ambos, sin embargo, resultarían igualmente útiles y necesarios recursos audiovisuales e informáticos.

Una regla de oro en la personalización del aula de materia de geología es la adaptabilidad, que va unida al ingenio y capacidad de crear materiales propios cuando faltan otros. Existen numerosos ejemplos de cómo se puede convertir un aula normal en un aula-laboratorio (Lillo y Redonet, 1985), de cómo se pueden diseñar materiales alternativos y de cómo se puede sacar un máximo provecho de unos recursos reducidos. Evidentemente, esto exige previsión para fundir las actividades seleccionadas con un entramado conceptual y con un cálculo realista del tiempo disponible.

Un aula de materia de geología, en el sentido que aquí se propone, sería un espacio ante todo convertible y múltiple, que podría tener mesas tipo laboratorio para trabajar en equipo grupos de 4 o 5 alumnos, que dispusieran de puntos de luz para instrumentos de observación y de superficie amplia para trabajar con mapas y otros materiales. Sería necesario disponer de una zona "húmeda", con tomas de agua y desagüe y alguna mesa accesorio, donde acudirían ocasionalmente los alumnos para algunas comprobaciones experimentales, manipulación de modelos y maquetas, etc. No serían necesarias instalaciones de gas, porque la experimentación química se vería muy reducida. Y debería disponer de una zona frontal donde se concentraran los medios audiovisuales (pizarra, pantalla, proyector y retroproyector, vídeo y monitor de TV). Sería conveniente además, disponer de una zona o fila de mesas en la que se situara un número suficiente de ordenadores.

En un sistema complejo y múltiple como éste, resulta totalmente necesario el orden, la conservación y la limpieza. Para ello, se precisan suficientes

armarios para tener bien clasificados los materiales y sistemas de archivo para los materiales de diseño propio, para recursos audiovisuales, programas informáticos, fichas de propuestas de actividades, etc. Sería conveniente, también, disponer de una superficie de pared donde colocar murales y paneles. El almacén, con sus estanterías, tal y como fue diseñado en los laboratorios "clásicos", sigue resultando aquí de enorme valor. El mantenimiento de los materiales y recursos, así como la evaluación de las actividades prácticas exigiría por parte del equipo de profesores de algunas sesiones de trabajo especiales al empezar y terminar cada curso.

La creación de aulas de materia de geología, es tarea de años de trabajo por parte de un equipo de profesores, que no siempre es fácil, pero ese es nuestro reto y ahí debemos poner el empeño, sabiendo que los obstáculos cierran el intento en un círculo que sólo se rompe con ilusión, con libertad de acción y con facilidad para disponer de recursos. Además exige dedicación de un tiempo adicional para diseño, preparación y conservación de materiales, que otras asignaturas no precisan y que tal vez, si hacemos valer nuestro trabajo, sea algún día reconocido.

LOS DEPARTAMENTOS DE GEOLOGÍA EN SECUNDARIA COMO CENTROS DE ACTIVIDADES, DE DOCUMENTACIÓN Y DE INVESTIGACIÓN.

Los Departamentos de Biología y Geología se pueden considerar en sentido amplio, incluyendo equipo de profesores, despacho, aulas de materia, recursos, materiales, proyectos y grupos de alumnos. De todos esos elementos, sólomente los alumnos se renuevan cada poco tiempo (algunos sólo duran un año). Por eso conviene que el profesorado cobre conciencia de que su tarea no consiste en un "borrón y cuenta nueva" de cada año, sino en un "suma y sigue" de todos los años en los que debe procurar ejercer cómoda y eficazmente su profesión.

De la misma manera que en la Universidad cada departamento cristaliza y se especializa en ciertas líneas de investigación y enfoques didácticos, en función del profesorado y del alumnado, en la Enseñanza Secundaria cabe, y de hecho ocurre, que cada centro y cada departamento acaben marcando unos rasgos de identidad condicionados por las características del alumnado, de los diseños curriculares, de las actividades prácticas de aprendizaje que se seleccionen y de las tramas conceptuales que las sustenten, así como de los recursos y materiales que se creen o se utilicen.

Como en toda empresa habrá que hacer proyectos y balances anuales, pero también será oportuno planificar metas a largo plazo en las que cabe plantear el diseño o rediseño de los espacios utilizados como aulas de materia y la adquisición, mejora, renovación y conservación de recursos y materiales. En este sentido, el lugar de reunión y el propio equipo de profesores constituyen el motor y el cerebro de esta empresa. Se debe insistir en que el esbozo de las actividades prácticas no puede hacerse de otra manera que no sea en el contexto de la planificación

de objetivos del currículo y condicionado por el espacio, recursos, materiales y tiempo disponibles.

El departamento, como centro desde donde se dirige la marcha de la actividad docente y desde donde se programa el aprendizaje, debe ser también un lugar de documentación en el que queden constancia de las experiencias didácticas y de sus resultados y se archiven revistas y artículos de interés didáctico y también de documentación bibliográfica y de actualización científica. Debe permanecer en ambos sentidos abierto al contacto con centros de investigación didáctica y otros grupos de trabajo de profesores.

Los estudiantes, aunque sean efímeros en el paso por el Departamento, no pueden ser considerados, ni mucho menos, como elementos pasivos, sino como protagonistas, en cuanto que llevan a cabo proyectos de investigación en el aula, ayudan a crear materiales y pueden participar voluntariamente en actividades complementarias fuera del horario lectivo, constituyendo "clubs de ciencias" o participando en proyectos de actividades y concursos.

Con el paso del tiempo, los trabajos elaborados por los alumnos (maquetas, paneles, informes, etc) pueden ser expuestos en el centro aprovechando ocasiones como "el día" o "la semana" de la ciencia, etc. Un provecho especial se puede obtener de los materiales geológicos, los datos y las fotografías que los propios alumnos obtienen de las salidas al campo. En alguna ocasión estos materiales, unidos a un proyecto especial como la participación en los Premios de innovación educativa ha llevado a la consecución de un museo geológico en el propio centro (Melero y otros, 1991).

El nuevo enfoque interactivo que se da en la actualidad a los museos hace que éste sea un proyecto abordable a largo plazo por cualquier centro. Ya no tendrán el sabor rancio de los animales conservados en alcohol ni de las piedras llenas de polvo, sino el colorido de paneles, fotografías y muestras generalmente del entorno del centro, con información e incluso mensajes claros y sencillos, que como los antiguos museos también pueden conservar una documentación e incluso un patrimonio naturalístico y que resulta una gran herramienta de motivación y aprendizaje para quienes colaboran en su construcción y para quienes lo contemplan años después.



Figura 4. Equipo de alumnos trabajando en la preparación de un museo escolar.

BIBLIOGRAFÍA

Aguerre, Beltrán y Moreno (1986). Uso de bloques diagrama en la enseñanza de la geología. *IV Simposio sobre enseñanza de la geología*, 35-44.

Alvarez, R.M. (1994). De los trabajos prácticos tradicionales a la actividad investigativa.. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 2 (2-3), 361-371.

Alvarez, R.M. y García de la Torre, E. (1996). Los modelos analógicos en geología: implicaciones didácticas. Ejemplos relacionados con el origen de materiales terrestres. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 4.2, 133-139.

Anguita, F.(1994). Geología, Ciencias de la Tierra, Ciencias de la Naturaleza: paisaje de un aprendizaje global. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (1), 15-21.

Bernal, J.M. y Jaén, M. (1993). Las actividades de laboratorio y de campo en la enseñanza de las Ciencias Naturales: un problema persistente.. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra (IV Congreso), 151-152.

Caamaño, A. (1993). Los trabajos prácticos en Ciencias Experimentales. *Aula*, 9, 61-68.

Carrillo, L. (1996). Los trabajos prácticos en geología: problemas, posibilidades y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4 (2), 120-123.

Carrillo, L., Gisbert., J. y Rodríguez, J.M. (1993). Las arenas y el aprendizaje de la geología: construcción de un B.D.A. de arenas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1 (1), 37-46.

Castillo, E., Gisbert, J. y Lahoz, C. (1990). Bloques didácticos autónomos (B.D.A.) autogenerados con el método activo-solidario: ejemplos en la didáctica de la Petrología. *VI Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 433.

Castiñeras, M.L., Castro, A., Otero, M.A. y Paz, C. (1992). Enseñanza asistida por ordenador y geología. *VII Simp. Sobre Enseñanza de la Geología*, 447-455.

Castro, M.J. y Gracia, J.J. (1994). Modelo a escala reducida del funcionamiento de acuíferos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2 (1), 272-278.

Correig, T.M. (1988). Recursos didácticos de un modelo para explicar la formación de pliegues y fallas. *V Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 241-247.

Correig, T.M. y Nogués, J.M. (1988). Aplicaciones didácticas del polariscopio. *V Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 355-360.

Escuela Española (1997). Proyecto de real decreto de requisitos mínimos (6 de marzo de 1997). *Escuela Española*, nº. 3313.

García Barros, S., Martínez, M.C. y Mondelo, M. (1995). El trabajo práctico. Una intervención para la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 203-209.

Gil, D. y Valdés, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 155-163.

Gómez, J. y Alvira, F. (1988). Construcción de un estereoscopio de espejos en el aula de manualidades. *V Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 361-366.

Grau, R. (1994). ¿Qué es lo que hace difícil una investigación? *Alambique*, 27-35.

Herrán, C y Parrilla, J.L. (1994). La utilización del ordenador en la realización de experiencias de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 393-399.

Hodson, D. (1993). New thinking of the roll of practical work in Science teaching. *International Conference on Geoscience education & Training*. Southampton, abstract volume.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.

Jiménez, J. y Bernal, J.L. (1994). Del aula a los centros integrales. *Cuadernos de Pedagogía*, nº 226, 12-16.

Lillo, J. y Redonet, L.F. (1985). *Didáctica de las Ciencias Naturales. I. Aspectos generales*. Ed. ECIR. Valencia.

- Lillo, Redonet y Ribeiro (1986). Diversas formas de convertir un microscopio normal en polarizante: introducción a la didáctica elemental de la microscopía petrográfica. *IV Simp. sobre Enseñanza de la Geología*, 67-76.
- Lillo, J. (1994). Los trabajos prácticos de Ciencias Naturales como alternativa reflexiva, crítica y creativa. *Alambique*, 2, 47-56.
- Mayer, V.J. y Armstrong, R.E. (1990). What every 17 years old should know about planet Earth: the report of a conference of educators and geoscientists. *Science Education* 74, 155-165.
- Mata-Perelló, J.M. y Sanz, J. (1994). Una propuesta en torno a una enseñanza más aplicada de la Mineralogía y de la Petrología: hacia la "ciencia de los materiales geológicos industriales". *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2 (1), 268-271.
- Matthews, M.R. (1994). Vino viejo en botellas nuevas: un problema con la epistemología constructivista. *Enseñanza de las Ciencias*, nº 12 (1), 79-88.
- M.E.C. (Ministerio de Educación y Ciencia) (1991). *Real Decreto 1004/91 de 14 de junio*. B.O.E. 152 (26 de junio).
- Melero, J. y otros (1991). La historia geológica de la provincia de Burgos: objeto de una renovación didáctica y de un museo escolar. *Nuevas aproximaciones a la escuela integral (VII premios Giner de los Ríos)*. Fundación Banco Exterior. 9-27.
- Miguens, M. y Garrett, R.M. (1991). Prácticas en la enseñanza de las Ciencias. Problemas y posibilidades. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 229-236.
- Nieda, J. (1994). Algunas minucias sobre los trabajos prácticos en la enseñanza secundaria. *Alambique*, 2, 15-20.
- Oliver, C. y López, M. (1992). Miner, programa gestor de una base de datos de minerales, VII Simp. sobre enseñanza de la geología, 439-446.
- Oliver, C. y López, M. (1996). Un recurso informático para la didáctica de la Petrología. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Vol. extra. VIII Simposio Ens. de la Geología, 120-123.
- Santos Guerra, M.A. (1993). Espacios escolares. *Cuadernos de Pedagogía*, nº 217, 55-58.
- Serrano, T. (1990). De los setenta a los noventa. *Cuadernos de Pedagogía*, nº 180, 12-15.
- 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.
- Tarriño, A., Corral, J.C. y Alonso, J. (1990). La didáctica de las rocas. Creación de una colección. *VI Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 453.
- UNESCO (1978). *Nuevo manual de la UNESCO para la enseñanza de las ciencias*. EDHASA. Barcelona.
- Vidal Box, C. (1961). *Didáctica y metodología de las Ciencias Naturales*. Ediciones de la Revista de "Enseñanza Media", M.E.C. Madrid.
- Watson, J. (1994). Diseño y realización de investigaciones en las clases de ciencias. *Alambique*, 2, 57-65. ■