

## METODOLOGÍA Y SECUENCIACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DIDÁCTICAS DE GEOLOGÍA DE CAMPO

Enrique García de la Torre. (1)

*"El geólogo no debe ser devoto de una sola hipótesis ni de los hechos que la soportan, ni quedar eternamente ligado a ella. El debe considerarla, en cierto modo, como una aventura de verano, no como una esposa definitiva y debe estar dispuesto a abandonarla en el momento que otra imaginaria chica aparezca."*

Ira B. Joralemom (1940), *Mining Congress Journal*.

Citado por Thorpe y Brown (1990).

### RESUMEN

La importancia de las actividades de campo en la Enseñanza de la Geología está manifiestamente consensuada entre los profesionales de su enseñanza. Así mismo el diseño y desarrollo de este tipo de actividades no deben ser de cualquier modo si se quieren optimizar sus resultados hacia la construcción de aprendizajes significativos. La investigación escolar del medio por los se va proponiendo como la alternativa metodológica más fructífera, fundamentada en el planteamiento, tratamiento y resolución de problemas. En este sentido una insuficiente fundamentación epistemológica de la Ciencia, sesgada hacia planteamientos inductivistas, se plantea como un obstáculo para la enseñanza que debe derivar hacia planteamientos basados en el modelo hipotético-deductivo que sustenta nuestra propuesta.

Así mismo el desarrollo secuencial de las actividades de campo -antes, durante y después- nos muestra como algo de gran eficacia. Pensamos además que las actividades de campo deben estar integradas en el curriculum. El aprendizaje generado alrededor de las actividades de campo no sólo es de tipo conceptual, sino que se muestra como una excelente ocasión para el desarrollo de destrezas y la generación de actitudes positivas para el estudiante, felizmente coherentes con los Proyectos y Diseños Curriculares que con la Reforma Educativa se están introduciendo en nuestro país.

### ABSTRACT

*There's a clearly consensus about the field-work's importance between the teachers of Geology. Moreover, design and development haven't to be at any rate if we try to have the best results at the build of significatives learnings. We think that the students's environment's investigation is the most positive alternative, based in problems's*

*posing, treatment and solving. In this way, an insufficient epistemological foundation, based on inductivists approaches, is an obstacle for some teachers, that must to evove to posings based in the hipotetical-deductive model, that found our proposal.*

*The fieldworks's sequence -before, during and after- appears like somethig very efficient. We think that the fieldworks must be, behind another works, integrated in the curriculum. This learning isn't only concepts -the field appears like an excelent place to the procedures's develop and the creation of positives attitudes for the learning, like propose the Proyects and Curricular Designs, that are introducing in our country.*

### 1. INTRODUCCIÓN

Habitualmente, en Geología, cuando se sale al campo, se suele hacer bajo uno de los dos modelos siguientes:

- *Excursiones geológicas.* Tienen como objetivo ver en una jornada la mayor cantidad ejemplos de la teoría explicada en clase, adquiriendo el profesor el papel de cicerone.

Tiene como referente una visión transmisiva del aprendizaje. El profesor "identifica" los objetos (rocas, fósiles, minerales, tipos de pliegues, fallas, ...) y "explica" los acontecimientos que de ellos se derivan (erosión, sedimentación, metamorfismo ...)

- *Itinerarios didácticos de Geología.* (Alvarez Suarez y otros, 1986) Teniendo el mismo objetivo que el modelo anterior, el instrumento metodológico básico suele ser un cuestionario cerrado de preguntas-respuesta, coherente con una visión inductivista y activista del aprendizaje. Los alumnos intentan reconocer las rocas, fósiles, minerales, etc, recordando las muestras vistas antes en laboratorio.

A nuestro entender las salidas al campo en Geología se deben instrumentar de otra forma, que denominamos *Actividades didácticas de Geología de campo* (ver tabla nº 1). Se propone este término, a otro modelo que se presenta como alternativa mas coherente con los fundamentos del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las actividades didácticas de Geología de campo deben, partiendo de una visión constructivista del aprendizaje, tener como objetivo el aprendizaje significativo de nuevos conceptos, el desarrollo de destrezas y la generación de actitu-

(1) I.B. Fidiána. Córdoba. Equipo Terra



Tipo de salida	Modelo de aprendizaje	Objetivos	Estrategia aprendizaje	Recursos de identificación de ejemplares
Excursión geológica	Trasmisión-recepción	“Recibir” la mayor información posible	Información del profesor	El profesor
Itinerario didáctico de Geología	Activo-inductivista	“Descubrir” la mayor información	Observaciones y preguntas encadenadas posible	Recuerdo de muestras de laboratorio
Actividades didácticas de Geología de campo	Constructivista-investigativo	Aprender conceptos, destrezas y actitudes	Planteamiento tratamiento y resolución de problemas	Diagramas de flujo. Diagramas de tamaño de grano

Tabla nº 1.- Los tres modelos de actividades de campo

des, utilizando como estrategia un modelo investigativo, semiabierto, basado en el planteamiento, tratamiento y resolución de problemas. Los aspectos descriptivos se deben resolver, utilizando recursos de identificación actualizados, como diagramas de flujo, de tamaño de grano, etc. (ver fig. nº 1). En los que creemos así mismo necesario, por la gravedad del momento, incluir otros recursos en relación con los problemas ambientales de la zona, en otra feliz coincidencia con los planteamientos -la ambientalización del Currículum- de la Administración Educativa de nuestro país.

A fundamentar y desarrollar dicha propuesta nos dedicaremos a continuación.

## 2.- LA TRAMPA DEL EMPIRISMO Y LA GEOLOGÍA DE CAMPO.

Conocido y debatido suficientemente el primer modelo (Brusi, 1992; García de la Torre, Pedrinaci y Sequeiros, 1993; Jaén y Bernal, 1993) creemos que es en el segundo donde el debate no está suficientemente clarificado, aunque no faltan referencias bibliográficas recientes en este sentido (Dixon, 1989; Fisher, 1993; Jaén y Bernal, 1994).

El proceso de razonamiento por el que desde instancias particulares se va hacia proposiciones generales, es conocido como *empirismo o inducción*. Fue Francis Bacon (1620) quien en “Novum Organum”, primero presentó la lógica inductiva como la lógica del descubrimiento científico, opuesta a la lógica del argumento, la lógica deductiva. Como método científico requiere la acumulación de grandes cantidades de información, con la certeza de que las conclusiones emergerán inevitablemente, según el esquema:

OBSERVACION PARTICULAR → HECHOS → CONCEPTOS

Y así fué en los comienzos de las Ciencias y por ende de la Geología. Gran número de investigaciones individuales se efectuaron en diferentes lugares y fueron meticulosamente impresos y catalogados. Esto se basó generalmente en la observación y clasificación de rocas y fósiles y en interpretarlos como pruebas de acontecimientos pasados.

Esto está consciente o inconscientemente en la mente de muchos científicos y enseñantes y se detecta, Fisher (1993), cuando determinados profesores indican a los estudiantes:

“nosotros observamos esto ... por lo que concluimos que ...”

Pensando que las *observaciones* son la llave milagrosa que las convierte en conclusiones, constituyéndose éstas en la clave del progreso científico.

## 3.- LA CLAVE ESTA EN HACER AFLORAR Y CONTRASTAR MÚLTIPLES HIPÓTESIS

La etapa inductiva de las primeras fases de la Ciencia, fue dejando paso -en Geología en torno a la mitad del siglo XIX- a la etapa *deductiva*, conforme se iban construyendo los conceptos y teorías científicas. Nuestro esquema inductivo anterior se fue transformando en el siguiente:

OBSERVACIÓN → PLANTEAMIENTO DE INCERTIDUMBRES (PROBLEMAS) → HIPÓTESIS → CONTRASTACION → CONCLUSIONES

Desde entonces las observaciones, los proble-



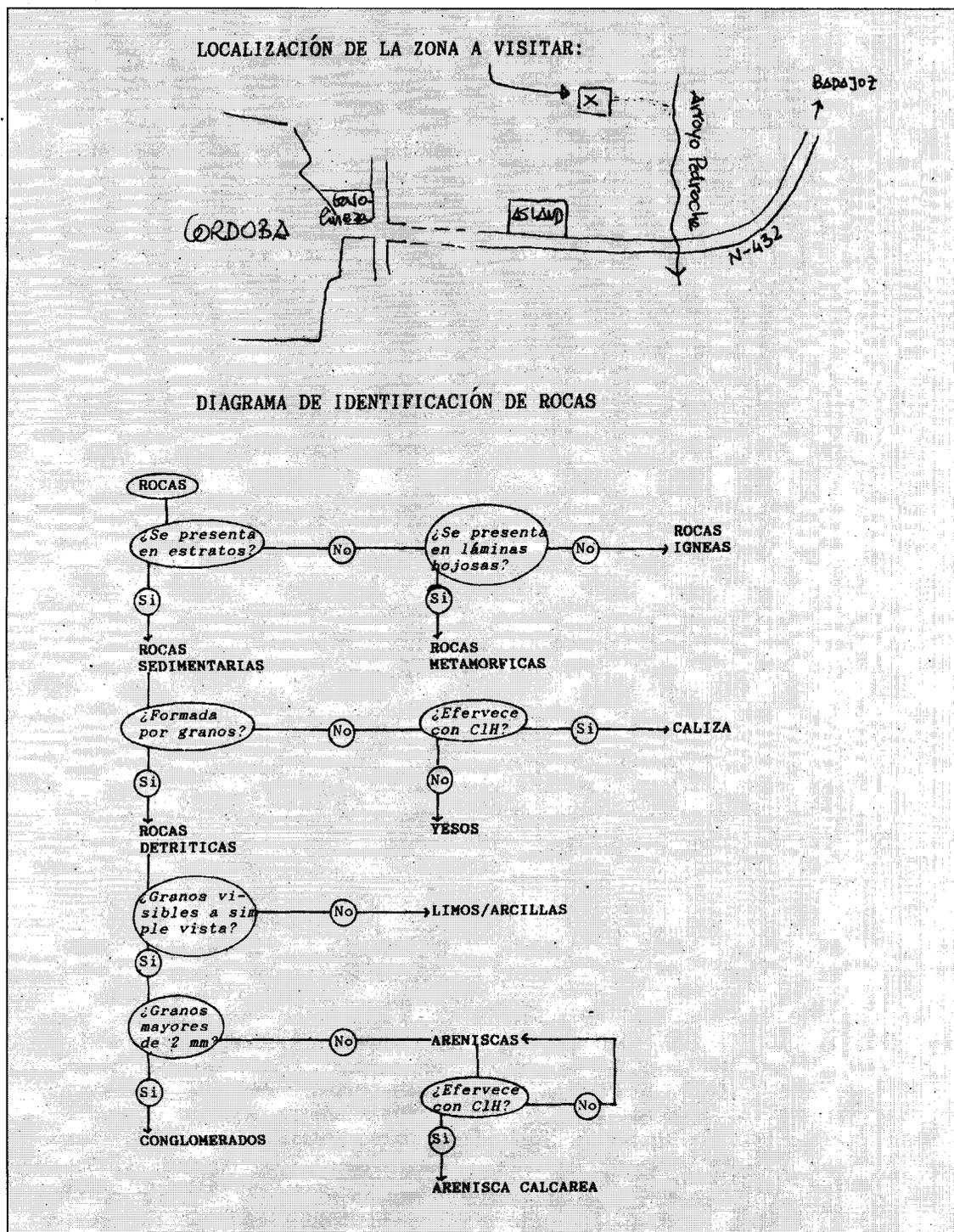


Fig. nº 1. Recursos para las actividades didácticas de Geología de campo en el Arroyo Pedroches. Córdoba.

mas y las hipótesis, se hacen a la luz de los conocimientos previos del observador. Una vez los conceptos, la teoría, existen, se pueden utilizar en la resolución de actividades particulares. La teoría forma la base de las predicciones que podrán ser refinadas en hipótesis, que constituyen las respuestas a las cuestiones que desde las observaciones de campo se plantean. Es decir, dichas observaciones son analizadas por la mente del observador, con sus ideas y sus conceptos, que se convierten en "instrumentos mentales de obser-

vación de la realidad", (Compiani, 1991) siguiendo las ideas de Paschoale (1988), el cual define el papel de la Geología de campo como "el lugar donde lo interno, las ideas, y lo externo, los hechos reales, se encuentran con mayor intensidad".

El planteamiento, tratamiento y resolución de problemas (Garret, 1988; Caballer, 1993; Caballer, Jiménez y Madrid, 1993) no sólo coincide con la visión actual de los expertos de como se



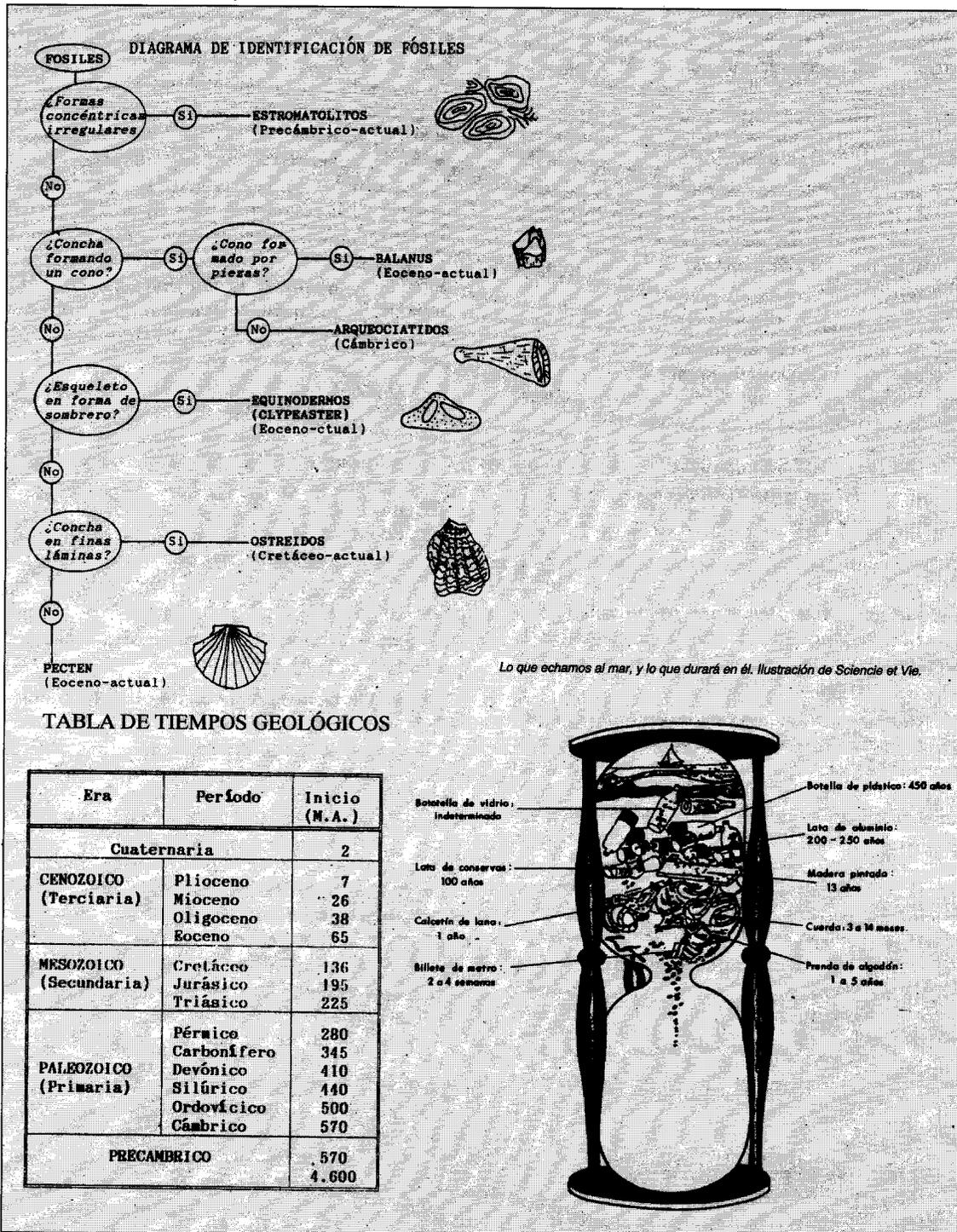


Fig. nº 1 (continuación). Recursos para las actividades didácticas de Geología de campo en el Arroyo Pedroches. Córdoba.

produce el conocimiento científico, (Nussbaum, 1989; Hodson, 1992; Gil Pérez, 1993, entre otros), sino que -véase la cita que sirve de prólogo a este artículo- en 1940, algunos ya lo indicaban.

Pero en Geología hay, en este sentido, artículos mas antiguos, como el que se expone a continuación. Sabemos (Eliot, 1990) que una lúcida explicación de la manera de investigar en Geología se publicó ya *en 1897!* por Thomas Chrowder Chamberlin, de la Universidad de Chicago, en

el Journal of Geology. El procedimiento, conocido como de *"las múltiples hipótesis de trabajo"*, preserva al investigador contra la asunción no contrastada de una preasumida hipótesis, del peligro de la tendencia psicológica al enamoramiento de una idea personal propia, en perjuicio de otras, ya sea en el laboratorio, en el campo o en el gabinete. El investigador debe de tomar en consideración *"todas"* las explicaciones posibles que pueda pensar frente a un problema, asignándole a todas igual estatus, sin favorecer a ninguna.



Normalmente una hipótesis parece la más probable y aquí está el peligro, en dejarse arrastrar inconscientemente, seleccionando y magnificando los hechos que están en armonía y que soportan dicha hipótesis, con una negligente inconsciencia de los fenómenos que no encajan con ella. *“El mantenimiento de esta imparcialidad ante las ideas que compiten no es fácil, pero es una necesidad básica en el proceso científico. Cada hipótesis debe de ser examinada y perseguida hasta que sea probada o desaprobada y abandonada”.*

Creemos que a Chamberlin hay que leerlo y releerlo también aquí. Seguramente muchos cambiarían su método de trabajo en clase, y -por supuesto- en el campo, que debería, ante una observación específica ser algo así como:

*“Dado que observamos esto ... ¿Que posibles interpretaciones podríamos hacer y qué haríamos para comprobarlas?”.*

Y a continuación, recogerlas *“todas”* y contrastarlas. (Ver tabla nº 2) Vemos que -al contrario que nuestro profesor anterior, inductivista- no se habría omitido dos fases fundamentales, la investigativa y la evaluativa, sin las cuales, hoy no existe verdadera Ciencia.

Aunque inicialmente este modelo, *investigativo, deductivo o hipotético-deductivo*, produce al principio en el alumno una cierta inseguridad, al poco tiempo éste va generando una amplia y general satisfacción, derivado sobre todo del mayor protagonismo del estudiante en relación a otros

modelos mas tradicionales. Cuando toman confianza en el método empiezan a hacer sus propias conjeturas en nuevas situaciones, con un progresivo aumento de confianza en sí mismos y de su propia autoestima. Pensamos como Fisher (1993), que las cuestiones deben -siempre que se puedan- ser formulados por los propios alumnos, pues si no son capaces de hacerlo generalmente tampoco lo serán de su resolución, pues no tienen suficientes herramientas (conceptuales y procedimentales) para ello. De ahí que defendamos un modelo de *planteamiento de problemas “abierto”* -los alumnos los plantean- o *“semiabierto”* -se plantean por el profesor y los alumnos, según el caso-.

#### 4.- OTRA CLAVE: ANTES DE SALIR AL CAMPO, LA TEORÍA.

Dado que los conceptos son la base de las predicciones de las hipótesis de los alumnos, se necesita tener la certeza de que existen y están bien “construidos” en la mente del aprendiz. Se impone, por tanto, una fase previa a la escenificación en el campo, el *“antes”* (Fisher, 1993; García de la Torre, Pedrinaci y Sequeiros, 1993).

Para ello proponemos el siguiente planteamiento:

- 1.- Qué *Conceptos* necesita el alumno conocer antes de salir al campo.
- 2.- Qué *Principios Geológicos* hay que conocer.
- 3.- Qué *Teoría Geológica* hay que tener en cuenta.

Planteamiento del problema	Emisión de Hipótesis
En el Arroyo Pedroches existen tres grupos de cantos rodados, según el redondeamiento sea total (algun canto suelto), medio (90% de cantos) o nulo (10%). ¿Por qué?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hay tres tipos de roca</li> <li>2. Han actuado tres tipos de agentes (lluvia, viento y río)</li> <li>3. Proceden de distintos tramos del río</li> <li>4. Los de red. total y medio lo son por el río.</li> </ol>
<b>Actividades de contrastación</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se analizan las muestras para ver su composición</li> <li>2. Se estudia el mapa topográfico de la cuenca.</li> <li>3. Se investiga, dando un paseo, la Geología de la cuenca.</li> <li>4. Explicaciones del profesor.</li> </ol>	
<b>Conclusiones</b>	
Los cantos rodados de redondeamiento medio proceden del transporte del propio arroyo, que al no ser de gran longitud (unos 12 km.) no produce grandes redondeamientos. Los cantos sin redondear son caídos de un cinta transportadora de una fábrica de cemento que cruza el arroyo. Los cantos con redondeamiento total, lo son porque proceden de conglomerados antiguos que existen en la cuenca.	

-Tabla nº 2. Planteamiento, tratamiento y resolución de un problema en las actividades didácticas en el el Arroyo Pedroches. Córdoba.



En efecto, el conocimiento científico (Novak y Gowin, 1989) se refiere a objetos (rocas, sedimentos...) y acontecimientos (erosión, litogénesis...) del mundo, que constituyen los *Conceptos* científicos. Pero dichos conceptos no están aislados, sino relacionados entre sí, organizados en *Principios*, que nos explican como se comportan los objetos y acontecimientos (las Rocas Sedimentarias se originan en cuencas sedimentarias, tras un proceso de erosión, transporte, depósito, y litogénesis), y *Teorías*, que indican por qué lo hacen (Origen de las Rocas sedimentarias).

Desde la introducción de los Nuffield Science Teaching Schemes (1965, 1986, 1993) un objeti-

vo de la enseñanza de la Ciencia ha sido introducir los conceptos generales tan pronto como sea posible -diríamos nosotros, antes de salir al campo- constituyendo las herramientas predictivas de nuestros alumnos, que les permitirán formular hipótesis ante futuras y nuevas observaciones. Un mapa de conceptos, como el de la Fig. nº2, sintetiza el conocimiento "construido" en clase antes de investigar en el campo una zona en la que existen Rocas Sedimentarias.

Pero, la epistemología científica, supone un compromiso con los conceptos "desde el principio" (Martínez Torregrosa, Climent y Verdú, 1994). No es que se "encuentren" dichos concep-

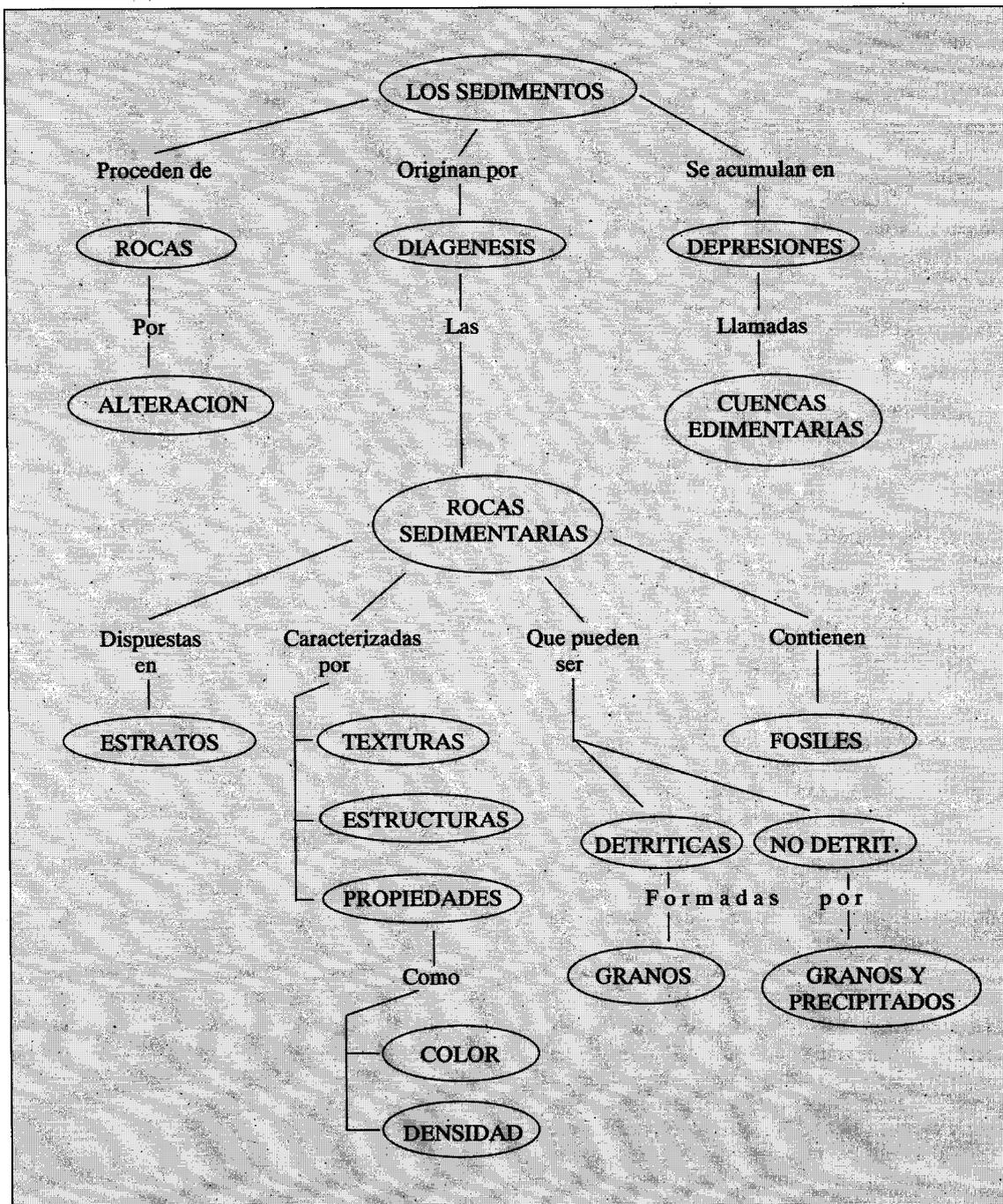


Fig. nº 2. Mapa de conceptos elaborado en clase antes de de la salida al campo para investigar una zona de rocas sedimentarias



tos, es que se buscan. En el lenguaje de Hodson (1990), "hacer Ciencia". Se facilita así la forma de pensar de los alumnos, partiendo de problemas que estén en el origen de los conceptos, principios y teorías de la Geología. Un mapa como anterior no es sino el final de un proceso "antes" en el que se plantean cuestiones básicas, ¿Por qué las rocas sedimentarias se presentan en estratos? ... ¿Dónde se originan? ¿De dónde proceden? ..., entre otras que dan pie, tras las correspondientes hipótesis a las actividades de contrastación. Destacamos aquí, por menos conocidas entre nosotros las experiencias de Coe (1980), sobre Sedimentación y Rocas Sedimentarias y las de Schwartz, (1980), mediante el uso de sandwiches para entender el principio de superposición, plegamiento y fracturación de Rocas Sedimentarias.

Es, así mismo, el momento de las "representaciones geológicas. Los cortes, los bloques diagramas (García de la Torre, 1991), las maquetas (Carrillo y Gisbert, 1992; Farndon, 1992) y de convertir el aula en un escenario donde se identifiquen y cartografien estructuras (York, 1992), lo que desarrolla la visión espacial del alumno y facilita su reconocimiento en el campo. Sin olvidar la problemática didáctica, por su dificultad, del "tiempo geológico" (Atherton y Robinson, 1980; Carrillo, 1990; Pedrinaci y García de la Torre, 1992; Pedrinaci, 1993).

Junto a los Principios básicos de la Geología clásica (García de la Torre, Pedrinaci, y Sequeros, 1993): Actualismo, Superposición -de los fenómenos geológicos, de la horizontalidad original de los estratos, faunística, de los estratos- y Continuidad estratigráfica, sería conveniente conocer -por su amplia carga explicativa- algunos aspectos básicos de la Tectónica de Placas.

## 5.- SALIR AL CAMPO NO DEBE SER ALGO AJENO AL CURRÍCULUM

Todo lo anterior, puede suponer -visto sólo desde la o las salidas al campo- una "carga" teórica excesiva para prepararlas. Cabría preguntarse ¿Hay que saber todo esto para salir al campo? Pero no se debe olvidar que el programa dispone -o debe disponer- de estos aspectos teóricos de Geología básica, a desarrollar en el aula durante el curso académico -antes de salir al campo- y que aunque será a nuestro entender, "imprescindible" para las actividades de campo, será, así mismo "muy aprovechable" para conocer y comprender el conjunto de la Geología.

Hemos visto que desde la epistemología de la Ciencia, la conexión con el curriculum no solo es coherente, sino necesaria. En esto existe además un amplio consenso, (Brusi, 1992; Hodson, 1992; Jaén y Bernal, 1993). Por otro lado parece necesario -al menos en nuestro país- que las actividades de campo, en los niveles no universitarios, sean coherentes con los principios emanados de la LOGSE (Ley de Ordenación General del Siste-

ma Educativo, 1991) y con los documentos que desde la Administración concretan y amplían dichos principios. El modelo educativo que se propone es el de "Diseño Curricular" (Coll, 1987 y 1988), en el que se opta por un currículo abierto y flexible, próximo al modelo de Stenhouse (1984), que se va elaborando mediante diferentes niveles de concreción entre la Administración (Diseños o Proyectos Curriculares), el Centro Educativo (Proyecto Curricular de Centro) y el Profesorado (Diseño y Desarrollo de Unidades Didácticas).

Las actividades de campo que se propongan en estos niveles, se han de situar y ser coherentes con los objetivos del Proyecto o Diseño de cada Etapa Educativa, con los del Área de Ciencias de la Naturaleza, con el proyecto de Centro y finalmente quedar inmerso en la Unidad Didáctica correspondiente. (ver tabla nº 3).

## 6.- NECESIDAD DE UNA SECUENCIA DE APRENDIZAJE

Las salidas al campo pueden -en teoría- incluirse "temporalmente" respecto al aula de tres maneras:

1.- *Como actividad inicial* (Pérez González, 1992), donde primero se sale al campo y luego al aula, en el que se planteen por parte del alumno problemas a resolver. Es el planteamiento más abierto, dado que los alumnos trabajan con problemas propios, pero tiene el inconveniente de la dispersión que genera, frente a un aprendizaje organizado

2.- *Como actividad intermedia* (Kenyon, 1994) (aula-campo-aula) de contrastación y recogida de información, después de haber planteado -ante visualizaciones en vídeo o diapositivas de la zona a estudiar- los problemas fundamentales en clase, haber emitido hipótesis y diseñado algunas actividades de contrastación previas. Luego en el campo, surgirán nuevos interrogantes, que podrán o no resolverse allí y dejarlos para la clase. Finalmente, de vuelta al aula, se completará y se sintetizará lo aprendido.

3.- *Como actividad final* (Pérez González, 1992) (aula-campo), de validación de las conclusiones extraídas en el aula o como actividad de aplicación de lo aprendido anteriormente

Una mayor coherencia con los fundamentos epistemológicos del aprendizaje, en el sentido apuntado en este artículo y nuestra experiencia nos inclina hacia la segunda opción, en la que las salidas al campo deben de tener un antes, un durante y un después, donde desarrollamos una serie de acciones tales como:

### ANTES

Ya se ha indicado que es la fase de la teoría, de la construcción lenta y progresiva -a lo largo del curso académico- de la estructura cognitiva,



que permitirá enfrentarse a las observaciones de campo con las mejores garantías. De igual modo, es cuando se deben de ir ejercitando los procedimientos relacionados con la investigación (trabajo en equipo, planteamiento de problemas, emisión de hipótesis, diseño de experiencias de contrastación, elaboración de mapas de conceptos ...) y favorecer el desarrollo de actitudes positivas (colaboración, respeto al medio ...)

En los días inmediatos a la salida al campo conviene desarrollar las siguientes actividades:

- 1.- Motivación. Normalmente no hace falta. En un centro escolar cualquier salida del centro es en sí misma motivante.
- 2.- Recapitulación de las ideas de los alumnos mediante la elaboración de un mapa conceptual sobre los conceptos, principios y teorías

<p>Las actividades de campo en la zona de los arenales, se sitúan dentro del Currículum del área de Ciencias de la naturaleza de la Educación Secundaria de Andalucía y el organizador del aprendizaje, en el que se integra, es la Unidad Didáctica "El relieve de la superficie terrestre y su modelado", que tiene como ...</p> <p><b>OBJETIVOS:</b> El desarrollo de las siguientes capacidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpretación científica ("Ciencia escolar") de fenómenos naturales</li> <li>- Aplicación de estrategias personales, coherentes con los procedimientos de la Ciencia, en la resolución de problemas</li> <li>- Participar en la planificación y realización en equipo de actividades e investigaciones sencillas</li> <li>- Seleccionar, contrastar y evaluar mensajes científicos con propiedad, utilizando diferentes códigos de comunicación</li> <li>- Utilizar sus conocimientos para analizar los mecanismos básicos que rigen el funcionamiento del medio</li> </ul> <p><b>CONTENIDOS</b></p> <p><b>Procedimentales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planteamiento de Problemas, emisión de hipótesis, diseño de experiencias y estrategias de contrastación, elaboración, en su caso de materiales específicos sencillos, recogida y tratamiento de la información, establecimiento de conclusiones, realización de informes, exposición, debate y búsqueda de consenso sobre los resultados.</li> <li>- Trabajo con mapas topográficos</li> <li>- Realización de croquis o mapas escolares donde situar observaciones y recogida de muestras</li> <li>- Trabajo con material de campo</li> <li>- Reconocimiento e identificación de minerales, rocas y fósiles en función de sus principales propiedades mediante el uso de claves sencillas</li> </ul> <p><b>Actitudinales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Valorar los minerales, rocas y fósiles como integrantes del medio físico de la vida en el planeta</li> <li>- Valorar el territorio como una unidad cambiante, organizada y diversa en la que tienen lugar interacciones entre el sustrato geológico, los factores físico-químicos del medio, los seres vivos y el hombre</li> <li>- Favorecer una actitud de respeto a la naturaleza</li> <li>- Valorar el trabajo en equipo</li> </ul> <p><b>Conceptuales:</b></p> <p>Están en relación con dos núcleos básicos del Diseño del Área de Ciencias de la Naturaleza de Andalucía:</p> <p><b>LOS MATERIALES TERRESTRES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La superficie sólida de la Tierra está constituida por rocas y sedimentos</li> <li>- Las rocas están compuestas por minerales</li> <li>- Las rocas se pueden clasificar según su origen, que le imprime determinadas características y organización</li> <li>- Las rocas están sometidas a alteraciones y cambios continuos, generalmente lentos, tanto en el pasado como en la actualidad</li> <li>- Las rocas contienen información sobre los cambios que han sufrido</li> </ul> <p><b>CAMBIOS EN LA SUPERFICIE SOLIDA DEL PLANETA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las rocas por interacción con la atmósfera y los seres vivos, se alteran por causas mecánicas y químicas (meteorización)</li> <li>- Los materiales meteorizados suelen ser transportados a áreas geográficas más bajas.</li> <li>- Estos procesos producen cambios en la superficie terrestre ....</li> </ul>
---

Tabla nº 3. Integración curricular de las actividades didácticas de campo en Los Arenales



(fig. nº 1) que van a intervenir en la interpretación de los hechos de campo.

3.- Ubicación, delimitación y estudio de las características físicas de la de la zona a estudiar, mediante problemas previos (Tabla nº4).

4.- Si el mapa topográfico de la zona a visitar no es abordable por los alumno aconsejamos la elaboración de un mapa escolar esquemático (tabla nº5)

5.- Planteamiento de los objetivos de la visita. Que puede tener distintas variantes:

- Una puede ser la explicitación de los objetivos, mas o menos negociada con los alumnos (García de la Torre y Bergillos, 1994) (ver tabla nº6)
- Otra puede ser, tras la visualización de un

vídeo y/o diapositivas de la zona a visitar, plantear una serie de problemas (Kenyon, 1994), alrededor de los cuales se va a centrar la investigación posterior.

- Otra puede ser organizar dichos problemas en torno a un mas relevante, que llamaremos "problema estructurante", (lo que explicaremos mas adelante).

6.- Diseño de diagramas de flujo de identificación de rocas, minerales y/o fósiles

7.- Organización del material de trabajo, distribución de grupos y de tareas.

## DURANTE

Aquí nos referimos al día que se materializa la salida al campo. Aunque lo ideal para facilitar

Planteamiento del problema	Emisión de hipótesis	Actividades de contrastación	Conclusiones
1 ¿Por qué el agua que discurre parece que no se acaba nunca?	1. Por los afluentes 2. Por la lluvia en la cuenca 3. Nace de un manantial	1. Observación de la hoja topográfica 1:50.000, de Córdoba. 2. Localización del nacimiento, cauce y desembocadura del arroyo	El arroyo nace, quizá de una fuente en el Cerro de Torre Árboles y discurre durante unos 12 km hasta desembocar, en el casco urbano de Córdoba, en el Guadalquivir
2 A la vista del mapa topográfico ¿A que crees que se debe la existencia de unas zonas mas elevadas que otras?	1. A la distinta resistencia de los materiales 2. A fallas 3. A la erosión del río Guadalquivir	1. Delimitar las curvas de nivel mayores (de 100 en 100 metros) y colorear las franjas intermedias.	La existencia de materiales mas resistentes (cuarcitas) y otro mucho menos (pizarras y margas)
3 ¿Por qué el cauce principal está alineado según N-S?	1. Sigue una falla 2. Sigue un curso anterior 3. Sigue la máxima pendiente	2. Dibujar la red hidrográfica y delimitar la cuenca 3. Analizar el croquis geológico de la zona y compararlo con el topográfico	La inexistencia de materiales mas resistentes hacia el Sur favorece que no se desvíe de su curso natural, la línea de max. pend., que es N-S. (el Guadalquivir está al Sur)
4 A la vista de la red hidrográfica. ¿Por qué todos los afluentes del arroyo lo son por el margen derecho?	1. Llueve más 2. Una falla que hunde el margen izquierdo 3. Las rocas son mas duras en el margen izquierdo		La topografía del margen derecho es mas elevada debido a la naturaleza de las rocas (cuarcitas) que las hace mas resistentes a la erosión (Pizarras, margas, calizas)
<b>Resumen:</b> El arroyo Pedroche nace unos 12 km. al Noroeste de Córdoba, posiblemente de un manantial, en el Cerro de Torre Árboles. La cuenca presenta zonas más elevada topográficamente, al estar constituida por materiales más resistentes a la erosión, de tipo cuarcítico y otras más deprimidas debido a su composición granítica, caliza, pizarrosa o margosa. Desde el nacimiento hacia el Sur apenas encuentra materiales del primer tipo, por que el trazado de su cauce sigue la línea de máxima pendiente -que al estar el Guadalquivir, donde desemboca, según Este-Oeste- es de Norte-Sur.			

Tabla nº 4. Actividades didácticas previas a la salida al arroyo Pedroches. Córdoba: Planteamiento (por los alumnos y el profesor), tratamiento y resolución problemas relacionados con la localización del arroyo y aspectos físicos de la cuenca.



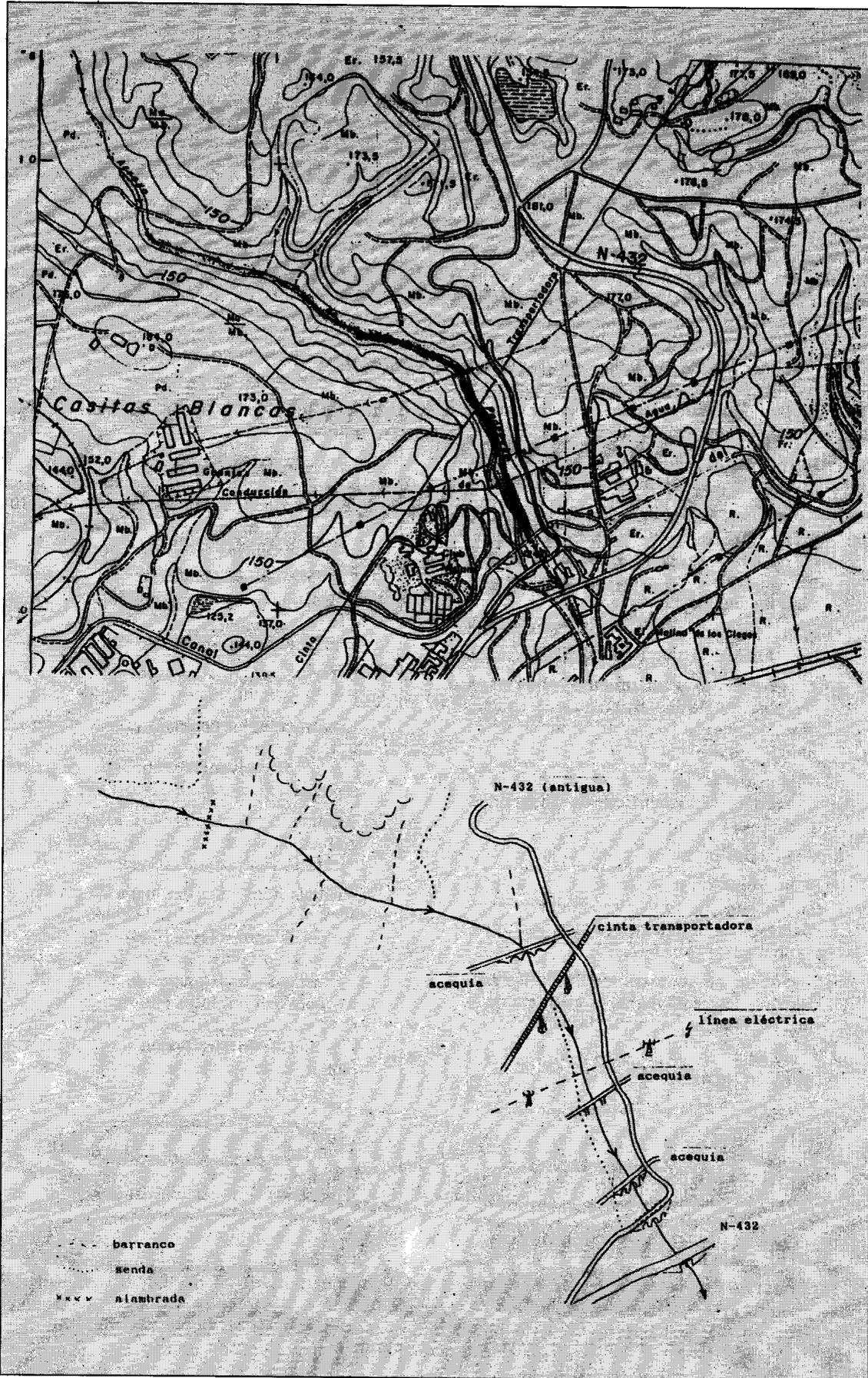


Tabla nº 5. Mapa topográfico de la zona del Arroyo Pedroches (Cordoba) y su transformación en un mapa escolar



..." Dentro de unos días vamos a visitar una cantera en los alrededores de Córdoba, donde vamos a investigar rocas sedimentarias, similares a las que acabamos de estudiar en clase ¿Que pensáis que vamos a encontrar?"

La lluvia de ideas pertinente va centrando los objetivos- problema. ¿Hay estratos?, ¿están o no horizontales?, ¿Hay distintas formaciones? ¿Estarán plegadas? ¿Estarán fracturadas? ¿Son concordantes o discordantes? ¿Qué sucesos se pueden interpretar? ¿Qué historia geológica podremos deducir?

Tabla nº 6. Objetivos de una salida geológica de campo

la interacción sería una ratio de 10-12 alumnos por profesor -lo que hemos constatado en cursos de profesores- hay que pensar que, no sin ciertas dificultades de tipo interno y organizativo (Cervera y Pardo, 1987; Brañas, Pardo y Paz, 1988) lo que vamos a tener en el futuro en los niveles no universitarios es un grupo-clase, entre 25 y 35 alumnos, y con esta ratio donde se deberán materializar las siguientes actividades:

- 1.- Introducción recordatoria, por parte del profesor de los objetivos de la salida.
- 2.- Organización de la dinámica de grupos. Se indican los momentos en los que se actúa en pequeños grupos (en torno a 5) y los del grupo clase. Mas adelante se introducirán los cambios que haya lugar.
- 3.- Actividades de localización y orientación con el mapa escolar. (tabla nº 7)
- 4.- Planteamiento y tratamiento -abiertos, a ser posible- de los problemas de campo, ante los nuevos observables, tal como se indica mas adelante
- 5.- Adquisición de destreza en la utilización de recursos de identificación (diagramas, CIH, lupas)
6. Medida de direcciones y buzamientos
7. Elaboración de una cartografía geológica escolar sencilla (con direcciones y buzamientos, ejes de pliegues, fallas, yacimientos de fósiles) (Ver fig. nº 3).
8. Levantamiento de uno o varios cortes geológicos interpretativos de la geología de la zona (se puede dejar para "después")
9. Toma de muestras de rocas y suelos (eventualmente de minerales o fósiles).

- 10.- Delimitación y anotación en el mapa escolar de los principales problemas ambientales (vertidos incontrolados, erosión de suelos, etc).

## DESPUÉS

1. Análisis e identificación de las muestras de campo
2. Resolución de los problemas pendientes de la salida al campo mediante las actividades de contrastación respectivas (de laboratorio, vídeos, diapositivas, análisis de textos o informaciones verbales del profesor)
3. Elaboración, en pequeño grupo, de un mapa geológico escolar con los datos anotados en el campo, procedentes de la cartografía escolar, mediante murales y/o transparencias
4. Breve y sencilla historia geológica
5. Elaboración, en pequeño grupo, de un informe de síntesis sobre los aspectos geológicos más relevantes y comunicación interactiva de los mismos.
6. Análisis y reflexión sobre los problemas ambientales mas importantes detectados y aportación de posibles soluciones
7. Análisis individual del mapa de conceptos elaborado antes de salir al campo. Reelaboración de otro nuevo y reflexión sobre lo aprendido. explicaciones del profesor sobre las distintas modalidades de asimilación de los nuevos conceptos (diferenciación progresiva o reconciliación integradora, de Ausubel, 1976). Reflexión sobre la adquisición de destreza en "Aprender a aprender"

Nada mas llegar al campo, la primera actividad debe de ser la de averiguar el punto de salida. Además, a lo largo del itinerario el alumno debe de saber orientarse y familiarizarse con el mapa escolar. Ello lo hacemos utilizando dicho mapa, sobre el que planteamos las siguientes cuestiones-problema:

**¿Donde estamos?** Esta cuestión es fundamental al principio y en cada momento del itinerario en la que el educador considere que los alumnos deben de situarse.

**¿Donde está el Norte?** Cuestión esta que se presta al modelo hipotético-deductivo de actividades que estamos utilizando en este trabajo. La respuesta de los alumnos -hipótesis- señalando un punto concreto de la zona, se puede verificar o falsar-contrastar- fácilmente con la brújula, que ineludiblemente señala al norte y al lugar concreto que los alumnos bien orientados indicaron.

Tabla nº 7. Actividades de orientación y localización en una zona de campo



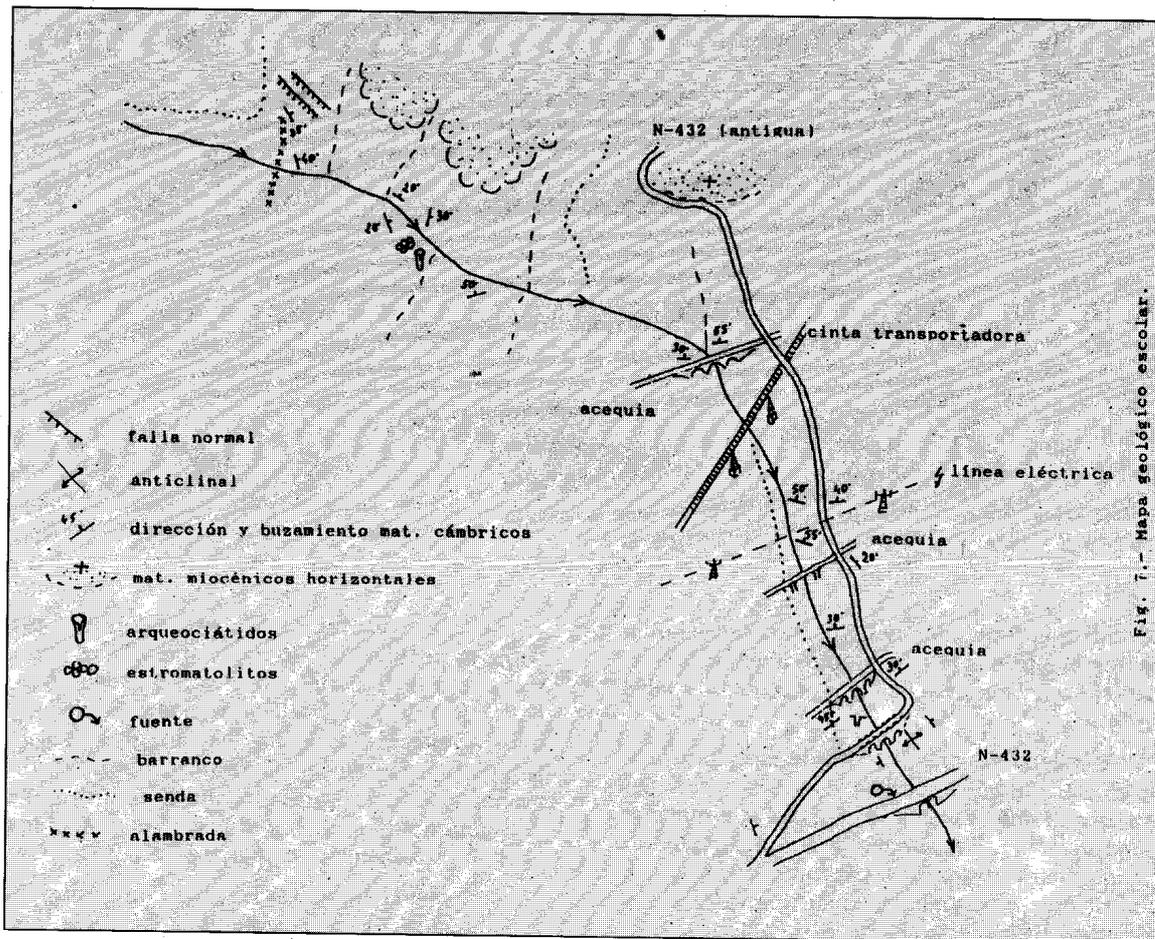


Fig nº 3. Cartografía geológica escolar en el Arroyo Pedroches (Córdoba)

## 7.- TIPOS DE PROBLEMAS EN GEOLOGÍA DE CAMPO

A continuación expondremos una clasificación de problemas elaborada por el equipo Terra (Córdoba); en relación con las actividades de campo. Aunque no pretende ser exhaustiva, es un intento de organizar los diferentes tipos de problemas que nos han ido surgiendo en la aplicación del modelo. A excepción del primero, todos los demás se indican sin encasillarlas en una de las tres fases -antes, durante, después- anteriormente indicadas.

El problema "estructurante", denominado así por nosotros por analogía con los "conceptos estructurantes" de Cagliardi, (1988) es aquel que con su tratamiento y resolución se puede desarro-

llar todo el aprendizaje pretendido en las actividades de campo. Junto a él, surgen en un segundo momento, normalmente a raíz de la emisión de hipótesis relativas al mismo, otros tipos de problemas, problemas "coadyudantes" (ver tabla nº8), que entre ellos ayudan a completar al estructurante.

Aparte de dichos problemas, mencionados anteriormente, aparecen otros que al surgir durante la contrastación de los anteriores los complementan, a los que denominaremos problemas "complementarios". También aparecen problemas "de aplicación", que pueden ser muy útiles como instrumento de generalización y evaluación de lo aprendido. Hemos constatado así mismo la aparición de problemas "suplementarios", que son aquellos que aunque no estén en relación di-

### A. Problema estructurante:

¿Por qué aparece en la zona de los Arenales un relieve tan característico y como ha podido formarse?

### B. Problemas coadyudantes:

¿Qué clima caracteriza la zona?

¿Hay diferencias entre las temperaturas diurnas/nocturnas o estacionales?

¿Hay vientos fuertes y frecuentes?

¿Existen glaciares o nieves perpetuas?

Tabla nº 8. Problema estructurante y algunos coadyudantes en las actividades didácticas de Geología en los Arenales (Córdoba).



<p><b>C. Problemas complementarios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Que cambios producen la acción del agua en las rocas?</li> <li>¿Qué efectos originan los cambios de temperatura sobre las rocas?</li> <li>¿Cambian todos los minerales de igual modo?</li> <li>¿Qué papel juegan las diaclasas en las formas del relieve granítico?</li> <li>¿Como evoluciona un granito en un clima templado húmedo?</li> </ul> <p><b>D. Problemas de aplicación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué sucede a otras rocas en este mismo clima?</li> <li>¿Qué pasaría en esta zona si el clima se volviese desértico o glacial?</li> </ul> <p><b>E. Problemas suplementarios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo se ha formado el granito y como ha llegado hasta aquí?</li> <li>¿Por qué la distribución de la vegetación no es uniforme?</li> <li>¿Por qué crecen los pinos en zonas donde no hay suelo?</li> </ul>
---

Tabla nº 9. Problemas complementarios, de aplicación y suplementarios en las actividades didácticas de Geología en los Arenales (Córdoba).

recta con la resolución del problema estructurante, son planteados por los propios alumnos y pueden ser relevantes para su aprendizaje. (ver tabla nº 9)

Aparecen además los problemas "periféricos". Son aquellos que pueden generar actitudes críticas en defensa del entorno. Y los problemas "distractores", que aunque no hay que rechazarlos de plano -dejándolos para más adelante- no contribuyen a ningún aprendizaje relevante ni tienen que ver con el conjunto de la actividad. (tabla nº 10)

### 9.- DESPUES DEL "DESPUES"

En el modelo didáctico de aprendizaje para las actividades de campo que se ha expuesto, hemos visto que no sólo se pueden aprender conceptos sino que éstas pueden ayudar a desarrollar destrezas y generar actitudes positivas. Que todo ello lo facilita un proceso de investigación escolar fundamentada en el tratamiento de problemas, mediante una secuencia estructurada en tres fases -antes, durante y después del campo-. En la primera se trata de crear la estructura cognitiva de los alumnos y alumnas que les permita enfrentarse con éxito a los interrogantes, cuestiones, conjeturas, hipótesis y demás actividades que se generan en la segunda y tercera.

Los observables en el campo son siempre "objetos geológicos" -lo que vemos-, tales como rocas, estratos, fósiles, superficies, irregularidades, minerales, .... De los que podemos deducir unos acontecimientos, los "hechos geológicos"- lo que interpretamos-, erosión, transporte, sedimentación, metamorfismo, plegamiento,... que convenientemente ordenados y secuenciados constituye la historia geológica de la zona.

Pero con el "después" no acaba -al menos para el alumno- el aprendizaje de la Geología. Los nuevos conceptos proporcionados por las actividades de campo, se deben de asimilar generando una nueva y enriquecida estructura cognitiva, la cual se ampliarán con futuros aprendizajes, de aula y de campo, en un proceso continuo. A reflexionar sobre este proceso hemos dedicado este artículo

### BIBLIOGRAFIA

- Alvarez Suarez y otros. (1986). Itinerarios Geológicos de la Provincia de Córdoba. Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba.
- Anguita Virella, F. y García de la Torre, E. (1992). Algunas consideraciones para optimizar la geología de Campo. III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología. Salamanca. 1, 312-317.
- Atherton, M. y Robinson, R. (1981). *Study the Earth (Rocks and Earth history)*. Hodder and Stoughton Educational, Kent. (Gran Bretaña)

<p><b>F. Problemas periféricos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuales son los principales problemas ambientales en la zona?</li> <li>¿Cual es el residuo que mayor impacto ambiental produce?</li> <li>¿Qué podemos hacer para paliarlo?</li> </ul> <p><b>G. Problemas distractores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Por qué las hojas son verdes y las flores no?</li> <li>¿Por qué no hay abetos?</li> <li>¿Por qué las ranas comen insectos?</li> </ul>
---

Tabla nº 10. Problemas periféricos y distractores en las actividades didácticas de Geología en los Arenales (Córdoba).



- Ausubel, D. P., et al (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas. Méjico.
- Brañas, M., Pardo, X., y Paz, D. (1988). Experiencias didácticas sobre el trabajo de campo en Geología. Una perspectiva interdisciplinar. Comunicación. V. *Síposium Nacional de Enseñanza de la Geología*. Alcalá de Henares. 395-405.
- Brusi, D. (1992). Reflexiones en torno a la Didáctica de las salidas de campo en Geología. Aspectos metodológicos. VII *Síposium sobre enseñanza de la Geología*. Santiago de Compostela. 391-407.
- Caballer, M.J.(1993). Planteamiento de problemas como estrategia de aprendizaje en la enseñanza de la Geología. *Aspectos Didácticos de Ciencias Naturales (Geología)*. ICE. Universidad de Zaragoza. 5. 77-110
- Caballer, M.J., Jiménez, I. y Madrid, A. (1993). Utilización de problemas en la enseñanza de la Geología. Dinámica litosférica: primer nivel de acercamiento. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 1(1). 33-36
- Cagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. 1. 30-35.
- Carrillo, L. (1990). Introducción al "Tiempo" en Geología y Biología. *Investigación en la Escuela*. 11, 93-94.
- Cervera, A. y Pardo, G. (1987). La práctica de campo en Geología de BUP. *Aspectos Didácticos de Ciencias Naturales (Geología)*. ICE. Universidad de Zaragoza. 3. 113-118
- Coe, J.A. (1980) Rocks from Layered Sediments. *Science Education Information Report. Activity sourcebook for Earth Science*. Ed. The Eric Science, mathematics and environmental education clearinghouse. U.S.A. 73-74
- Coll, S.C. (1987). *Psicología y curriculum*. Laia. Barcelona.
- Coll, S. C.(1989). Diseño curricular base y proyectos curriculares. *Cuadernos de Pedagogía*. 168, 8-14.
- Compiani, M. (1991). A relevancia das atividades de campo no ensino de Geologia na formação de professores de Ciências. *Cadernos Unicamp*. 1.(2), 2-25
- Compiani, C. y Dal Ré Carneiro, C. (1993). Os papéis didácticos das excursões geológicas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 1(2). 90-97.
- Del Carmen, L.M. (1988). *Investigación del medio y aprendizaje*. Graó. Barcelona
- Dixon, B. (1989). *The Science of the Science: Changing the way we think*. Ed. Casell.
- Elliot, J. (1990). How the geologist think: The metod of multiple working hypotheses. *Journal of Geological Education*. 38, 67-68
- Farndon, J. (1992). *How the Earth works*. Ed Dorling Kindersley
- Fisher, F. (1993). The empirical inductive tradition and some of its implications for Earth Science teaching. *Teaching Earth Sciences*. 18, 12-15
- Fry, N. (1989). *The field description of metamorphic rocks*. Open University Press. Buckingham. 112 p
- García, J.E. y García, F. (1989). *Aprender investigando. Una propuesta metodológica basada en la investigación*. Díada editoras. Sevilla.
- García de la Torre, E. y Anguita Virella, F. (1992). How not to teach field Geology. *Actas, 29 Congreso Geológico Internacional*. Kioto. (Japón). 3, 988.
- García de la Torre, E. (1992). La utilización de los diagramas de flujo para la identificación de rocas en el campo. *Investigación en la Escuela*, 16, 101-102
- García de la Torre, E. (1991). Recursos en la enseñanza de la Geología. La Geología de campo. *Investigación en la Escuela*, 9, 85-96.
- García de la Torre, E., Pedrinaci, E. y Sequeiros, L. (1993). Fundamentos para el aprendizaje de la Geología de campo: una propuesta para la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 1(1). 11-18.
- García de la Torre E. J. y Bergillos Ruiz, P.(1994). *Dos propuestas de aprendizaje por investigación del medio en la provincia de Córdoba*. (en prensa) Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía
- Garret, R.M. (1980). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 6(3), 229-230.
- Garret, R.M. (1987). Problem solving and creativity i Science Education. *Studies in Science Education*. 13, 70-95.
- Gil Pérez, D. (1993). Contribución a la Historia y a la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. 11, 197-212.
- Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in Science and Science education. *International Journal of Science Education*. 14(5), 541-562.
- Jaén, M y Bernal, J.M. (1994). Integración del trabajo de campo en el desarrollo de la enseñanza de la Geología mediante el plantemiento de situaciones problemáticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 1(3). 153-157.
- Kenyon, I.G. (1994). Geology: an alternative approach to fieldwork and assessment. *Teaching Earth Sciences*. 18(1). 21-22.
- Martínez Torregrosa, J., Climent, D. y Verdú, R. (1994). Investigando / comprendiendo la Naturaleza. *Alambique*. 1. 105-113
- Novak, J. y Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Ed. Martínez Roca. Barcelona.
- Nussbaum, J. (1989). Classroom conceptual change philosophical perspectives. *International Journal of Science education*. 11, 530-540.
- Paschoale, C. (1988). Alice no país da Geologia e o que ela encontrou lá. *Revista de Semiótica e Comunicação*. 1(1). 87-99.
- Pedrinaci, E. y García de la Torre, E. (1992). El concepto del tiempo geológico, una perspectiva histórica. *III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología*. Salamanca. 1, 450-459.
- Pedrinaci, E. (1993). Utilidad didáctica de la Historia de la Geología. *Aspectos Didácticos de Ciencias Naturales (Geología)*. ICE. Universidad de Zaragoza. 5. 111-146.
- Pérez González, S. (1992). Las Clase de campo como recurso para la contrastación de hipótesis. VII *Síposium sobre enseñanza de la Geología*. Santiago de Compostela. 567-570.
- Schwartz, M.L. (1980) Using a Sandwich to Understand superposition. *Science Education Information Report. Activity sourcebook for Earth Science*. Ed. The Eric Science, mathematics and environmental education clearinghouse. U.S.A. 89-98
- Sthenhouse, L. (1975). *An introduction to curriculum research development*. (Heinemann: London)
- Thorpe R. y Brown, G. (1990). *The field description of igneous rocks*. Open University Press. Buckingham. 154 p.
- Tucker, M. (1990). *The field description of sedimentary rocks*. Open University Press. Buckingham. 112 p.
- VVAA. (1991). Step towards the rock face introducing fieldwork. *Science of the Earth* 11-14. Earth Science Teacher's Association.
- Vilaseca, A. y Bach, J. (1993). ¿Podemos evaluar el trabajo de campo?. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 1(3). 158-166.
- Wheatley, G. H. (1991). Constructivist prespectives on Science and matematics learning. *Science Education*. 5(1). 9-21
- York, P.G. (1992). Fieldwork in class. *Teaching Earth Sciences*. 17. 143-144.,

