

perficie terrestre. *Actas del VI Simposio sobre Enseñanza de la Geología*. La Laguna, pp 373-388

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 6-2, pp 109-120

García de la Torre, E. (1991). Recursos en la enseñanza de la Geología. La Geología de campo. *Investigación en la Escuela*. 3, pp 85-93

García de la Torre, E.; Sequeiros, L. y Pedrinaci, E. (1993). Fundamentos para el aprendizaje de la Geología de campo en Educación Secundaria: Una propuesta para la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 1, pp 11-18

Garret, R.M. (1988). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículum de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 6, pp 224-231

Gil, D. (1992). Contribución de la Historia y Filosofía de las Ciencias a la transformación de la enseñanza de las ciencias. *Abstracts Int. Conf. of History of the Physical-Mathematical Sciences and the teaching of Science*. Madrid, pp 61-85.

Hodson, D. (1992). Redefining and reorienting practical work in school science. *School Science Review*. 73(264), pp 65-78

Jaén, M. y Bernal, J.M. (1989). Una propuesta de intervención didáctica en el trabajo de campo: Estudio de distintos niveles de conglomerados en relación con su área de origen. *Enseñanza de las Ciencias*. nº Extra, pp. 89-90

Jaén, M.; Garrido, O. y Bernal, J.M. (1992). Análisis y reflexión sobre la planificación y desarrollo de unidades de enseñanza en Geología. *Actas VII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*. ICE Santiago de Compostela, pp 63-77

Kerschensteiner, G. (1930). *La enseñanza científico-natural*. Ed. Labor. Barcelona. pp 192.

King, C. (1984). Field excursions to modern depositional environments. *Geology Teaching*. 2, pp 79-88

Lock, R. (1990). Open-ended, problem-solving investigations. *School Science Review*. 71(256), pp 63-72

Novak, J.D. (1988). Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*. 6, pp 213-224

Nussbaum, J.(1989). Classroom Conceptual Change Philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*. 11, pp 530-540

Osborne R. y Freyberg, P. (1991). *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Ed. Narcea

Rioja, E. (1923). Como se enseñan las Ciencias Naturales. *Rev. de Pedagogía*. 15, pp 102-110.

Strike, K.A. y Posner, G.J. (1982). Conceptual Change and Science Teaching. *European Journal of Science Education*. 4 (3), pp 231-240

Strike, K.A. y Posner, G.J. (1991). A revisionist theory of conceptual change. En R. Duschl y R. Hamilton (Eds.). *Philosophy of science, cognitive psychology and educational theory and practice*. Albany. SUNY Press.

Tamir, P. (1991). Practical work in school science: an analysis of current practice. En B. Woolnough (Ed.). *Practical Science*. Open University Press. pp 203

Valls Y Angles, V. (1932). La enseñanza de las Ciencias Experimentales en la Escuela Primaria. Ed. en *Libro-guía del maestro*. Espasa-Calpe. Madrid. pp 447-470.

Wass, S. (1992). *Salidas escolares y trabajo de campo en la educación primaria*. Ed. Morata MEC. Madrid. pp 236

West, S.A. (1992). Problem -based learning- a viable addition for Secondary School Science. *School Science Review*. 73(265), pp 47-55

Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*. 75 (1), pp 9-21. ■

¿PODEMOS EVALUAR EL TRABAJO DE CAMPO?

Antoni Vilaseca (1) y Joan Bach (2)

RESUMEN

En este estudio se propone una metodología, basada en los modelos de investigación-acción, para evaluar el trabajo de campo que realizan los alumnos. Se tiene en cuenta la triple dimensión de los contenidos: conceptos, procedimientos y actitudes. Se presentan los cuestionarios que han servido para evaluar estos aspectos y se discute la utilidad y la posible aplicación posterior de la información obtenida.

ABSTRACT

In this research we put forward a new methodology -based on the models of investigation-action- to evaluate the fieldwork of students. We ta-

ke into account the triple dimension of the contents: concepts, procedures and attitudes. We also submit the questionnaires which have served to evaluate those aspects. Moreover, we discuss the utility and the possible further application of the obtained information.

1.INTRODUCCIÓN

¿Cuántas veces nos hemos preguntado qué aprenden nuestros alumnos en una salida de campo? ¿Si era correcto el planteamiento de la salida o el lugar donde hemos realizado el trabajo? ¿Cómo podemos evaluar la incidencia en el aprendizaje de los alumnos que se produce en este tipo de trabajo? ¿Cómo saber en qué medida las actividades que se proponen contribuyen a hacer posible el cambio conceptual necesario para el

(1) I.B. Martí i Franqués. Tarragona.

(2) Dpt. Geologia. UAB. 08193 Bellaterra.

aprendizaje significativo de los alumnos?

Para resolver estos problemas es necesario disponer de métodos que permitan la evaluación de la acción didáctica y que sean una fuente de información para una continua modificación de las actividades con el objetivo de adecuarlas a las distintas situaciones que se produzcan.

La investigación que se presenta en este artículo refleja este planteamiento inicial. Así, el objetivo ha sido evaluar las actividades que se proponían a los alumnos en un trabajo en el campo. En concreto se han evaluado las tareas que se realizaban en el Centro de Educación Ambiental EL REBOLL, en Montblanc, en las proximidades de Tarragona (fig. 1). Uno de los programas que se realizan en el centro tiene como centro de interés la paleontología y el trabajo que se propone a los alumnos está centrado en un estudio de un yacimiento fosilífero. Durante el curso en el cual se puso en marcha el centro se diseñaron diferentes estrategias para evaluar el planteamiento de las actividades que se realizaban y las guías didácticas que utilizaban los alumnos; se pretendía recabar información respecto el efecto que tenían las actividades sobre las ideas de los alumnos en aquello que hacía referencia al tema de paleontología.

La evaluación de este programa puede ser interesante como ejemplo de evaluación del trabajo de campo en general. Por otro lado, el método de trabajo utilizado puede servir para analizar situaciones similares, que se producen cuando estamos trabajando con los alumnos en este tipo de actividades.

2. ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL TRABAJO DE CAMPO.

Se ha hablado mucho sobre la importancia del trabajo de campo en la enseñanza de la Geología; muchas veces se considera este trabajo como el "laboratorio" más adecuado para las actividades de enseñanza-aprendizaje. Desde este punto de vista se pueden analizar las ideas de Brusi (1992) cuando considera que las salidas de campo son imprescindibles para poder desarrollar "el análisis de la realidad que nos envuelve, para integrar en el conocimiento personal la experiencia del proceso de observación y reflexión que hace significativo el aprendizaje". La mayoría de los contenidos de la Geología se pueden enfocar a partir de las actividades de campo, de hecho en ellas "se produce una síntesis real de los contenidos de la Geología en su triple dimensión: conceptos, procedimientos i actitudes" (García de la Torre, 1991); por ello cabe destacar la oportunidad de incidir globalmente en estos contenidos.

Pero si se analizan los contenidos de las actividades implicadas en estas tareas se constata que tienen un carácter de trabajo práctico, con muchas similitudes con el trabajo de laboratorio, ambos tipos de trabajo tienen unas características que Tamir (1992) hace explícito en aquello que



Fig. 1.-Detalle de campo de la zona estudiada.

denomina "la singularidad de aprender y enseñar en el laboratorio". Cuando analiza estas características en su investigación considera que el trabajo práctico tiene unos objetivos básicos que hacen énfasis en el desarrollo de habilidades y procedimientos cognitivos relacionados con la epistemología de Ciencia y todos aquellos que hacen posible la convivencia y el progreso social. Por todo ello considera que el trabajo práctico tiene una gran importancia en la enseñanza de las Ciencias y "no ha de ser una estrategia subordinada a la enseñanza de conceptos y conocimientos científicos" (Tamir, 1992).

Las actividades de campo que se proponen en este programa tienen un enfoque investigador más que de comprobación, están planteadas desde el punto de vista de la resolución de problemas, problemas que podrían ser el eje de una investigación científica. Con este planteamiento el trabajo de campo sigue unas pautas de "trabajo casi detectivesco en el que cada observación es una nueva pista que permite resolver el caso" (Bach et al., 1988). El alumno es una parte activa en la simulación de la investigación, tiene que inferir las conclusiones a partir de sus propias observaciones, el profesor o el cuaderno de campo la darán tan sólo las pautas para esta observación, evitando una incidencia excesiva ya que muchas veces "el alumno se siente inconscientemente relevado de la obligación de observar si tiene al lado el <observador profesional> que supone que es el profesor" (Anguita y Ancochea, 1981). Este planteamiento puede permitir al alumno la conexión con su propia experiencia y la continuidad de las observaciones en otras situaciones.

Según estos planteamientos las salidas de campo se hacen necesarias en el aprendizaje de los alumnos ya que proporcionan situaciones donde se pueden trabajar todos los aspectos de los contenidos. Pero existen pocas referencias respecto a cómo se puede evaluar este trabajo. Algunos profesores se basan en la corrección del cuaderno de campo, otros en la observación, pero nos preguntamos si estos métodos pueden darnos

una información fiable sobre aquello que aprenden los alumnos. Cómo podemos detectar el cambio que se produce en sus ideas, sus habilidades científicas o sus actitudes respecto la Ciencia? En la investigación realizada se ha intentado evaluar estos aspectos a partir de un método de análisis que sea fiable y proporcione una información suficiente para, en función de los resultados, replantear las actividades de enseñanza-aprendizaje.

3. METODOLOGIA UTILIZADA

Modelo de investigación

La investigación se realizó utilizando como ejemplo las actividades que se proponían en el programa "Una ventana al pasat", realizado en el Centro de Educación Ambiental "EL REBOLL", en el que se estaba, en parte, implicado en el diseño de las actividades del programa y en su realización; por este motivo el modelo de investigación didáctica que se ha realizado puede enmarcarse en aquellos denominados de investigación-acción. Estos modelos han sido propuestos por algunos autores con el objetivo de investigar mientras se está realizando una acción didáctica, un intento de fusión entre la acción docente y la investigación. Se pretende "hacer una acción disciplinada para la investigación, un intento personal de comprender mientras se está comprometido en un proceso de mejora y reforma" (Hopkins, 1989). Este planteamiento permite, por tanto, investigar de forma rigurosa la acción que se lleva a término, sus resultados e implicaciones con lo cual es posible aprender de la propia experiencia.

El plan de trabajo que se ha seguido (fig. 2) está basado en la planificación propuesta por Kemmis (citado por Hopkins, 1989) para los modelos de investigación-acción. Esta planificación constituye una espiral de etapas las cuales permiten un replanteamiento continuo de la acción que se lleva a término. En la figura 2 se pueden observar las distintas fases y las tareas que se han realizado en cada una de ellas. Este planteamiento cíclico del trabajo ha permitido revisar de forma continua todos los materiales; en nuestro trabajo este hecho ha sido realmente muy útil ya que no disponíamos de métodos contrastados para evaluar los diferentes aspectos del trabajo, la realización de tres ciclos en la investigación ha hecho posible diseñar, probar y reelaborar todos los materiales.

Planificación de la investigación

En la planificación del trabajo se propuso, en primer lugar, revisar las investigaciones que se habían realizado hasta el presente sobre las ideas alternativas que podían tener los alumnos respecto a las cuestiones relacionadas con la paleontología. Se hizo una recopilación de estos trabajos con la intención de que fueran una fuente para la formulación de hipótesis de trabajo que tenían que concretarse en actividades de evaluación.

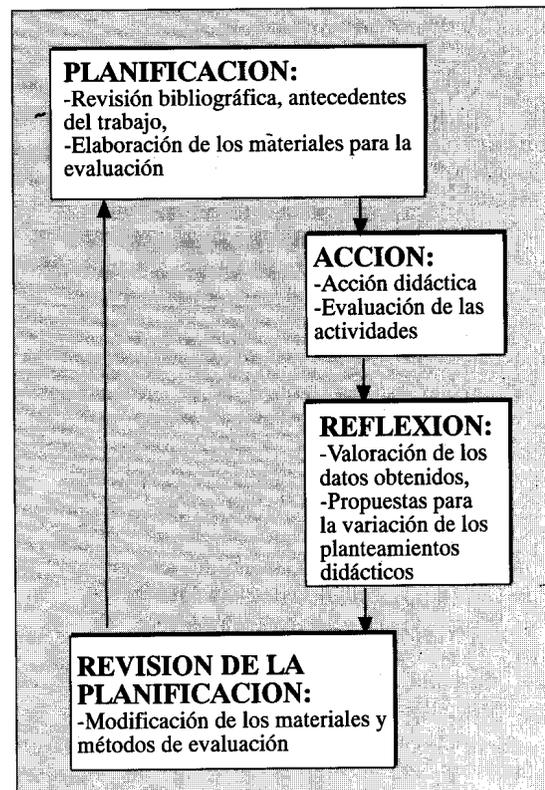


Fig. 2.-Esquema del plan de trabajo seguido.

En los trabajos que se han realizado para determinar los problemas que tienen los alumnos y sus ideas sobre el tema, hay que destacar la aportación de Pedrinaci y Alvarez (1992); una de las conclusiones de sus estudios hace referencia a que una teoría coherente para la interpretación de los fósiles tiene que tener en cuenta los aspectos siguientes:

- una idea de cambio de las rocas y de los procesos de sedimentación y diagénesis,
- una idea de cambio en el relieve y la estructura geológica y
- un cambio en los seres vivos.

Muchas veces los alumnos no son conscientes de estos cambios y ello produce un conjunto de ideas alternativas que les sirven para explicar los procesos relacionados con la Geología.

Otras ideas importantes para realizar una correcta interpretación de los fósiles y de los procesos paleontológicos hacen referencia al tiempo que está implicado en dichos procesos. Reiteradamente se ha puesto de manifiesto la dificultad que tienen los alumnos para entender este concepto, muchas veces se manifiesta la desconexión del tiempo geológico con el presente; en este sentido Rítger y Cummins (1991) afirmaban que aunque muchos alumnos hayan oído hablar de dinosaurios, o de una antigua Tierra caliente con formas de vida distintas, pocos hacen una conexión entre el pasado y el presente de la Historia de la Tierra, los períodos de dicha Historia

Posa en el quadre de la dreta un número seguint el barem següent:

- 3: estic molt d'acord/ o conec molt bé ...
- 2: estic gairebé d'acord/ o conec una mica ...
- 1: no estic d'acord/ o conec molt poc ...
- 0: estic en total desacord/ o no conec gens ...

Estàs d'acord o conèixes els fets següents ...		A	B	C	D
1	Estic molt ben informat dels llocs de la meva comarca on es poden trobar fòssils.				
2	Conec molts noms de fòssils.				
3	Quan per televisió fan un documental que parla de fòssils intento mirar-lo i no canvio gairebé mai de cadena.				
4	Moltes vegades m'he preocupat pels fòssils i on es poden trobar.				
5	L'estudi dels fòssils pot ser molt important per conèixer moltes coses de la nostra regió.				
6	Si coneixés algun grup de joves que estudia els fòssils de la meva comarca m'agradaria col.laborar amb ells en el meu temps lliure.				
7	Crec que és molt dolent que tothom vagi a buscar fòssils en els afloraments.				
8	Crec que sabria on anar a buscar fòssils si hagués de fer un treball de paleontologia.				
9	Conec fòssils característics de la història de la Terra com els trilobits, ammonits, arqueopterix ...				
10	M'agradaria participar en camps de treball a l'estiu per estudiar els fòssils d'alguna zona.				
11	A vegades llegeixo llibres o revistes que parlen sobre els fòssils.				

Fig. 3.-Ejemplo de cuestionario utilizado para la evaluación de actitudes.

existen solo en una nebulosa desconocida del pasado.

La concepción del tiempo tiene además implicaciones sobre la comprensión de los procesos geológicos; en este sentido Yus y Rebollo (1992) comentaban que los alumnos recurren a explicaciones catastrofistas para poder ajustar la escala geocronológica a una escala más cercana a la de los seres humanos.

El análisis de estos trabajos ha hecho posible diseñar un método de evaluación focalizado en estas ideas alternativas y dificultades que tienen los alumnos; y también poder estudiar el cambio que se produce después de realizar las actividades de aprendizaje.

La evaluación que se propuso se basaba, en primer lugar, en pruebas escritas, con cuestiones abiertas que hacían incidencia en las ideas que hemos planteado.

En lo que respecta las actitudes y procedimientos de los alumnos se han localizado muy pocos trabajos que tengan como objetivo su categorización de forma análoga a la que se ha hecho en lo que se refiere a conceptos. Tamir (1992) al referirse al trabajo de laboratorio afirmaba: "se ha demostrado repetidamente que el rendimiento en el modo práctico está débilmente correlacionado con el rendimiento en pruebas de papel y lápiz tradicionales"; por este motivo se diseñaron pruebas y cuestionarios que nos parecieran mas adecuados para su evaluación.

El análisis de las pruebas se hizo a partir de redes sistémicas según el modelo propuesto por

Bliss y Ogborn (Sanmartí, 1989). Este método nos pareció apropiado para tratar los datos ya que no eran respuestas concretas que pudiesen ser tratadas con métodos más cuantitativos y de esta forma se podían registrar todas las respuestas que daban los alumnos y su frecuencia.

En los primeros ciclos de la investigación se confeccionaron redes que recogían las respuestas de los alumnos en cada ejercicio; después de esta fase se recogieron un amplio abanico de ideas de los alumnos antes y después de realizar la actividad. A partir de estas redes confeccionamos unas "redes marco" en las que se recogían estas ideas agrupadas en distintos aspectos y clases. Estos modelos de redes han sido aplicados en el análisis de las pruebas que se han realizado a posteriori con lo cual se ha podido agilizar la investigación y ha hecho posible tener una pauta común para todos los ejercicios lo cual ha facilitado la comparación de los datos entre diferentes alumnos y grupos.

Para garantizar en lo posible la fiabilidad de los resultados se planeó la recogida de datos a través de otro método con el objetivo de poder compararlos. Se obtuvo por la realización de entrevistas a una muestra reducida de alumnos de algunos grupos. Las entrevistas fueron analizadas siguiendo el método de trabajo que utilizó Azcárate (1990); se programó el guión de las entrevistas, se registraron y se transcribieron con posterioridad con el fin de analizar las respuestas de los alumnos y compararlas a los resultados de sus pruebas escritas.

El material de evaluación: los cuestionarios.

Al final de la primera fase de la planificación se elaboró el material que podía servir para evaluar los distintos aspectos de la acción didáctica. Desde un primer momento se propuso buscar información acerca de cómo podían variar globalmente los contenidos que estaban implicados en las distintas actividades; por ello fue preciso diseñar cuestionarios para detectar las ideas de los alumnos que hacían referencia a conceptos, procedimientos y actitudes. Los materiales elaborados en un primer ciclo de la investigación fueron revisados posteriormente y modificados en función de los resultados obtenidos; comentaremos algunos ejemplos de estos materiales que son el resultado de los tres ciclos de investigación que hemos comentado anteriormente.

Para la evaluación de las **actitudes** que tienen los alumnos existen pocos métodos descritos en la bibliografía; nuestra hipótesis de trabajo fue confeccionar un cuestionario en el cual los alumnos tenían que indicar la medida en que estaban de acuerdo con un conjunto de veinte afirmaciones, según un baremo de puntos pre-establecido:

3. estoy de acuerdo o conozco muy bien...
2. estoy casi de acuerdo o conozco un poco...
1. no estoy de acuerdo o conozco muy poco...
0. estoy en total desacuerdo o no conozco...

En los primeros cuestionarios que confeccionamos estas afirmaciones hacían referencia a distintos aspectos actitudinales sin una separación clara entre ellos. Posteriormente nos planteamos sistematizar estos aspectos y plantear cuestiones referidas a cada uno de ellos. Los aspectos en los que concretamos el estudio de la actitud han sido:

A-Conocimiento de fósiles o lugares donde se pueden encontrar en las proximidades del centro.

B-Interés por conocer aspectos relacionados con los fósiles

C-Predisposición para hacer una acción respecto a algún tema de paleontología.

D-Respeto y interés para la conservación de los yacimientos paleontológicos. En este aspecto se matizaba la conciencia de respeto al yacimiento (**D-1**) y la conservación respecto a la recolección indiscriminada de fósiles (**D-2**).

El alumno puntuaba cada una de las afirmaciones en las distintas columnas que correspondían a los aspectos estudiados. Los cuestionarios que se utilizaban antes y después de las actividades tenían el mismo formato pero contenían afirmaciones distintas, aunque equivalentes en los dos casos; un ejemplo de algunas de las afirmaciones de estos cuestionarios está representado en la figura 3.

Para la evaluación de los **procedimientos** mediante una prueba escrita propusimos plantear a los alumnos alguna situación que estuviera relacionada con el trabajo de campo que estaba programado; a partir de esta situación se propo-

nía que hicieran observaciones e inferencias para resolver el "caso" que tenían planteado. El análisis de las respuestas se hizo a partir de las redes sistémicas mencionadas con anterioridad; en primer lugar se confeccionó una red donde se establecían todas las respuestas de los alumnos, a partir de esta red general se confeccionó una red "marco" en la cual se recogieron las respuestas más significativas y pudo servir como pauta de análisis y posterior comparación de los diferentes grupos en los cuales se realizó el estudio. Una muestra del tipo de problema planteado se puede observar en la figura 4, la red marco que sirvió para el análisis se muestra en la figura 6.

La evaluación de los **conceptos** se realizó, en el primer ciclo a partir de pruebas escritas en las cuales se proponía unas cuestiones abiertas a los alumnos. Después del análisis de las pruebas se confeccionaron distintos test de respuestas múltiples en los cuales los alumnos tenían que escoger la afirmación "más correcta" de las que se proponían y contestar el porqué de la elección. Para la confección de las distintas alternativas de las cuestiones se tuvieron en cuenta las ideas alternativas de los alumnos, tanto las citadas en la bibliografía como aquellas que pudimos descubrir en el análisis de las primeras pruebas.

Acción realizada

El estudio que se planteó se realizó en una muestra de los grupos de alumnos que realizaron el programa durante el curso académico 1992/93. Las pruebas escritas se realizaron a seis grupos, con un total de ciento veintitrés alumnos, las entrevistas a seis alumnos de dos grupos diferentes y a los profesores implicados en la actividad. Los alumnos que participaron cursaban Geología de COU, tercer curso de B.U.P., séptimo y octavo de E.G.B.

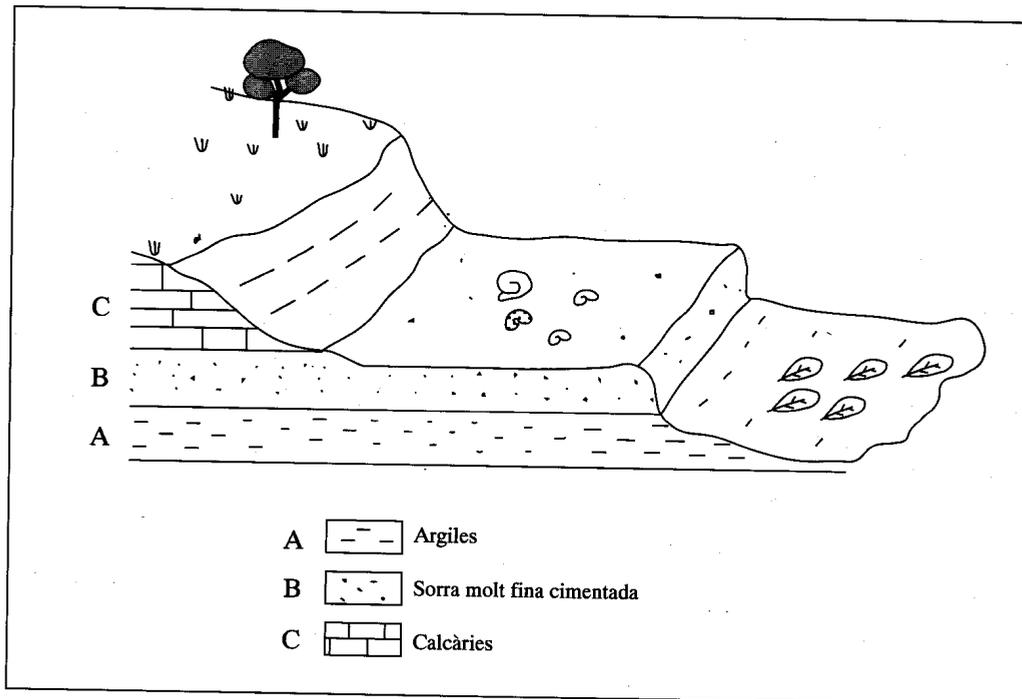
En un primer ciclo de la investigación se estudió un grupo de Geología de COU y algunos alumnos de primer curso de B.U.P; en estos últimos no se pasó el test después de la actividad. Después de reelaborar los cuestionarios se estudiaron los restantes grupos de Geología de COU y en un tercer ciclo los de tercero de BUP y los de E.G.B.

Tratamiento de los datos

El análisis de los resultados del estudio de cada grupo de alumnos ha permitido evaluar cómo se han modificado sus ideas después de la realización de la experiencia didáctica. Un ejemplo del tipo de resultados que hemos obtenido lo muestran las figuras 5,6 y 7.

Los datos obtenidos en el estudio de las **actitudes** permiten comparar la variación de la puntuación después de realizar la actividad. Los cuestionarios permiten la obtención de abundantes índices en función del tipo de tratamiento de los datos. Una forma rápida de tratarlos es la comparación de la puntuación obtenida en cada grupo en el estudio inicial y posterior de la actividad (fig. 5), en cada alumno, o bien en el total

Sta Perpetua de la Marxa és un poble que es troba a 1.000 m sobre el nivell del mar. En aquest lloc s'ha trobat una zona on hi ha fòssils i s'ha fet el dibuix que podeu veure en el quadre adjunt:



Els fòssils que s'han trobat són restes de fulles i de cargols diferents. L'estudi d'aquestes restes ens ha permès descobrir algunes coses que podeu llegir en el quadre adjunt:

- Fulles semblants a les que actualment tenen els salzes que viuen a la vorera de llacs o rius.
- Cargols semblants als que actualment viuen al mar, al costat de la platja.

1. El Centre d'investigacions de Sta Perpetua ens ha encarregat un treball per saber com era aquesta zona en el passat. Podries posar en el quadre quines observacions podries fer i a partir de cadascuna les coses que podries deduir. Pots veure un exemple en la primera línia:

Què pots observar?	Què pots deduir?	Per què ho dedueixes?
A la roca "A" es troben fòssils de fulles.	Abans hi havia una zona on vivien plantes	Les plantes tenen fulles que poden caure i acumular-se en algun lloc. (Actualisme).

Fig. 4.-Ejemplo de problema planteado para la evaluación de procedimientos.

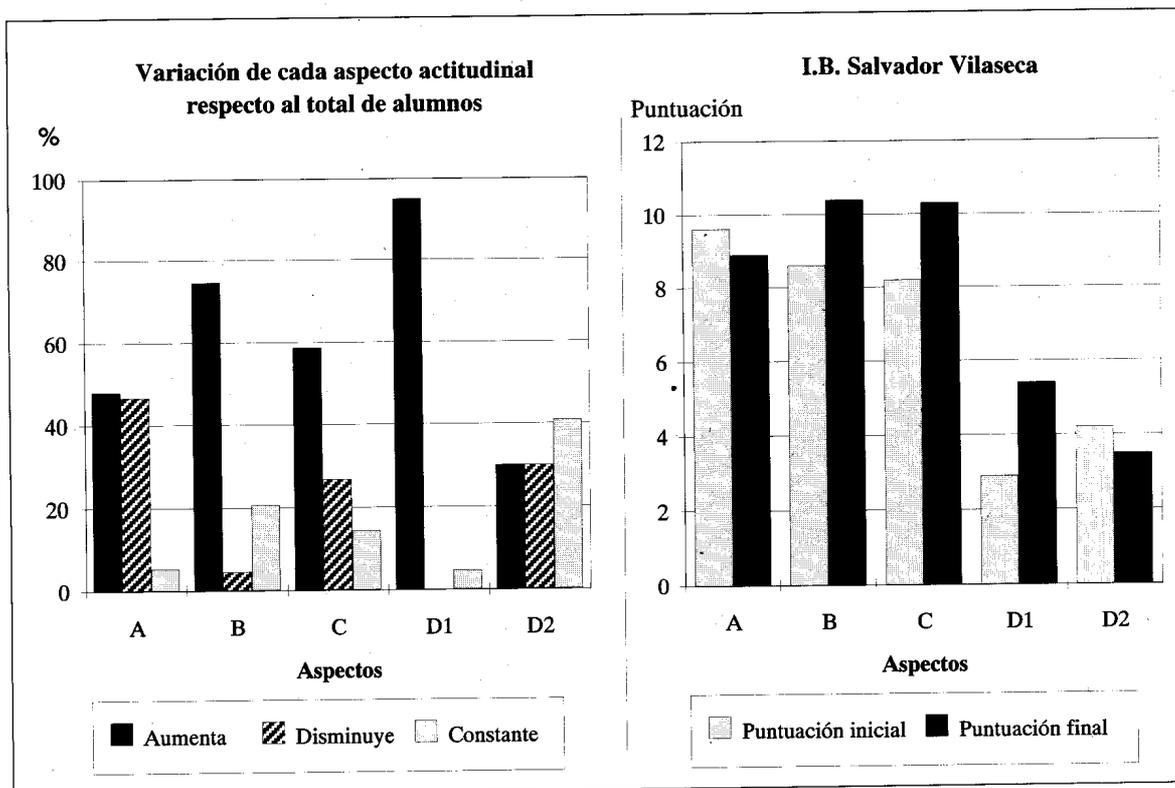


Fig. 5.-Ejemplo de resultados obtenidos en el estudio de las actitudes.

de alumnos respecto a aquellos aspectos que se señalaban en el trabajo. Las variaciones obtenidas se contrastaron con la información obtenida en las entrevistas para tener una referencia de la validez de los resultados.

Los resultados que hemos obtenidos aplicando este tipo de cuestionario permiten cuantificar las actitudes de los alumnos y, una vez obtenidos los índices, discutir la idoneidad de las actividades propuestas en función de los resultados obtenidos en cada grupo.

La utilización de las redes sistémicas marco ha permitido obtener de forma más rápida los resultados que hacen referencia a los **procedimientos** y los **conceptos** estudiados. En una misma red se puede tener información sobre las ideas o los procedimientos que tienen los alumnos antes y después de las actividades, una buena herramienta para evaluar el resultado de la acción didáctica y para analizar el cambio producido en cada uno de los alumnos (fig. 6 y 7).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El trabajo de investigación que se ha descrito ha hecho posible evaluar los materiales didácticos y los planteamientos que se diseñaron para la realización de las actividades que sobre el tema de paleontología se proponían a los alumnos. El método utilizado permite detectar el cambio que se produce en los alumnos en lo que respecta a los distintos contenidos estudiados.

El análisis de los resultados obtenidos en el

estudio de las **actitudes** de los alumnos ha permitido conocer la variación de los distintos aspectos. Algunos de ellos variaban de forma significativa (fig. 5): los que hacen referencia al interés por conocer los fósiles (B) o a la predisposición para trabajar de forma activa en temas de paleontología (C). Estos resultados permiten evaluar de forma positiva el planteamiento de las actividades ya que contribuyen a la consecución de los objetivos planteados. Otros aspectos analizados no variaron de forma significativa después de la acción didáctica, un ejemplo sería el aspecto D-2 que hacía referencia a la recolección indiscriminada de fósiles, a partir de este análisis se propusieron algunos cambios en el planteamiento de las actividades y en algunos de los ejercicios que se realizaban durante el trabajo de los alumnos.

En lo que respecta a los **contenidos conceptuales** se puede constatar cómo aparecen, en los alumnos encuestados, muchas de las ideas que sobre paleontología o distintos aspectos de la Geología se describían en estudios anteriores. En este sentido se detectaron las ideas que tienen los alumnos sobre la interpretación de los fósiles las cuales correspondían en gran medida a las descritas en los estudios realizados por Pedrinaci y Alvarez (1992). Muchas veces los alumnos no son conscientes de la formación de las rocas ni de la simultaneidad en los depósitos de los restos de seres vivos i de los materiales inorgánicos; por ellos la interpretación de los fósiles conlleva la idea que los seres vivos dejan sus "huellas sobre rocas pre-existentes". También se han detectado las ideas alternativas que tienen respecto al tiem-

po geológico que hemos citado anteriormente, ideas que condicionan la interpretación de muchos procesos ya que recurren a distintas explicaciones para ajustarse a una escala más cercana a la de los seres humanos.

Se ha podido comprobar cómo otras de las ideas descritas no aparecen en los alumnos que hemos estudiado, en este sentido no hemos detectado ideas fijistas en referencia a la interpretación de los cambios en el relieve y en la estructu-

I.B. Montblanc	3º B.U.P		Evaluación inicial (alumnos)	Evaluación final (alumnos)
Observaciones correctas	una/dos		20,2,3,6,7,10,11,15,17,21,22,	20,11
	tres/cuatro		1,4,5,9,12,14,19,8,13,16	2,5,7,21
	más de cuatro		13	1,6,8,12,13,14,16,17,19,3,4,9,10,15,18
Observaciones incorrectas *	la observación es una interpretación		2,8,10	20
	Observaciones que no corresponden a la realidad		4	6,7
Inferencias correctas	una /dos		3,6,7,11,15,20,21,4,8,9,12,17,19,22	11,20,21
	tres/cuatro		1,14,16,18	2,5
	más de cuatro		13	1,6,12,13,14,16,17,19,3,4,9,10,15,18
Inferencias incorrectas *	corresponden a ideas alternativas *	coetaneidad entre materiales de distintos estratos	8,9,10,18	8
		falta de relación entre diagénesis y fosilización	8,10	
		rocas recientes sin fósiles	3,10,12,16	
		otros:		
	corresponden a observaciones		6,21	
	no se relacionan con observaciones	2,4,5,9,	21	
	falta de información	7,8,15,19,	11	
* el mismo alumno puede estar en distintos aspectos o clases				

Fig. 7.-Ejemplo de red sistémica utilizada para la evaluación de conceptos.

I.B. Narcís Oller. Valls	Geología COU	Evaluación inicial (25 alumnos)	Evaluación final (16 alumnos)
Formación de los fósiles *	"marca en la roca" (sin proceso de diagénesis)	5,4,9,10,15,21,	6,9,
	procesos catastróficos	2,3,16	
	recubrimiento de los restos	1,6,7,8,12,14,15,16,17,21,22,24	1,2,6,8,9,10,11,15,16,17,20,21,22
	conservación partes duras	12,19,21,22,24	
	"petrificación" sin precisar el proceso	1,2,4,8,11,13,14,16,17	1,10,11,
	procesos de fosilización	3,6,7,20	2,4,5,8,14,15,16,17,20,21,22
	Respuesta no codificada	18,23	
* el mismo alumno puede estar en distintos aspectos o clases			

Fig. 6.-Ejemplo de red sistémica utilizada para la evaluación de procedimientos y conceptos.

GUIA DE INFERENCIAS			
PROBLEMA	OBSERVACIONES	INFERENCIAS	CONCLUSION
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> Problema planteado </div>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; display: inline-block;"></div> 2. <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; display: inline-block;"></div> 3. <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; display: inline-block;"></div> 4. <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; display: inline-block;"></div> 5. <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; display: inline-block;"></div> 	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 30px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 30px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 30px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 30px;"></div> </div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; display: flex; flex-direction: column; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 30px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 30px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 30px;"></div> </div>

Fig. 8.-Ejemplo de ficha utilizable como "guía de inferencias".

ra geológica. De todas formas hay muchas dificultades para interpretar de forma correcta estos cambios. La mayoría de los alumnos también son conscientes de los cambios que se han producido en los seres vivos y en el hecho evolutivo.

También se han podido detectar algunas ideas de los alumnos que no han sido citadas anteriormente: "coetaneidad de los materiales de diferentes estratos" o la idea que los fósiles "quedan marcados en las rocas" o que "las rocas más jóvenes tienen menos fósiles" ... Muchas de estas ideas se pueden relacionar con la desconexión entre los procesos de fosilización i diagenéticos y podrían ser objeto de estudios posteriores.

Un análisis comparado de los resultados de los grupos estudiados indica que el cambio que se produce es muy variable, y está relacionado con el trabajo que de forma paralela se hacía en el aula. Se hace evidente que para interpretar correctamente cualquier trabajo de campo se precisa la aplicación de muchos conceptos; tiene así un carácter de trabajo de síntesis que puede ser una ocasión muy eficaz para detectar errores conceptuales o ideas alternativas, pero no se puede plantear como objetivo un cambio conceptual tan complejo y heterogéneo.

Los **procedimientos** que han sido evaluados corresponden a aquéllos que pueden ser una referencia obligada en la epistemología de la ciencia; en efecto, la observación y la capacidad de inferir a partir de las observaciones es una tarea imprescindible para la resolución de los problemas científicos. El método de evaluación que hemos propuesto permite valorar estas capacidades de los alumnos y analizar cómo varían después de la actividad. Se ha podido comprobar cómo los alum-

nos mejoran su capacidad de observación después del trabajo de campo realizado, de manera que aumenta considerablemente el número de observaciones correctas en la evaluación final (fig. 6). Parece que esta capacidad aumenta de forma correlacionada a la información que se posee, también se ha podido detectar la dificultad de los alumnos para inferir o para "construir" una conclusión científica (fig 6). Partiendo de estas consideraciones parece necesario diseñar estrategias para que los alumnos puedan aprender la "mecánica" del razonamiento científico.

Una de las estrategias que proponemos es la utilización de las "**guías de inferencias**", una modificación del método que hemos expuesto de evaluación de procedimientos (fig. 8). En los cuadros el alumno puede anotar las observaciones y unir con líneas las distintas inferencias que pueda hacer; en dichas líneas se puede expresar el porqué de la conexión o el principio que se aplica. También es posible matizar la fiabilidad de razonamiento si se indica en rojo la conexión que no es del todo segura. Este método puede tener el doble interés de servir al alumno como ayuda para organizar sus ideas en lo que respecta al método de trabajo científico y además puede servir como evaluación de su capacidad para realizar estos procedimientos.

En este estudio se han podido constatar algunos de los problemas y críticas que han tenido los modelos de investigación-acción, en especial la dificultad de compaginar un método de investigación con una acción didáctica concreta. A pesar de estos problemas el método que se ha seguido para analizar el trabajo de campo puede ser útil ya que en muchos aspectos puede ser aplicado en otras situaciones en las cuales se requiera evaluar

el trabajo práctico que realizan los alumnos. También puede servir para investigar nuevas hipótesis de trabajo que se planteen. Este planteamiento de la acción didáctica puede dar una nueva dimensión a la actividad docente: ayudando a comprender lo que ocurre durante la acción.

BIBLIOGRAFÍA

Anguita, F. y Ancochea, E. (1981). Prácticas de campo: alternativas a la excursión tradicional

I Simposio sobre la enseñanza de la Geología. Madrid, p.317-326.

Azcarate, C. (1990). *La velocidad: introducción al concepto de derivada*. Tesis Doctoral inéd. UAB. Edición microfijas Public. UAB, Bellaterra, 1992.

Bach, J.;Brusi, D.; Domingo, M.; Obrador, A. (1988). Propuesta de una metodología y jerarquización de las observaciones del trabajo de campo en geología. *Henares*, 2:319-325.

Brusi, D. (1992). El treball de camp en Ciències Naturals. In: *Reflexions sobre l'ensenyament de les Ciències Naturals*. Eumo. Vic, p. 157-194.

García de la Torre, E. (1991). Recursos en la enseñanza de la Geología. La Geología de campo. *Investigación en la escuela*. 9: 85-96.

Hopkins, D. (1989). *Investigación en el aula*. PPU. Barcelona

Pedrinaci, E. y Alvarez, R. (1992). Obstáculos en la construcción de las nociones acerca del origen de las rocas. *VII Simposio Enseñanza Geología*. Santiago de Compostela, p. 173-184.

Ritger, S.D., and Cummins, R.H. (1991). Using student-created metaphors to comprehend Geologic Time. *Journal of Geological Education*. 39: 9-11

Sanmartí, N. (1989). *El problema de la interpretació de les dades*. Tesis Doctoral inéd. UAB. Edición microfijas Public. UAB, Bellaterra, 1990.

Tamir, P. (1992). *La singularitat d'aprendre i d'ensenyar al laboratori*. In: *Reflexions sobre l'ensenyament de les Ciències Naturals*. Eumo. Vic, p. 127-155.

Yus, R. y Rebollo, M. (1992). Concepciones de los alumnos/as de 12/17 años sobre el suelo y procesos edafogénicos: implicación para su enseñanza en la etapa secundaria obligatoria. *VII Simposio Enseñanza Geología*. Santiago de Compostela, p. 203-220. ■

UTILIZACIÓN DE LAS REPRESENTACIONES GRÁFICAS EN GEOLOGÍA EN LOS NIVELES NO UNIVERSITARIOS. SUS DIFICULTADES Y SUS VENTAJAS.

Teresa Ma Correig Blanchar (1)

RESUMEN

Tras un análisis de los procedimientos implicados en los sistemas que se utilizan en Geología para transmitir información, se elaboró, a partir de ellos, una batería de cuestiones que se dio a resolver a una muestra de alumnos de 1º de BUP. En este artículo se comenta el análisis de las respuestas obtenidas en algunas de las cuestiones.

ABSTRACT

After analyzing the procedures implied in the systems used in Geology to transmit information, a set of questions was made. These were answered by first grade of BUP students. This article comments the analysis of the answers obtained in some of these questions.

INTRODUCCION

Este trabajo se inspira, en parte, en las pruebas de selectividad de Geología propuestas en la Universidad Autónoma de Barcelona durante los cursos 1986-90. Estas pruebas eran "diferentes" de las que solían proponerse en otros Centros Universitarios, y lo que más llamaba la atención de ellas era que el

alumno debía de tener una gran habilidad para identificar y representar los conocimientos geológicos de forma gráfica, a la vez que se le pedía que hiciera y respondiera cosas muy concretas.

Véase como muestra los dos ejercicios (fiura. nº1 y nº2)

Esto aparentemente obligaba al profesorado a modificar el curriculum, de forma que se debían reducir al mínimo los contenidos conceptuales, pero en cambio se les hacía utilizar en seguida los procedimientos implicados en los sistemas que se utilizan en Geología para transmitir información ("pattern recognition": bloques diagrama, perfiles geológicos, columnas estratigráficas, mapas geológicos, gráficos multivariados, etc...).

La característica más interesante de este curriculum es que los alumnos pueden en seguida utilizar los conceptos geológicos, con lo que éstos adquieren un significado que se va ampliando a lo largo del curso al ir relacionando unos procesos con otros. De hecho se cree que tanto los conocimientos conceptuales como los procedimentales interaccionan cuando se aprende de forma significativa (Goldin, 1987). La figura nº 3 ilustra el curriculum de Geología de COU: la representación de los conceptos geológicos constituye el núcleo del curriculum.

(1) C/ Gustavo Bécquer nº 39 bis 08023 - Barcelona. IES Josep Pla C/Vall d'Ordesa 24-34 08031 - Barcelona.