

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 multivariables, 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.

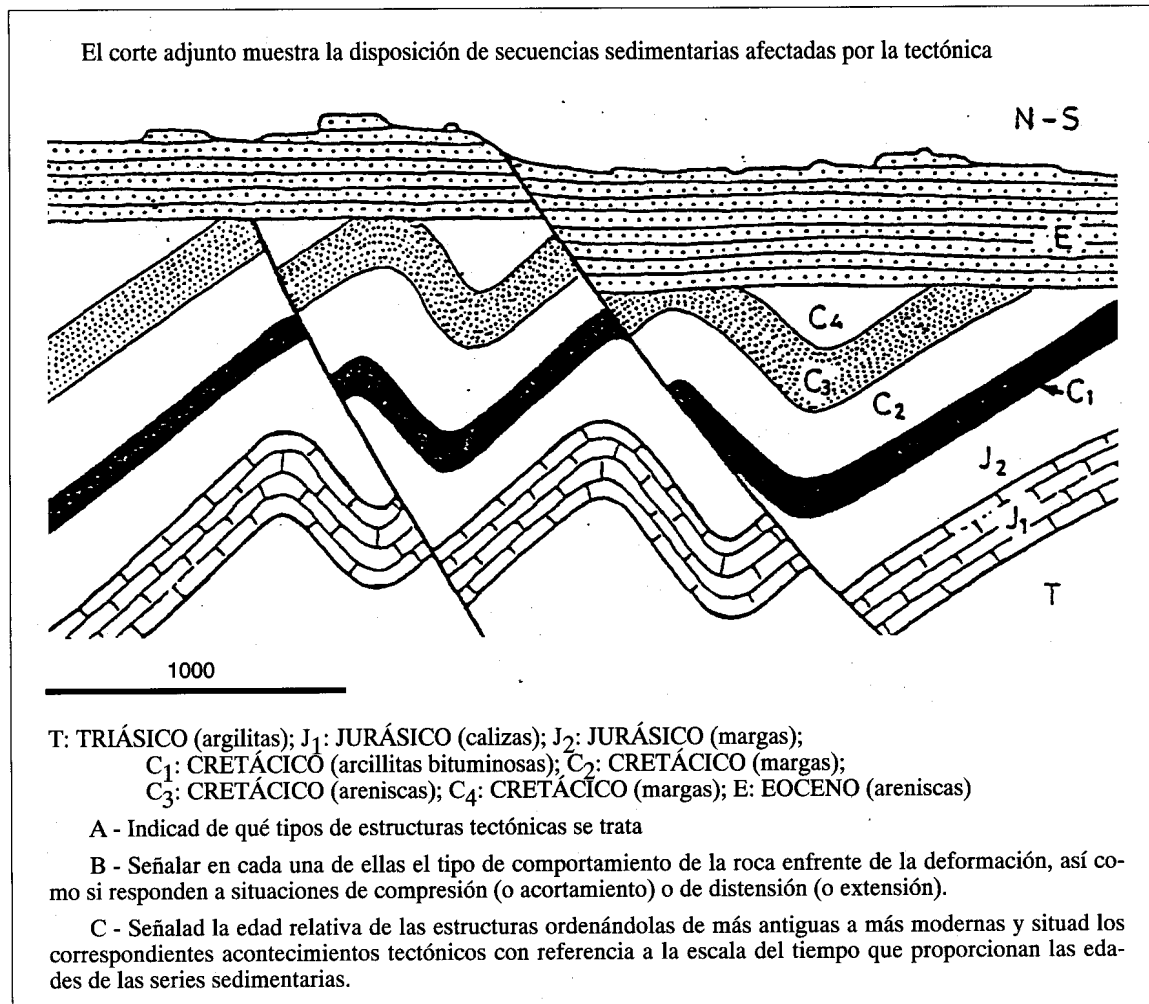


Fig. 1

Valoramos muy positivamente este tipo de curriculum y los ejercicios utilizados para su evaluación, y pensamos en la posibilidad de utilizarlos en niveles educativos inferiores.

De hecho el interés hacia este tipo de curriculum y de ejercicios venia motivado por el nuevo significado que en la reforma educativa tiene la **evaluación**. Esta se contempla como una actividad sistemática integrada en el proceso educativo, gracias a la cual se **investiga** lo que está pasando en el aula, y también como actividad **formativa**, o evaluación formadora (Nunziati, 1990), para los propios alumnos.

METODOLOGIA UTILIZADA

En primer lugar se realizó un estudio de las antes citadas pruebas de selectividad, para determinar cuales eran los procedimientos que estaban implicados en su resolución.

Para ello se utilizó la clasificación hecha por el proyecto APU (Assesment of Performance Unit), el cual identifica una serie de categorías principales de actividades, que a su vez se dividen en sub-categorías. Las categorías principales

son las siguientes:

I-Utilización de representaciones simbólicas. Se refiere a la transformación de datos de una forma a otra: leyendo información de gráficos, mapas o tablas, o expresando datos en forma diagramática, de tabla o de gráfico.

II-Utilización de aparatos e instrumentos de medida. Trata de las habilidades relacionadas con la utilización apropiada de aparatos e instrumentos de medida, así como de la apreciación de las magnitudes de cantidades físicas.

Con ayuda de un dibujo esquemático describid un afloramiento que refleje la siguiente situación:

Se observa una discordancia angular que separa los conglomerados de la base del Mesozoico dispuestos en estratos inclinados 10° al Este, de un Ordovício pizarroso, que muestra estratos plegados con pliegues asimétricos vergentes hacia el Este. También se observa un dique vertical de un pórfido pre-Triásico.

Fig.2

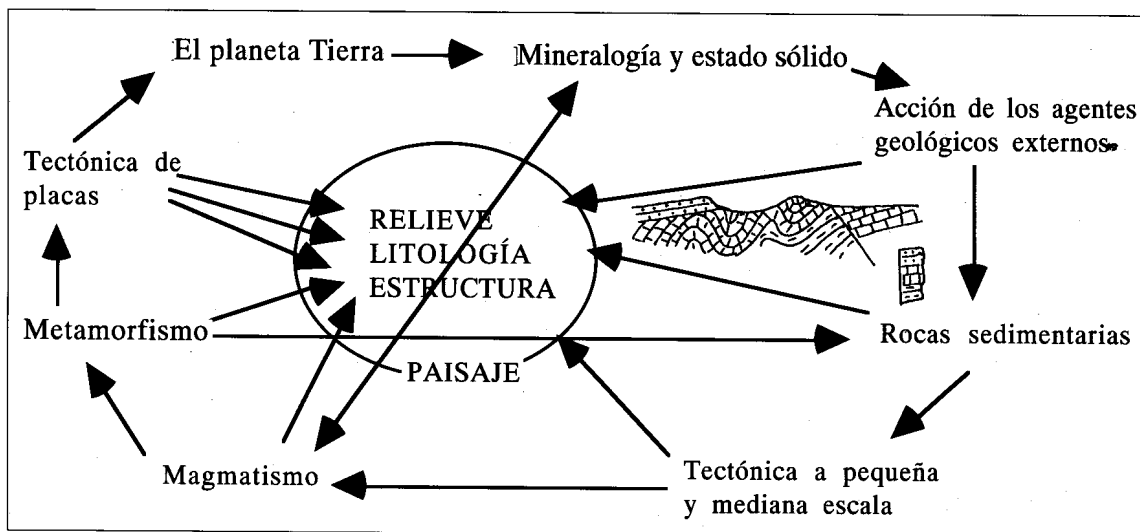


Fig. 3

III-Utilización de observaciones. Se refiere a los procedimientos implicados en hacer e interpretar observaciones, tales como distinguir semejanzas y diferencias entre grupos de objetos, agrupación y clasificación de objetos basándose en propiedades observables y la capacidad de registrar toda una secuencia de acontecimientos.

IV-Interpretación y aplicación de conceptos científicos. Una vez ya recogidos los datos de forma sistemática, la primera parte de esta categoría se refiere a la habilidad de encontrar patrones, tendencias o relaciones aparentes entre ellos. La segunda parte se refiere a la habilidad de utilizar y aplicar conceptos científicos, ya sea como base de futuros estudios de Ciencias, o que les sirva para interpretar los fenómenos de la vida cotidiana.

V-Diseño de investigaciones. Se refiere a aspectos del diseño experimental: implica por tanto la formulación de cuestiones que estén en forma verificable, la secuenciación de procedimientos y la minimización de causas de error.

VI-Realización de investigaciones. Esta dedicada a la valoración de habilidades de investigación, pues se consideró que ser capaz de realizar investigaciones prácticas era distinto a ser capaz de planificarlas.

Se encontró que los procedimientos implicados en las pruebas de selectividad eran mayoritariamente los de la categoría I y categoría IV, y en base a ello, se confeccionó una batería de "pruebas" de manera que cubrieran todo el abanico de sub-categorías que se contemplan en estas dos categorías de procedimientos.

Se escogió el concepto de cambio como concepto estructurante, aunque posteriormente se restringió sólo a los cambios producidos por los agentes geológicos externos, tectónica a mediana escala y a la movilidad continental.

Esta batería de pruebas sufrió un proceso evolutivo, determinado por críticas constructivas realizadas en sus comienzos por algún profesor ex-

perto, y por deficiencias detectadas en las pruebas realizadas en grupos reducidos de alumnos. Finalmente la batería de pruebas quedó reducida a 14 cuestiones diferentes, de tal manera que en cada una de ellas se tratara un sólo concepto geológico principal y una sola subcategoría de procedimientos.

Estas cuestiones fueron dadas a resolver, en dos cuadernillos distintos, a una muestra constituida por algo más de doscientos alumnos de 1er curso de BUP, independientemente de que hubieran estudiado Geología durante el curso, y pertenecientes a centros de Enseñanza tanto públicos como privados, de la ciudad y provincia de Barcelona.

Las cuestiones, estructuradas según los procedimientos implicados, estaban distribuidas de la siguiente manera:

CATEGORIA I - Utilización de representación simbólica

1.1. Leer información de gráficos, tablas y planos.

- (1) Leer un perfil geológico
- (2) Leer un gráfico de velocidad de separación de los continentes
- (3) Leer un diagrama de áreas (proporción de distintos minerales en una roca)

1.2. Expresar información en forma de gráficos, tablas y planos

- (4) Expresar información en forma de perfil geológico
- (5) Expresar información en forma de columna estratigráfica

CATEGORIA IV- INTERPRETACION Y APLICACION DE CONCEPTOS GEOLOGICOS

4.1. Describir y utilizar patrones en la información

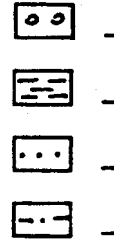
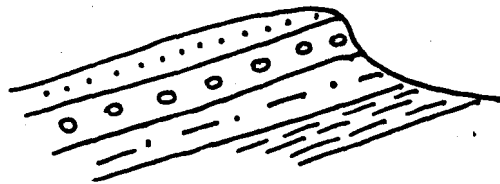
- (6) Dada información en forma de perfil

CUESTION Nº 6

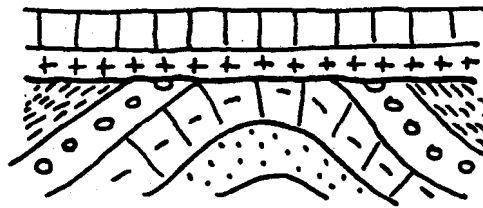
Se sabe que, en una cuenca sedimentaria, los primeros sedimentos que se depositan i que ocupan la parte inferior, son más antiguos que los que se depositan encima, que son cada vez más modernos.

Observa estos esquemas de constitución geológica, y numera las capas representadas en los cuadros empezando por la más antigua a la que pondrás el número 1, según el orden de depósito.

a)



b)



c)

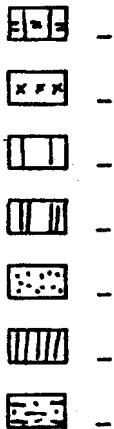
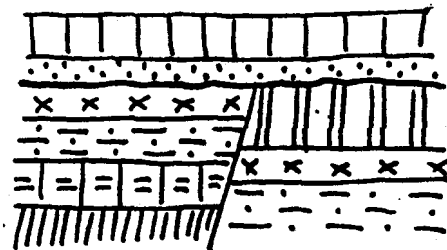
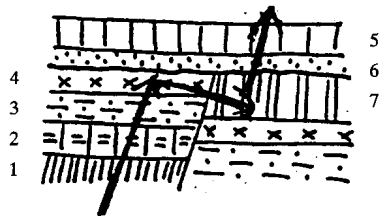


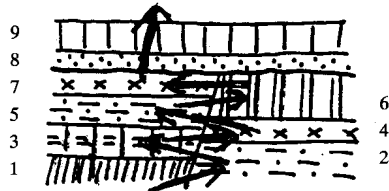
Fig. 4

I - Orden correcto



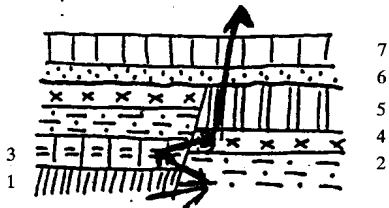
- Reconocen la estructura de falla
- Reconocen la secuencia de sedimentación

II - Van leyendo a izquierda y derecha de la falla



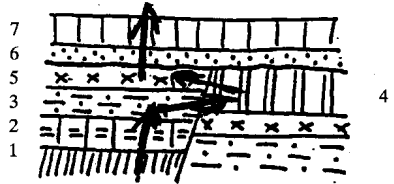
- No reconocen la estructura de falla
- No reconocen materiales repetidos

III - Cambian el material 2 por el 3



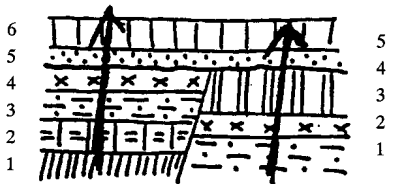
- Reconocen materiales repetidos
- No reconocen la estructura de falla

IV - Cambian el material 4 por el 5



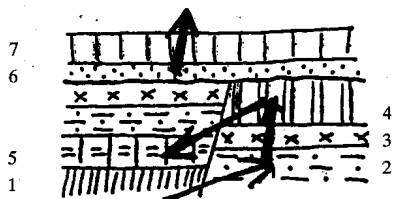
- Reconocen materiales repetidos
- No reconocen la estructura de falla

V - Ordenan independientemente los dos lados de la falla



- Reconocen materiales repetidos
- No establecen relaciones entre materiales

VI - Intento fallido de relación entre materiales



- Reconocen la estructura de falla
- No establecen bien las relaciones entre materiales

Fig. 5

geológico, sacar el patrón de sedimentación

(7) (8) Dada información en forma de perfil geológico, sacar el patrón para hacer una predicción

4.2. Juzgar la aplicabilidad de una información dada

(9) Dada una afirmación general, pedir si la información que contiene un perfil geológico se ajusta o no a la afirmación

4.3. Distinguir grados de inferencia

(10) Distinguir la menor inferencia posible.

4.4. Dar sentido a la información utilizando los conceptos geológicos

(11) Dada información en forma de una serie de perfiles que indican la evolución geológica de una zona, dar el orden correcto, explicando en que se han basado para hacerlo

(12) dada una información en forma verbal, explicarla.

4.5. Generar hipótesis alternativas

(13)(14) Dada una situación presentada en forma verbal, encontrar diferentes posibles explicaciones .

El estudio de las respuestas (tomando como base la lingüística sistémica) ha sido complicado, puesto que lo que se quería evaluar eran los procedimientos, pero hemos visto que los conceptos que están implicados condicionan y mediatizan totalmente la evaluación.

Hemos confeccionado redes sistémicas para cada cuestión, en la que aparecen las diversas unidades de significado utilizadas por los alumnos, organizadas y clasificadas.

Como que, debido a su extensión, no se pueden mostrar todas las cuestiones elaboradas, vamos a comentar sólo tres de ellas.

Veamos, como ejemplo, la cuestión nº 6 (Figura nº 4), en la que se ha querido evaluar:

•procedimientos- describir y utilizar patrones en la información






•conceptos- secuencia estratigráfica (materiales distintos, deformaciones: pliegues y fallas, concordancia, discordancia, erosión, cronología)

Los dos primeros apartados de esta cuestión son muy sencillos. Un 96% en el apartado a), y un 92% en el b), encuentran el patrón de sedimentación correcto.

En el caso del apartado c) en que el mismo procedimiento se ha aplicado a una estructura más compleja, el abanico de respuestas ha sido muy amplio. Estas se han agrupado básicamente

CUESTION Nº 8

Un geólogo ha estudiado la constitución del cerro de la izquierda del dibujo, y la ha representado de la siguiente manera:

 conglomerado	 caliza	 arenisca
 pizarra	 marga	

Ahora tu debes averiguar:

1-Qué tipo de roca habrá en X?.....

2-Qué tipo de roca habrá en Y?.....

3-Qué estrategia has seguido para encontrar las respuestas anteriores?.....

.....

.....

Fig. 6

en 6 categorías que describimos a continuación, en la figura nº 5.

Hemos agrupado estas 6 categorías de respuestas de la siguiente manera:

- Reconocen un "patrón" de sedimentación:

•correcto (Grupo I) 30%

•incorrecto (III-IV) 17%+30%

- No reconocen un "patrón" de sedimentación:

•(Grupo II-V-VI) 31%+7%+2%

En este apartado sólo un 30% de las respuestas han sido correctas frente a más del 90% de los apartados anteriores. En este caso lo que creemos que ha fallado no ha sido el procedimiento, sino el concepto de estructura de falla.

Veamos ahora la cuestión nº 8 (Figura nº 6), en la que se ha querido evaluar

•**procedimientos**- utilizar el patrón de la información, para hacer una predicción.

•**conceptos**- secuencia estratigráfica (materias distintos, inclinación, continuidad de los estratos, concordancia, erosión diferencial, cronología).

En el apartado 1 se han obtenido un 80% de respuestas correctas, y un 76% en el apartado 2.

En el apartado 3 la respuesta mayoritaria (un 69%) explica que ha hecho una prolongación gráfica de los estratos al otro cerro.

Este tipo de ejercicio, que de hecho ha ofrecido pocas dificultades en su resolución, ofrece muy buenas perspectivas para poder trabajar el

concepto de inclinación y paralelismo (concordancia), reforzándose mucho el concepto de estrato y de roca sedimentaria.

En la cuestión nº 10 (Figura nº 7) se han querido evaluar:

•**procedimientos**- distinguir grados de inferencia

•**conceptos**- cambios en la línea de costa (fósiles, movimientos eustáticos, movilidad continental)

En esta cuestión no se explica el que es un fósil porque ya lo explica la cuestión nº 7 que los mismos alumnos habían respondido en la misma sesión.

La acumulación de respuestas en cada posibilidad es la siguiente:

C - 32%

A - 16%

D - 18%

E - 10%

B - 19%

Se puede apreciar que sólo una tercera parte de los alumnos es capaz de distinguir la menor inferencia posible.

Se detecta, por tanto, un alto nivel de dificultad en la habilidad de distinguir la observación, de la deducción y la interpretación.

A partir del estudio de las respuestas obtenidas, en estas y otras cuestiones, surgieron una serie de reflexiones, que de forma resumida serían las siguientes:

CUESTION Nº 10

En una salida al campo para realizar un estudio del paisaje de alta montaña, un grupo de alumnos se percata de que la roca caliza que constituye el terreno, contiene una gran cantidad de conchas parecidas a las ostras.

Con este hallazgo, un grupo de cinco alumnos hace los siguientes comentarios:

Juan dice: "Es que antiguamente, en este lugar había un mar"

Pedro dice: "Antiguamente, el nivel de mar estaba más alto"

María dice: "Las rocas de esta montaña contienen fósiles"

Ana dice: "Los terrenos que constituyen estas montañas antiguamente estaban en cotas inferiores, pero hubo un plegamiento que las levantó"

Pablo dice: "Una serie de movimientos sísmicos provocaron el levantamiento de estos terrenos"

Cual de estos comentarios se ajusta más a aquello que los alumnos ven? (el que hace menos interpretaciones)

Marca un sólo cuadro, el que corresponda al alumno que tu escojas.

A Juan

B Pedro

C María

D Ana

E Pablo

Fig. 7

-Manipular símbolos es mucho más fácil que manipular ideas

-Los símbolos estarían en la frontera entre los procedimientos y los conceptos

-El uso de la manipulación de símbolos puede servir para que, a partir de conceptos y procedimientos sencillos que los alumnos ya han adquirido, se puedan elaborar nuevos conceptos o modelos más complejos.

RESULTADOS

Aunque se ha intentado elaborar unos cuestionarios en los que se ha querido sobre todo evaluar los procedimientos, se ha visto que los conceptos implicados en ellos condicionan y mediatizan completamente la evaluación.

Las cuestiones correspondientes a la **categoría I** han dado diversos matices de capacidades, en general con resultados positivos, excepto la nº2 en que la presentación de la información en forma de gráfico matemático ha evidenciado una forma de lectura totalmente inédita.

Las correspondientes a la **categoría IV - Interpretación** han sido resueltos con gran éxito (nº 6,7,8) en las situaciones geológicas sencillas, en la nº 9 más de la mitad de los alumnos son capaces de utilizar argumentos científicos relevantes en sus justificaciones, y en el nº 10 se ha encontrado una gran dificultad en distinguir la menor inferencia posible.

Los cuestionarios de la **categoría IV - Aplicación** de los conceptos geológicos han dado los peores resultados (nº 11 y 12), pero pensamos que no son muy relevantes, ya que debería relacionarse con el currículum que han estudiado los alumnos de la muestra. Los resultados de las cuestiones nº 13 y 14 se han analizado como la capacidad de emitir hipótesis y se han establecido en los alumnos unas categorías de razonamiento gradual.

Además, en las respuestas de los alumnos han aflorado una serie de preconcepciones relativas al tiempo geológico, formación de estratos y fosilización.

Creemos que este tipo de ejercicios puede constituir un buen instrumento de trabajo para alumnos de esta edad.

Además sería interesante profundizar en este tipo de investigación didáctica, complementándola con otras categorías de procedimientos. Por ejemplo, si se intentara evaluar la categoría II - utilización de aparatos y instrumentos de medida y la III - utilización de observaciones, conjuntamente con la I y IV tratadas en este artículo, dispondríamos de un estudio sobre los procedimientos implicados en el trabajo de campo.

BIBLIOGRAFIA

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

APU (1985). *Science in schools, age 11*. Report Nº4. London

APU (1985). *Science at age 13 and 15*. Sample questions. London

Bliss, J. y Ogborn, J. (1989). L'anàlisi de dades qualitatives. *European Journal of Science Education* 1 (4), 427-440.

Escofet, N., Sanmartí, N. y Jorba, J. (1993). Les bases d'orientació. *Guix* nº 185, 41-46.

Goldin, G. A. (1987). Cognitive representational systems for mathematical problem solving. *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics*, 125-145.

Hallan, A. (1983). *Grandes controversias Geológicas*. Edit. Labor, S.A. Barcelona

Nota: Este trabajo se realizó durante el curso 1991-92, en una situación de licencia de estudios retribuida, concedida por la Generalitat de Catalunya. Constituye el trabajo correspondiente a los 9 créditos de Investigación del Máster de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas de la Universidad Autónoma de Barcelona, que se presentará durante el curso 1993-94. ■