

ANÁLISIS DIAGNÓSTICO DEL APRENDIZAJE DE GEOLOGÍA EN LA FORMACIÓN BÁSICA.

I. EROSION, TRANSPORTE Y SEDIMENTACIÓN

Mercedes Jaén García.- Escuela de Magisterio de Murcia.

Antonio Pro Bueno.- Escuela de Magisterio de Murcia.

RESUMEN

Se presenta un trabajo enmarcado en el análisis de las ideas previas y esquemas alternativos de alumnos de 8º de E.G.B. en el campo de la Geología (concretamente respecto a la erosión, transporte y sedimentación). Se utilizan como estrategias de exploración unas pruebas, que parten de experiencias reales realizadas ante los niños y sobre las que se les plantean una serie de interrogantes que tratan de valorar la observación, la descripción de lo observado, la interpretación de los fenómenos, la transferencia a hechos de la vida cotidiana, etc. Los resultados cuestionan algunos aspectos fundamentales de la enseñanza y aprendizaje de la Geología en el período de formación básica.

ABSTRACT

The present paper can be framed within the analysis of previous ideas and alternative schemes of 8th form pupils (aged 13-15) of E.G.B. (General Education) in the field of Geology (specifically regarding erosion, transportations and sedimentation). As exploration strategies some tests based on real experiments carried out in front of the children were asked a series of questions about the experiments they had witnessed which tried to evaluate the observation, the description of them, the interpretation of events, the transference to common facts of daily life, etc.

The results pose some problems about the fundamental aspects of the teaching and learning process with relation to Geology at General Education level.

I.- INTRODUCCIÓN

La concepción constructivista del aprendizaje ha propiciado una proliferación de trabajos y estudios que tratan de indagar en las ideas previas de los alumnos como elemento insustituible en la acción didáctica (CLOUGH et al., 1985; DRIVER, 1981; OSBORNE et al., 1983 y SOLIS, 1984). En esta línea se pueden encontrar una gran cantidad de investigaciones que abordan la problemática en el campo de la Física, de la Química y de la Biología, pero curiosamente no ocurre lo mismo con la Geología (CARRASCOSA, 1985; FURIO, 1986 y JIMENEZ, 1987). Pueden ser diversas las razones de esta situación: la poca importancia que se da a esta materia como componente formativo del alumno (no únicamente instructivo), en número reducido de profesionales educativos que tradicionalmente han estado interesados por este ámbito didáctico, la propia configuración de los currículum oficiales, las características disciplinares de la asignatura, etc.

ner este desconocimiento de las condiciones iniciales que presentan los discentes ante una propuesta metodológica. Pensamos que es verdad que existe una serie de aspectos comunes a otras materias científicas, pero también hay otros aspectos que presentan una serie de peculiaridades diferenciadas: procesos lentos y no siempre fácilmente perceptibles para el alumno, dependencia de un mayor desarrollo cognitivo para la sistematización del aprendizaje de esquemas alternativos propios, etc.

Esto nos hace considerar la necesidad de realizar estudios en este campo como uno de los elementos prioritarios para posteriormente analizar las causas de la situación, diseñar, elaborar y aplicar propuestas coherentes con la filosofía constructivista, reformular el papel del profesor y de las actividades didácticas dentro del aula, etc., incluso, configurar un diseño curricular que parta de la realidad educativa que tenemos.

Sin embargo, no parece lógico mante-

Objetivos Programas Renovados	Contenidos	Actividades sugeridas
2.5.4.	Acción geológica del agua	Observar diapositivas
Objetivos Plan Experimental	U. de aprendizaje	Actividades sugeridas
6,7 y 10	Suelo:componentes La materia	Observar sedimentación, drenaje, etc.

Sin embargo, dada la escasa tradición que tienen estos trabajos parece complicado tomar un soporte sólido que respalde un hipotético modelo de evolución del aprendizaje en Geología. En este sentido, hemos elegido como criterio de referencia, los contenidos de los programas oficiales, aunque la delimitación del marco educativo actual sea un tanto confuso.

En efecto, actualmente hay alumnos con las Orientaciones Pedagógicas (M.E.C., 1971); otros se han acogido a los "suspendidos" Programas Renovados (M.E.C., 1982) y algunos están en el Plan Experimental de la Reforma del Ciclo Superior (M.E.C., 1984). Por ello, se han buscado temáticas comunes a las propuestas curriculares. En este trabajo, nos vamos a centrar en los fenómenos de erosión, transporte y sedimentación.

Las Orientaciones Pedagógicas no permiten saber con claridad los contenidos, al plantear (no sólo en el caso de la Geología) un temario ambiguo y salpicado de tópicos respecto a las actividades y metodologías a realizar dentro y fuera del aula. Tanto los Programas Renovados como el Plan Experimental son más explícitos y a ellos nos referimos especialmente en el cuadro resumen arriba expuesto y que pretende sintetizar las temáticas que confluyen en nuestra comunicación.

Sin entrar en una valoración de las propuestas, sí queremos resaltar lo que antes apuntábamos sobre la escasa presencia de unidades de aprendizaje de Geología en los programas, bastantes injustificadas si consideramos la inclusión de otras de mucha mayor complejidad cognitiva y de menor utilidad en la interpretación de fenómenos de la vida cotidiana. También señalaríamos que los Programas Renovados sugieren actividades centradas en la observación de diapositivas frente a un tratamiento más experimental y menos simbólico en el Plan Experimental.

En cualquier caso, hay que indicar que los fenómenos están incluidos en los programas y que han debido de ser abordados

a lo largo de la formación básica realizada en la E.G.B. Por lo tanto, en la valoración diagnóstica que hemos realizado, sería lógico el contemplar unos resultados satisfactorios y congruentes con el currículum oficial.

Para ello, se han pasado unas pruebas que posteriormente describiremos a grupos de alumnos de octavo de E.G.B. de tres colegios de la Región de Murcia, con características sociales y educativas diferentes. No hemos buscado ningún tipo de generalización de resultados, sino "pulsar" la realidad de zonas heterogéneas para ver la riqueza de situaciones que creaban los interrogantes empleados. Esperamos ampliar el campo de actuaciones en próximos trabajos. El número total fue de 81 alumnos, de edades comprendidas entre 13 y 15 años, y con una distribución equivalente respecto al sexo (TABLA I) (pág. siguiente).

II.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PRUEBAS

Las pruebas que hemos utilizado presentan unas características comunes que quisiéramos destacar: en todas ellas se ha planteado una situación experimental, en la que a través de modelos se reproduce un fenómeno natural, la duración de la experiencia es breve (2 ó 3 minutos) y las cuestiones giran en torno al fenómeno mostrado, recogiendo las respuestas por escrito.

De igual modo, la recogida de información también se atiene a unas normas generales en las tres pruebas:

1º. Como introducción al paso de las pruebas se dieron unas normas de atención para situar a los alumnos ante ellas.

2º. Se hizo una descripción del material que se iba a utilizar en el desarrollo experimental. Esta descripción se ha ajustado a protocolos establecidos previamente con objeto de no proporcionar información que

	EDAD				SEXO		TOTAL
	13	14	15	16	V	H	
COLEGIO A	7	16	3	-	12	14	26
COLEGIO B	11	14	5	-	15	15	30
COLEGIO C	10	12	2	1	15	10	25
TOTALES	28	42	10	1	42	39	81

TABLA I.- Distribución muestra.

condicione las respuestas.

3º. Se llevó a cabo el desarrollo experimental sin posibilidad de repetirlo, lo que previamente se les había advertido a los alumnos.

4º. A continuación los alumnos han de responder a los items que se plantean, permaneciendo el material utilizado delante de ellos.

En la realización de estas pruebas hemos utilizado un material sencillo con el objeto por una parte de hacer más factible el desarrollo de las pruebas y por otra, eliminar la posibilidad de que el alumno, al no conocer un determinado tipo de aparato, le concediera propiedades "extrañas" y esto pudiera interferir en la interpretación del proceso.

Por último, aunque cada prueba evalúa los conceptos que subyacen en relación con la situación experimental que se plantea, es posible además un análisis más general de ellas que nos permite ponderar el grado de madurez científica de los alumnos en su último curso de E.G.B.

III.- DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS

III.1.- Prueba GEO-1

Los conceptos científicos involucrados en esta prueba son el de erosión refiriéndose al desgaste en materiales sueltos; transporte de partículas: tratando de incidir en la selección que ejerce el agua, respecto al tamaño de partículas, dependiendo de la potencia que va a estar condicionada por la pendiente y la velocidad, y por último otro concepto implicado es el de sedimentación o depósito de partículas por caída física que se produce al cesar la energía del agente transportados, en este caso el agua.

La prueba consiste en una simulación a pequeña escala de algunos de los procesos físicos que se producen en la superficie

terrestre y que tienen como agente el agua superficial.

En esta prueba se distinguen tres partes: en la primera, el aplicador presenta a los alumnos un montaje sencillo que consiste en una pecera de cristal transparente en la que se ha colocado una tabla de madera formando un ángulo de unos 30º con la base, los bordes de la tabla se han sellado con objeto de evitar pérdidas de agua, apoyado en la tabla se ha formado un pequeño "cono de deyección" constituido por material suelto, se ha utilizado un conglomerado de matriz detrítica fina en la que se han eliminado los tamaños superiores a 5 mm. (FIGURA 1).

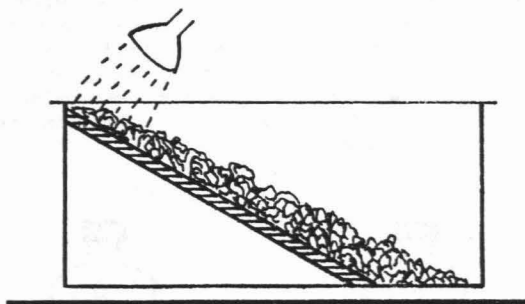


FIGURA 1.- Prueba GEO-1.

En la segunda parte el aplicador vierte agua en la zona superior con una regadera, en la que previamente se han sellado parte de los poros para dar un mayor realismo a la "lluvia", esta operación se realiza durante el tiempo suficiente para lograr que los alumnos puedan considerar las modificaciones que se producen en el sistema.

En la tercera parte, el aplicador solicita que respondan a los siguientes items:

1ª. ¿Qué ha pasado en el recipiente?
¿Por qué?

2ª. ¿Qué pasaría si bajáramos más la

tabla? ¿Por qué?

3ª. ¿Qué pasaría si el agua la echásemos con una manguera? ¿Por qué?

4ª. Este fenómeno ¿lo has visto alguna vez en otro sitio? ¿Dónde?

Las preguntas de los distintos ítems nos permiten indagar sobre el grado de diferenciación conceptual respecto a la erosión, transporte y sedimentación, así como la capacidad de observación necesaria para discriminar los tres procesos. También nos permite valorar el análisis científico y la capacidad de plantear hipótesis (ítems 2 y 3) así como la capacidad de transferencia conceptual a hechos cotidianos relacionados con la situación experimental (ítem 4).

III. 2.- Prueba GEO-2

En esta prueba hemos tratado de explorar sobre el concepto de sedimentación o depósito, planteado en este caso sobre la incidencia de la velocidad de caída según el tamaño del grano, en una muestra homogénea, lo que nos puede llevar también a un aspecto más particular y es la posibilidad de diferenciar distintos tipos de sedimentos.

La prueba consiste en dos botellas de vidrio transparente: en la botella A, se observan tres capas perfectamente definidas -una de arena roja al fondo, otra de arena fina de tonos amarillentos y encima una capa de limo del mismo color-, en la botella B hay arena de playa de dos colores distintos que forman dos capas perfectamente definidas (FIGURA 2).

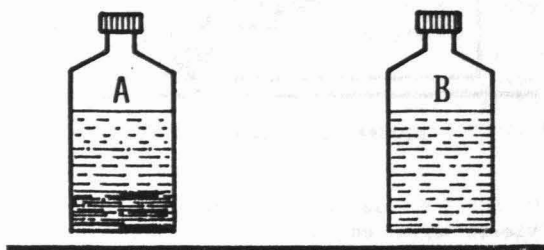


FIGURA 2.- Prueba GEO-2.

En una primera parte, el aplicador muestra a los alumnos las dos botellas y les plantea unos ítems referidos a la observación. En una segunda parte, el aplicador agita las dos botellas y las deja reposar, con lo cual mientras que el primer frasco vuelve a recuperar su anterior distribución en capas, en el segundo frasco se mezclan los dos tipos de arena. Una vez realizada la operación se le plantean al alumno unos ítems referidos a ésta.

Los ítems planteados antes y después de la operación manipulativa son:

1ª. Antes de agitarlo ¿qué hay en el frasco A?

2ª. ¿Y en el frasco B?

3ª. Después de agitarlo ¿qué ha pasado en el frasco A?

4ª. Después de agitarlo ¿qué ha pasado en el frasco B?

5ª. ¿Por qué crees que ha ocurrido esto en A y B?

El análisis de los dos primeros ítems nos va a mostrar la asunción por el alumno de la existencia de distintos tipos de "sedimentos", pero además nos indican la capacidad de observación y el grado de subjetividad visual del alumno a la hora de describir una observación. También nos permite valorar el uso del concepto depósito, y aspectos derivados de este proceso como es la referencia al tamaño de grano, así como también la capacidad del alumno para resolver un problema elaborando hipótesis (ítems 3 y 4). En el ítem 5, se indaga la coherencia del razonamiento lógico-deductivo empleado por el alumno.

III. 3.- Prueba GEO-3

Los conceptos que subyacen en esta prueba son erosión física y meteorización química, incidiendo en las distintas propiedades del agua como agente capaz de una disgregación física y de un ataque químico (en este caso se trata de disolución), explorándose la problemática de su diferenciación conceptual.

Esta prueba consta de dos partes: en la primera, el aplicador muestra a los alumnos un sencillo montaje de laboratorio (FIGURA 3) que consiste en tres embudos

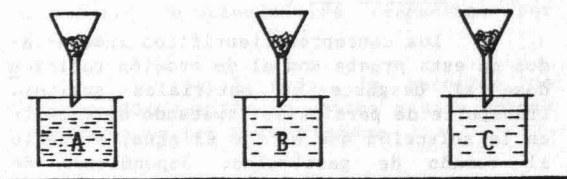


FIGURA 3.- Prueba GEO-3.

de cristal sostenidos sobre tres vasos de precipitado, cada uno de los embudos contiene un fragmento diferente de roca o mineral, el embudo A contiene un trozo de conglomerado rojo de matriz detrítica fina que se ha tamizado previamente con

un tamiz de 2 mm. de luz, esta operación se realizó con objeto de que todas las partículas pudieran pasar a través del embudo, este material se humedeció posteriormente se dejó secar para que adquiriera un aspecto compacto al igual que el resto de las muestras utilizadas. En el embudo B, había un ejemplar de roca volcánica de color muy oscuro (fortunita). Y en el embudo C, se trataba de un agregado de cristales de halita.

Una vez mostrado el montaje a los alumnos, el aplicador vierte la misma cantidad de agua en cada uno de los embudos procurando hacerlo a la misma velocidad y durante el tiempo suficiente para que los alumnos puedan considerar las modificaciones que se han producido.

En la segunda parte, se plantean a los alumnos los siguientes items:

- 1ª. ¿Qué ha pasado en A?
- 2ª. ¿Qué ha pasado en B?
- 3ª. ¿Por qué el recipiente A tiene un color distinto del B?
- 4ª. ¿Qué diferencias hay entre lo que ha pasado en B y en C? ¿A qué crees que es debido?
- 5ª. ¿Dónde hay más líquido en B o en C? ¿Por qué?

El análisis de las respuestas nos permite en primer lugar indagar sobre la correcta utilización de los conceptos erosión y meteorización en la interpretación de estos procesos, así como la capacidad de análisis del alumno en su descripción. En primer lugar, se plantea un reconocimiento del problema (items 1, 2 y 3), y el planteamiento de hipótesis para su interpretación (item 4). En el item 5 se implican otros conceptos científicos relacionados directamente con la disolución y también nos permite valorar la coherencia en el razonamiento del alumno.

IV.- ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Debido a la gran diversificación de respuestas obtenidas, se ha realizado un análisis cualitativo de los aspectos más significativos con objeto de perder la menor cantidad de información posible, pero hemos de señalar que en ningún momento ha estado en nuestro ánimo el generalizar sobre estos resultados, ya que representan una información limitada debido al número de casos estudiados. A continuación presentamos una discusión de los resultados para cada item de las pruebas.

IV.1.- Resultados GEO-1

IV.1.1.- 1º ITEM

1	2	3	4	5
11	34	39	2	14

- 1.- Respuestas correctas o parcialmente correctas respecto erosión-transporte- sedimentación (E-T-S).
- 2.- Respuestas correctas o parcialmente correctas sobre dos de los conceptos (E-T-S).
- 3.- Respuestas correctas o parcialmente correctas sobre uno de los conceptos (E-T-S).
- 4.- No contesta.
- 5.- Respuestas erróneas.

Discusión

Existe un grupo reducido de alumnos que contestan correctamente refiriéndose a los tres procesos implicados, algunos de éstos interpretan que la tierra es arrastrada debido a la acción del agua o por la existencia de una pendiente acusada, reflejando ocasionalmente el hecho de que el agua es capaz de arrastrar hasta el fondo el material de grano más fino.

La mayoría de los alumnos sólo se refieren a uno o dos de los procesos, generalmente la erosión y transporte.

Nos parece interesante destacar la curiosa nomenclatura utilizada por los alumnos al referirse al material detrítico utilizado en la prueba, se refieren a él en términos tan poco científicos como: "tierra", "barro", "mezcla", "piedras", "arena", etc. esta cuestión es común a todas las pruebas.

Un error frecuente es el referido a la relación que hace el alumno del desgaste sufrido por estos materiales, con el concepto de disolución. Transcribimos textualmente un caso:

"...porque se han disueltos. Sube el volumen del agua."

IV.1.2.- 2º y 3º ITEM

	1	2	3	4
2º	51	30	18	1
3º	68	20	1	11

- 1.- Explica correctamente el proceso.
- 2.- Explica el proceso de forma ambigua.
- 3.- Razonamiento incorrecto o no justificado.

4.- No se entiende.

Discusión

Una gran parte de los alumnos responden de una manera correcta, refiriéndose también a que se produciría una variación en la cantidad de material arrastrado por el agua, sólo algunos relacionan el proceso con la variación en cuanto al tamaño de grano. Un grupo más reducido explica el proceso haciendo referencia a la "fuerza" del agua, disminución de pendiente o explican la probable variación de la morfología superficial, con la formación de surcos. Ocasionalmente se han encontrado respuestas en las que el alumno ha utilizado el término "gravidad" para explicar el proceso. Se han computado varios casos en los que el alumno opina que ocurriría lo mismo. Y por último constatar la presencia de algunas respuestas "incompresibles": "...se quedaría la tierra más espesa arriba y la menos espesa abajo, porque la manguera hace que el agua se quede arriba".

IV.1.3.- 4º ITEM

1	2	3	4	5
70	12	10	2	6

- 1.- Lo conoce y especifica.
- 2.- Lo conoce pero no especifica.
- 3.- Respuesta errónea.
- 4.- No lo conoce.
- 5.- No se entiende.

Discusión

La mayoría relaciona estos procesos con fenómenos que ocurren en la vida real, y se refieren fundamentalmente a las laderas de los montes, acción de la lluvia, barrancos, etc., Sólomente dos no han reconocido el fenómeno.

IV.2.- Resultados GEO-2

IV.2.1.- 1º y 2º ITEM

	1	2	3	4	5
1º	22	31	17	10	20
2º	29	11	1	46	13

- 1.- Respuesta correcta con identificación de materiales.
- 2.- Respuesta parcialmente correcta.
- 3.- Identifica distintas capas.

4.- Respuestas erróneas.

5.- No se entiende o no contesta.

Discusión

Una gran parte de los resultados obtenidos son correctos o parcialmente correctos, consideran la presencia de distintas capas de diferentes materiales y de ellos un pequeño grupo hace referencia a que el tamaño de grano es mayor en la base del recipiente. En algunos casos (3) la diferencia que observa el alumno es el color, pero no diferencia materiales. También señalar el elevado número de respuestas erróneas, sobre todo en el ítem 2 en las que hablan de un número variable de capas con interpretaciones "disparatadas" respecto al tipo de material: limaduras de hierro, tierra del suelo, etc. Por último decir que en diez casos el alumno no ha establecido ninguna diferencia entre los dos frascos.

IV.2.2.- 3º y 4º ITEM

	1	2	3	4
3º	41	39	15	5
4º	67	5	20	8

- 1.- Respuesta correcta.
- 2.- Respuesta parcialmente correcta.
- 3.- Respuesta errónea.
- 4.- No se entiende o no contesta.

Discusión

Aproximadamente en la mitad de las respuestas se hace una interpretación correcta del fenómeno, los alumnos relacionan la situación actual con la anterior, en el frasco A y un grupo reducido hace referencia la distinto tamaño del grano de las partículas. Un porcentaje menor no la relacionan y vuelven a hacer una descripción de las distintas capas, o se refieren a un cambio de color en el frasco B. En cuanto a las respuestas erróneas son bastante diversas, van desde los que no diferencian capas en el frasco A y si lo hacen en el frasco B. Existe también un grupo de respuestas "incompresibles": "... A se ha convertido en barro", "...La arena se ha ensuciado".

IV.2.3.- 5º ITEM

	1	2	3	4	5
5º	0	37	6	24	33

- 1.- Respuesta correcta.

2.- Respuesta parcialmente correcta.

3.- Respuestas erróneas.

4.- No se entiende.

5.- No contesta.

Discusión

Ningún alumno ha hecho un análisis correcto del proceso interpretándolo en base a la distinta distribución del tamaño de grano en los dos frascos. La mayoría hace un razonamiento parcial en base a que son sustancias distintas, con diferente tamaño de grano entre sí. En las respuestas erróneas realizan comentarios sobre aspectos irrelevantes como cantidad de material o volumen de agua. También destacar el elevado porcentaje de alumnos que no contestan al problema y el de razonamientos "incomprensibles": "... porque al removerlo y dejarlo reposar se han ido disolviendo y el agua ha tomado otro color".

IV.3.- Resultados GEO-3

IV.3.1.- 1º y 2º ITEM

	1	2	3	4	5
1º	31	13	31	22	0
2º	55	14	22	8	1

1.- Responde correctamente sobre el embudo.

2.- Responde correctamente sobre el vaso.

3.- Responde correctamente sobre el embudo y el vaso.

4.- Respuestas erróneas.

5.- No contesta.

Discusión

La mayor parte de los alumnos hacen una interpretación bastante correcta sobre el problema que se les plantea, las diferencias estriban en la distinta localización que hacen los alumnos del fenómeno en cuestión. En el embudo el alumno se refiere a que el material se ha disgregado o hablan de erosión en general en el caso A, y en B lo contrario, esto lo interpretan en base a las "propiedades" de los distintos materiales. Nos parece interesante destacar una problemática que ya hemos mencionado anteriormente y es la utilización del concepto disolución para explicar la disgregación que ha sufrido la roca, este error se ha detectado en más de una tercera parte de los alumnos y en algunos razonamientos en principio correctos se utiliza este concepto como justificación al proceso.

IV.3.2.- 3º ITEM

	1	2	3	4
3º	46	25	6	23

1.- Razona correctamente centrándose en el embudo.

2.- Razona correctamente centrándose en el vaso.

3.- Razona correctamente centrándose en los dos.

4.- Respuestas erróneas.

Discusión

La mayoría de los alumnos razonan adecuadamente sobre el proceso incidiendo en el proceso erosivo y/o en el depósito que se produce en el vaso. La mayor parte de las respuestas erróneas se refieren a aspectos cualitativos como el cambio de color, o razonamientos de tipo "incomprensible".

IV.3.3.- 4º y 5º ITEM

	1	2	3	4
4º	7	74	15	4
5º	5	68	26	1

1.- Respuesta con razonamiento correcto.

2.- Respuesta correcta con razonamiento ambiguo.

3.- Respuestas erróneas.

4.- No contesta.

Discusión

Hay un reducido porcentaje de respuestas adecuadas que interpretan el fenómeno de la disolución, ocasionalmente se hace referencia al término erosión lo cual puede ser debido al desconocimiento del término meteorización. La mayoría hacen un razonamiento ambiguo y no centrado en el proceso. En las respuestas erróneas existe una gran diversidad, desde los que no observan diferencias en los dos casos hasta los que las explican en base a "propiedades" de la muestra C.

Respecto al 5º item hemos de señalar que se han valorado como correctas las respuestas que hacían referencia al volumen del líquido, ya que la pregunta no estaba lo suficientemente especificada. En la mayoría de los casos (60%) los alumnos no justifican su respuesta, lo que en principio nos hace reconsiderar el planteamiento del item.

V.- CONCLUSIONES

- En primer lugar reseñar que los resultados obtenidos en estas pruebas son de un nivel más bajo que el que sería lógicamente previsible por el curriculum oficial.
- También se observa en los alumnos un cierto retraso en el desarrollo cognitivo que requeriría una serie de estudios posteriores sobre el tema.
- Los resultados aportados en este trabajo demandan un cambio metodológico profundo en la enseñanza y en el aprendizaje de esta materia.
- Y por último decir que pensamos que es muy conveniente ampliar el estudio con otras pruebas y en otras unidades de aprendizaje de la Geología con el fin de establecer unas bases sólidas para cualquier propuesta posterior.

BIBLIOGRAFIA

- * CARRASCOSA, J. (1985). "Errores conceptuales en la enseñanza de la Física y Química: una revisión bibliográfica". *Ens. Cien.* 3; pp. 230-234.
- * CLOUGH, E. y DRIVER, R. (1985). "A study of consistency in the use of students conceptual frameworks across different task contexts". *Sci. Edu.*, 70; pp. 473-496.
- * DRIVER, R. (1981). "Pupils alternative frameworks in Science". *Eur. J. Sci. Educ.*, 3; pp. 93-101.
- * FURIO, C. (1986). "Metodología utilizada en la detección de dificultades y esquemas conceptuales de la enseñanza de la Química". *Ens. Cien.*, 4; pp. 73-77.
- * JIMENEZ, M.P. (1987). "Preconceptos y esquemas conceptuales en Biología". *Ens. Cien.*, 5; pp. 165-167.
- * M.E.C., (1971). "Orden Ministerial de 6 de Agosto. O.P. de la 2ª etapa de E.G.B.
- * M.E.C. (1982). "Real Decreto 3087/1982. P.R. del Ciclo Superior completado con O.M. del 4 de Diciembre de 1.982".
- * M.E.C. (1984). "Anteproyecto para la Reforma de la 2ª etapa de la E.G.B. Doc. 2". (Madrid).
- * OSBORNE, J. y WITTRICK, M. (1983). "Learning Science: a generative process". *Sci. Educ.*, 67; pp. 490-508.
- * SHEYER, M. y ADEY, P. (1984). "La Ciencia de enseñar ciencias". Ed. Narcea. - Madrid.
- * SOLIS, R. (1984). "Ideas intuitivas en el aprendizaje de la ciencia". *Ens. Cien.*, 4; pp. 83-90.