



Representaciones de los alumnos sobre los cambios geológicos

Emilio Pedrinaci Rodríguez
I.B. «Ramón Carande» Sevilla

RESUMEN

Este trabajo intenta mostrar las representaciones que tienen los alumnos de primero y segundo de BUP (14-16 años) sobre el origen de las rocas y los cambios que pueden sufrir, así como el origen de las montañas y los cambios de relieve. Haciendo un estudio comparado de su evolución o persistencia. Señalando además las posibles semejanzas con concepciones que estuvieron vigentes a lo largo de la historia del pensamiento. (*)

Introducción

Charles Lyell comenzaba sus *Principles of Geology* (1832) con la siguiente frase: «La Geología es la ciencia que investiga los CAMBIOS sucesivos que han tenido lugar en los reinos orgánico e inorgánico de la naturaleza. Investiga las causas de estos CAMBIOS y la influencia que han ejercido, MODIFICANDO la superficie y la estructura externa de nuestro planeta».

Esta definición clásica pone suficientemente de relieve la importancia del concepto de cambio en Geología. Se podría decir que no es posible tener unos conocimientos, aunque sólo sean rudimentarios, de esta ciencia sin tener una visión dinámica de los procesos que ocurren en la corteza terrestre.

Pero ¿qué representaciones tienen los alumnos sobre los cambios que ocurren en la litosfera?, ¿en qué medida una enseñanza tradicional puede hacer cambiar estas representaciones?. Este trabajo pretende hacer algunas aportaciones al conocimiento de las ideas previas de los alumnos de 14-16 años sobre este tema, como una condición necesaria

para facilitar la toma de decisiones, por un lado, en la selección de conceptos que deben formar parte de la propuesta curricular para estos años y, por otro, en la metodología que debería utilizarse para facilitar la construcción de estos conceptos por los alumnos.

Breve fundamentación

Numerosos estudios realizados en los últimos años convergen en una visión constructivista del aprendizaje, es el caso de Driver (1985), de Gil (1986) o del modelo de aprendizaje generativo de Osborne y Wittrock (1985). Driver resume de esta manera las principales características de la visión constructivista:

1. Lo que hay en el cerebro del que va a aprender tiene importancia. Los resultados del aprendizaje no sólo dependen de la situación de aprendizaje y de las experiencias que proporcionamos a nuestros estudiantes, sino también de los conocimientos previos de los mismos, de sus concepciones y motivaciones.

2. Encontrar sentido supone establecer relaciones. Los conocimientos que pueden conservarse largo tiempo en la memoria no son

(*) El resumen en inglés y francés se encuentra al final del artículo.

hechos aislados, sino aquéllos muy estructurados e interrelacionados de múltiples formas.

3. Quien aprende construye activamente significados. Todo conocimiento es construido por el alumno cuando interacciona con el entorno y trata de darle sentido.

4. Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.

Especialmente abundantes han sido los estudios sobre los «errores conceptuales», «ideas previas» o «representaciones de los alumnos» en el campo de las ciencias (desgraciadamente la geología es una excepción). Estas investigaciones han puesto en evidencia la escasa efectividad de una enseñanza de las ciencias incapaz de lograr la comprensión de conceptos fundamentales y reiteradamente enseñados» (Gil, 1987). Por su parte, Osborne y Wittrock (1985) señalan que los niños tienen opiniones, puntos de vista, acerca de una variedad de temas científicos, desde una edad temprana, y antes de su aprendizaje formal de la ciencia. Esos puntos de vista son a menudo diferentes de los que tienen los científicos. Frecuentemente son mal conocidos por sus profesores, y para los niños son incluso prácticos y útiles puntos de vista que, por otra parte pueden permanecer sin ser influidos por la enseñanza de las ciencias.

Como señala Cañal (1986), una vez detectadas las ideas previas de los alumnos caben dos estrategias: una lucha frontal contra los errores conceptuales para tratar de erradicarlos, o bien partir de ellos, apoyarse en ellos ayudando al alumno a ir avanzando mediante la formulación de constructos intermedios.

Por último, citaremos textualmente una sugerencia de Driver (1986) «conviene también que consideremos seriamente la necesidad de un currículum que no suponga que los alumnos comprenden una teoría en su forma más elaborada desde la primera vez que se les enseña».

Diseño de la experiencia

El trabajo se ha realizado con alumnos de primero y segundo de BUP (14-16 años), utilizando de forma complementaria dos instrumentos de recogida de información: el cuestionario y la entrevista. El primero, por su facilidad y rapidez para llegar a una población más amplia, lo que nos permite conocer la frecuencia con que aparecen determinadas re-

presentaciones. La entrevista por la mayor riqueza que ofrece en las respuestas y la posibilidad de acercarse más al pensamiento y al modo de razonar del alumno. Las entrevistas fueron grabadas y en ellas utilizamos como soportes diapositivas, fotos, dibujos y ejemplares naturales de rocas, minerales y fósiles.

Se pasó un primer cuestionario a 37 alumnos de primero antes de que empezasen a ver la Geología y a 34 de segundo que, por lo tanto, hacía ya algunos meses que habían dejado de estudiarla y se realizaron 6 entrevistas, en las que se insistió más en el ¿cómo? que en el ¿por qué? de los cambios geológicos.

A partir del análisis de estos primeros resultados, se hizo un segundo cuestionario suprimiendo algunas preguntas «poco provechosas» corrigiendo otras y profundizando en determinados aspectos que habían resultado más interesantes. Se pasó a 335 alumnos de 3 provincias (Sevilla, Málaga y Jaén) pertenecientes en unos casos a medios urbanos y en otros a medios rurales y a sectores socioeconómicos igualmente diferentes. Por último se entrevistaron a 12 de esos alumnos.

Análisis de los resultados

Los resultados no se analizarán cuestión por cuestión, sino que las respuestas u opiniones se centrarán en torno a dos grandes temas: el origen de las rocas-sus cambios y el origen de las montañas-modelado del relieve. Se ha hecho un esfuerzo por ofrecer datos cuantitativos a pesar de las evidentes dificultades que se presentan en un tema como el de este trabajo en el que la dispersión, por un lado, las contradicciones internas de las respuestas, por otro, y sobre todo, las siempre difíciles de detectar respuestas anecdóticas (fabulación, «respuestas sugeridas», «respuestas para agradar») constituyen un obstáculo para desentrañar las ideas previas de los alumnos. Nos ha parecido que no bastaba con decir «algunos alumnos...» o «con cierta frecuencia...», por ello hemos asumido el riesgo de ofrecer algunas cifras indicativas, que no pretenden tener una validez universal, pero que pueden servir de referencia. Especial interés puede tener este enfoque para determinar la influencia de la enseñanza de la Geología de primero de BUP en las representaciones de los alumnos, al comparar los datos del primer año con los del segundo.

¿Cambian las rocas? ¿Cuál es su origen?

El 28% de los alumnos de primero de BUP y el 22% de los de segundo afirman con claridad y sin expresar discrepancias importantes en sus respuestas ante diferentes cuestiones o en la resolución de pequeños problemas, que las rocas NO CAMBIAN. Con ser altas, estas cifras parecen abrir una puerta a la esperanza si tenemos en cuenta la reducción de 6 puntos que se produce de un año a otro.

Existe un amplio grupo de alumnos que presentan contradicciones evidentes, de tal manera que en ocasiones parecen funcionar con un modelo interpretativo absolutamente estático, pero en otras aceptan ciertos tipos de cambios. Aquí se incluye el 29% de los estudiantes de primero y, lo que resulta más sorprendente, el 36% de los de segundo. En general, la interpretación estática suele coincidir con las respuestas a los problemas más novedosos, mientras que la interpretación dinámica se da en aquellas cuestiones que presentan un mayor parecido con situaciones académicas. Resulta en consecuencia razonable deducir que la mayoría de estos alumnos sigue teniendo profundamente arraigado un modelo interpretativo estático, que es el que utilizan cuando no identifican el problema como puramente académico y, en consecuencia, no pueden dar una respuesta «de libro». Los nuevos conocimientos parecen así no alterar la estructura cognoscitiva del alumno, no se integran en ella, por lo que cabe esperar que pronto sean olvidados.

Si sumamos las cifras de estos dos grupos, nos da un 57% para primero y un 58% para segundo. Como vemos se trata de porcentajes sensiblemente iguales, que no nos permiten ser especialmente optimistas.

En la sociedad parece estar muy extendida la visión de las rocas como algo casi inmutable, ello ha llevado a que la lengua esté llena de refranes, dichos, etc., que aluden a su estabilidad o falta de dinamismo, Blesa, F. (1987). Por ej.: Moliner señala entre otras acepciones de roca las siguientes: «se emplea para referirse a cosas de las que se quiere expresar que son insensibles o inertes: un corazón de piedra...», o «cosa muy dura muy firme o estable». Petrificar «dejar a alguien paralizado de asombro, de terror, etc.». Estas expresiones vienen a apoyar unas creencias de los alumnos que resultarán así reforzadas.

El tipo de cambio más citado de los que sufren las rocas es la erosión o «desgaste» y en menor medida el transporte. Es importante subrayar que la meteorización química es tenida en cuenta y sólo excepcionalmente, con alusiones muy marginales, por el 3% de los alumnos, tanto de primero como de segundo.

Por lo que respecta al origen de las rocas, un 35% (existen sólo diferencias de décimas entre ambos cursos) lo relacionan con la formación de la Tierra, dándole a las rocas la misma antigüedad que al planeta. Veamos lo que nos dice un alumno de primero:

1.54 (alumno de primero, entrevista y/o cuestionario 54)

prf. ¿desde cuándo existe esta piedra?

al. pero ¿en dónde, aquí en el laboratorio?

prf. no, en la naturaleza, en la Tierra.

al. no lo sé... supongo que desde siempre.

prf. ¿me puedes aclarar qué entiendes por siempre?

al. pues... que se formaría cuando la Tierra.

prf. ¿y ésta otra?

al. igual, sino ¿cómo se iba a formar?

Un tipo de respuestas muy frecuente en este grupo de alumnos es que «las rocas no nacen», con lo que pretenden sentenciar una «evidencia»: las rocas se podrán destruir pero desde luego no se pueden formar. Por ej. (2.118) «las rocas son cuerpos sin vida y por lo tanto no pueden nacer...».

Entre un 8% y un 10% consideran que todas las rocas tienen la misma antigüedad, aunque algo menor que la de la Tierra, ya que ésta al principio se encontraba fundida. Por ejemplo, un alumno de segundo nos dice:

2.16

«las rocas de la antigüedad son iguales que las de ahora, pero la Tierra tiene algunos siglos más que las rocas».

prf. ¿por qué algunos siglos más?

al. ya se sabe que la Tierra, al principio, estaba fundida.

Como vemos la interpretación que da este grupo no difiere en lo fundamental del ante-

rior. Para el 55% restante las rocas no tienen necesariamente que tener la misma edad que el planeta, pudiendo haberse formado por di-

ferentes procesos, que de acuerdo con las descripciones que hacen los podemos agrupar de la siguiente manera:

TIPO DE PROCESO DESCRITO	AL. PRIMERO	AL. SEGUNDO
Sólo sedimentario:	38%	35%
Sólo volcánico:	24%	26%
Sediment. y volcánico:	18%	19%
Sediment., volcan, y metamórfico:	3%	4%
Terremotos:	5%	5%
De difícil clasificación:	12%	11%

Es importante destacar 3 aspectos, referidos a este grupo de estudiantes que consideran posible que algunas rocas se hayan podido originar con posterioridad a la formación de la Tierra:

1. El 95% limita los procesos de formación de las rocas a la superficie terrestre. Incluso en aquellos casos en que los materiales originarios los localizan en el interior. Así, una idea muy extendida es que el magma sólo puede originar rocas si sale al exterior y se solidifica allí.

2. Sólo un 3% hace alguna referencia a procesos químicos. Como vemos, vuelve a salir un porcentaje extremadamente reducido de alumnos que toman en consideración los procesos químicos. No se trata en este caso de un «error explícito» pero sí de un «error por omisión». Para Carrascosa, J. y Gil, D. (1986) las concepciones sobre los cambios químicos que tiene el niño están mucho menos enraizadas que las que tiene sobre el comportamiento mecánico de la materia, no suponiendo verdaderas barreras epistemológicas en su aprendizaje. Carbonell, F. y Furió, C. (1987) suscri-

ben la tesis anterior y concluyen que las opiniones sobre las reacciones químicas dependerán, fundamentalmente, de la incidencia que hayan tenido los currícula, escolares en este tipo de procesos. En cualquier caso, y sin pretender entrar a fondo en esta cuestión, parece evidente la desproporción que existe entre la presencia en los currícula de Geología de procesos químicos y el porcentaje de alumnos que los tienen en cuenta, aunque sólo sea en alguna ocasión.

3. El carácter «mágico» que tienen los terremotos, a cuyo poder recurren, como veremos también más adelante, para explicar buena parte de los fenómenos que les resultan incomprensibles.

¿Cómo se forman las montañas? ¿Cómo cambia el relieve?

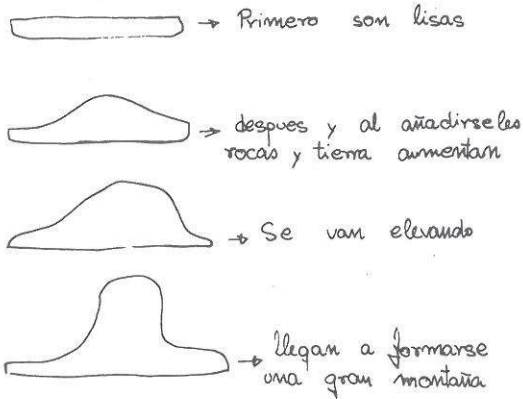
En primer lugar, habría que señalar que la posibilidad de que se formen montañas, es una variable que sólo es considerada por algo menos del 3% de los alumnos de uno y otro curso, en la resolución de diferentes cuestiones rela-

cionadas con los cambios en el relieve en las que no se les explícita está posibilidad. Sin embargo, una vez planteada, la posibilidad de que se formen es asumida por la práctica totalidad de los estudiantes. Lo que hemos visto que no ocurre cuando se hace referencia a la formación de las rocas. Veamos algunas respuestas:

1-165

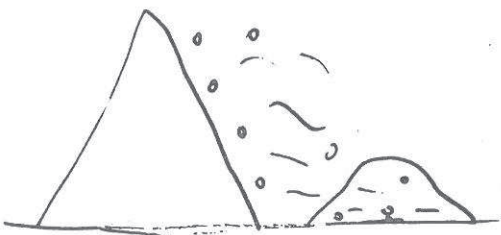
Fig. 1

Las montañas sí cambian



2-155

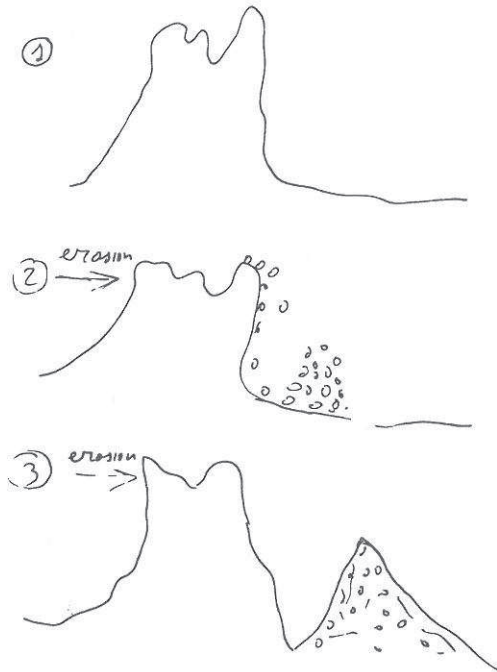
«Una montaña se puede formar al lado de otras montañas, ya que conforme una se va desgastando lo desprendido da lugar a otra». Fig. 2.



2-95. «Es posible que se forme una montaña debido a los agentes geológicos y atmosféricos, porque actúan sobre la tierra, desgastando unas montañas y

estos materiales van a parar a otros lugares formando otras montañas.

2-98. «En un sitio donde fácilmente se puede formar una montaña es en la falda del Everest». Fig. 3.



Se podría pensar que este tipo de procesos es utilizado para explicar la formación de pequeñas lomas, dunas o algo similar, sin embargo no es así, bastaría fijarse en las proporciones que aparecen en la Fig. 3 entre el Everest y la nueva montaña. Más claro aún está en el siguiente caso, en el que el alumno llega a explicar de esta manera la formación de una cordillera como los Alpes.

1-49. «...todo esto ocurre a causa del aire, viento, lluvia, etc. que arrastran las arenas, formándose una montaña o cordillera». Fig. 4.



Como puede verse, en todos los ejemplos citados, los procesos tectónicos están absolutamente ausentes, siendo el depósito el mecanismo por el que se forman las montañas.

Naturalmente no todos dan explicaciones de este tipo. Veamos los grupos de respuestas más significativos:

TIPO DE PROCESO	AL. PRIMERO	AL. SEGUNDO
Sedimentación	41%	35%
Erupción volcánica	12%	13%
Terremotos	11%	10%
Tectónico	16%	25%

Es necesario aclarar que en el grupo tectónico se han incluido todos aquellos alumnos que hacen alguna referencia a pliegue, fallas o tectónica de placas, aunque no les otorgan un papel decisivo.

Llama poderosamente la atención el elevado número de alumnos que imaginan la formación de las montañas como la acumulación en determinadas zonas (casi siempre continentales) de materiales. Sobre todo si tenemos en cuenta que han estudiado en años anteriores la tectónica de placas. Resulta igualmente destacable de esas cifras las apreciables diferencias que existen entre los alumnos de uno y otro curso. Sin embargo, estas diferencias son más aparentes que reales. En efecto, si analizamos con detenimiento las respuestas del grupo de alumnos que han hecho alguna referencia a procesos tectónicos, vemos que un 2% (en cifras absolutas) de los alumnos de primero y un 3% de los de segundo tras hacer referencias a desplazamientos de placas continentales terminan recurriendo a movimientos sísmicos que producen hundimientos y que son la causa última de las desigualdades del terreno. Como por ejemplo este alumno de segundo:

2-63.

«Las montañas se forman debido al movimiento de las placas, pero sobre todo por los terremotos, que hunden dos partes de la tierra y la de enmedio se queda en alto».

Por otra parte, un 4% (en cifras absolutas) de los alumnos de primero y un 9% de los de segundo que han citado algún mecanismo tectónico, tras una serie de piruetas dialécticas

utilizan un proceso sedimentario como responsable de la formación de las montañas. Veamos un caso ilustrativo:

2-81.

prf. ¿cómo crees que se ha formado esa montaña?

al. no tengo ni idea.

prf. imagínate alguna forma en que haya podido ocurrir, aunque no coincida con lo que haya sucedido realmente en este caso.

al. bueno, se habrá formado por la tectónica de placas.

prf. me lo podrías explicar con más detalle.

al. puede ser que se hayan movido dos placas y se hayan acercado, entonces entre ellas se ha formado la montaña.

prf. ¿pero cómo se ha formado esa montaña?

al. bueno, pues el viento, los ríos... habrán cogido arenas y rocas de las placas y se habrán amontonado en medio formándose la montaña.

Sin duda este alumno de segundo ha estudiado en varias ocasiones la teoría de la tectónica de placas, y puede que hasta haya llegado a «aprendérsela» pero es evidente que no ha sustituido sus ideas previas. El alto nivel de abstracción que implica un modelo interpretativo como el que propone esta teoría, junto con la ausencia de relaciones entre los procesos descritos y la experiencia anterior del alumno, dificulta que se produzcan interacciones entre ambos modelos y consiguientemente las ideas previas del alumno permanecen inalteradas.

En consecuencia, si atendemos, como parece razonable, a la causa última esgrimida para

la formación de las montañas, las cifras serían las siguientes:

TIPO DE PROCESO	AL. PRIMERO	AL. SEGUNDO
Sedimentación	45%	44%
Erupción volcánica	13%	14%
Terremotos	13%	13%
Tectónico	9%	12%
Sin respuesta/resp no significativa	20%	17%

Lo más destacable de todas estas cifras, quizás sea el que más del 85% de los alumnos que explicitan sus ideas sobre el origen de las montañas lo hacen utilizando tesis atectónicas, generalmente sedimentarias. Aunque no debería extrañarnos demasiado este hecho, sobre todo si tenemos en cuenta que hasta los trabajos de Humboldt, von Buch y Elie de Beaumont en torno a los años 1830, las explicaciones que los científicos habían dado sobre el origen de las montañas eran atectónicas:

A veces sísmicas o volcánicas, como hacían los aristotelianos de la edad media que recurrían a «violentos temblores de tierra» para levantar el suelo. O quizás mejor como Robert Hooke (XVII): «los temblores de tierra y las erupciones subterráneas, son las causas de las elevaciones e irregularidades de la superficie terrestre, y explican por qué se encuentran conchas marinas repartidas por la superficie terrestre».

A veces sedimentarias, como defendían en el siglo XVIII los neptunistas: «las montañas se forman por un depósito desigual de sedimentos en el fondo de las aguas, no han sido levantadas sino que el mar se ha retirado posteriormente».

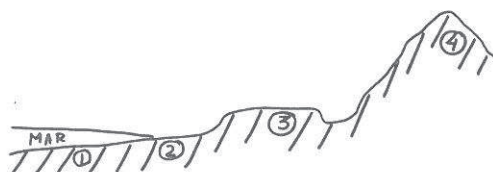
Pero siempre modelos atectónicos.

A pesar de todo lo dicho, es conveniente recordar que son menos del 3% los alumnos que incluyen la posibilidad de que se formen nuevas montañas, dentro de las cuestiones relacionadas con los cambios en el relieve. Por el contrario un 93% de los estudiantes de primero y un 95% de los de segundo describen algún proceso erosivo, si bien suele tratarse de modificaciones de escasa envergadura. Ello forma parte de la visión unidireccional que de los procesos geológicos tienen los alumnos. También aquí encontramos una cierta analo-

gía con las interpretaciones vigentes hasta mediados del siglo XVIII, y sobre todo hasta que a finales de este siglo, con los trabajos de Hutton, se impone la noción de ciclo, en el que los procesos constructivos y los destructivos encuentran un cierto equilibrio.

Uno de los aspectos en que menos resistencias inmovilistas se producen en los alumnos es en la distribución de tierras y mares. En efecto un 68% de los alumnos de segundo y un 61% de los de primero utilizan como una variable en la resolución de pequeños problemas la posibilidad de que zonas actualmente continentales han podido no serlo en el pasado. Así por ejemplo ante una cuestión como la siguiente:

«Señala de las 4 zonas siguientes donde es posible encontrar un fósil de erizo de mar, explicando por qué». Fig. 5.



El 39% de los estudiantes de primer año y el 32% de los del segundo opinan que sólo en el 1 y/o el 2. De ellos niegan la posibilidad de que haya podido sufrir cambios significativos el nivel del mar, el 22% y el 19% respectivamente. Naturalmente todos ellos opinan que los continentes han permanecido estables.

La zona 4 aparece señalada por el 42% y el 47% respectivamente. Veamos algunas respuestas:

1-114

«En la primera zona seguramente no, porque los erizos están en la orilla y si hubiera algún camino de fosilizarse, todavía no sería fósil. En la segunda ya podría empezarse pero todavía no. Ya en la tercera y sobre todo en la cuarta es más seguro empezar a encontrar fósiles, debido a que antiguamente es probable que allí hubiese mar».

1-18

«En la zona 1 porque es el mar. En la 2, 3, 4 porque antes todo era agua, entonces se puede encontrar fósiles de animales marinos hasta en las montañas».

2-60

«...también en el cuatro porque hace miles de años el nivel se encontraba más elevado».

2-68

«...porque en otros tiempos la mayoría del planeta estaba cubierta por las aguas».

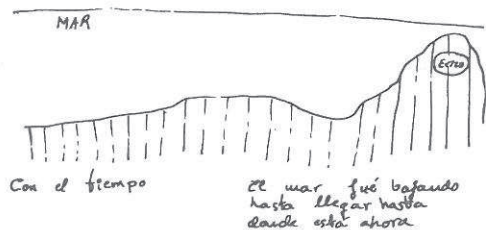
2-86

«...al comienzo la tierra estaba totalmente cubierta de agua».

Como se ve son frecuentes (el 20% en primero y el 21% en segundo) las interpretaciones similares a las que defendían en el siglo XVIII Abraham Werner y los Neptunistas de que la Tierra (incluso las montañas más altas) estuvo inicialmente cubierta por los océanos. Aún más clarificador es, en este sentido, el siguiente dibujo que hace un alumno de segundo:

2-29

Fig. 6



Para este alumno la montaña ha existido siempre, sólo ha habido un cambio del nivel del mar. Así pues, uno de los argumentos supuestamente más sólidos de los que se suelen utilizar en el aula/campo para demostrar que rocas forman parte de cordilleras actuales fueron originadas por depósitos de materiales en cuencas oceánicas, que sufrieron posteriormente plegamientos y finalmente emergieron, tiene para el alumno una interpretación muy distinta.

Es de destacar que no llegan al 1% las explicaciones de la existencia de fósiles de erizo de mar en la zona 4 que utilizan algún proceso tectónico para la formación de la montaña. Igualmente es interesante que no se utilizan posibles movimientos verticales de los continentes, sino que la movilidad queda restringida al mar.

Conclusiones finales

Todos los datos que acabamos de exponer parecen sugerir que las diferencias entre los alumnos de primero y segundo son más superficiales que reales, más anecdóticas que profundas. Unos y otros tienen, en general, una «imagen estabilista» de la corteza terrestre pero que, salvo excepciones, no constituye un modelo global en el que todo cambia o todo es estable. Así un 95% admiten un desgaste de las montañas, pero sólo un 12% hacen una interpretación mínimamente extensiva del concepto de cambio.

Como ha sido señalado en otros casos, Clement, J. (1983), Driver, R. (1985) parece existir, también en esta ocasión, un cierto paralelismo entre algunas representaciones de los alumnos y concepciones que estuvieron vigentes a lo largo de la historia del pensamiento:

Con las ideas aristotélicas de que el estado natural de los cuerpos es el reposo.

Con las tesis catastrofistas.

Con el modelo unidireccional de los procesos geológicos vigente hasta mediados del XVIII.

Con las tesis neptunistas.

Sin embargo, sería excesivo decir que son catastrofistas o neptunistas en el sentido de defensores de un cuerpo coherente de conocimientos que utilizan para la explicación de las más variadas situaciones.

Los alumnos han vivido una serie de experiencias personales sobre cómo puede surgir un montículo a pequeña escala donde no lo

había, en las que siempre ha ocurrido como consecuencia de una acumulación («amontonamiento») de materiales, de tal manera que cuando se les invita a pensar en la formación de una montaña, ponen en funcionamiento ese modelo, haciendo una extrapolación acrítica del mismo, a la vez que dan entrada a algunos de los conocimientos que han adquirido, por ejemplo el agente del transporte: «el viento los acumula», «los ríos arrastran materiales que dejan en algún sitio», o «un volcán arroja estos materiales». Por ello ven en las depresiones y muy especialmente en el mar, los lugares menos adecuados para que se forme una montaña. Por éj.: (2-52) «no se formará en el mar, pues tiene mucha profundidad y por muchos materiales arrojados de un volcán que caigan, nunca se formará una montaña, pues además hay fosas marinas».

Es necesario un profundo cambio en el planteamiento metodológico de la actividad en el aula. El punto de partida podría ser la recogida de información sobre los conocimientos previos de los alumnos y los errores conceptuales que puedan encerrar. Esto, además de ser útil para el profesor tiene un gran interés para el alumno, que explicitará así su marco conceptual de partida, al que podrá referir la información que se recoja.

Tratar de extirpar directamente y cuanto antes estos «errores» de los alumnos podría ser tan difícil como improductivo. Canguilhem (1968) dice que «el error es necesario y no sólo como algo externo al conocimiento sino para el propio acto de conocer». Par Giordán, A. (1985) «se aprende no sólo «contra», sino también «con» y «gracias a» los errores, es decir es tan ilusorio purgar o provocar una catarsis de las ideas falsas, como impartir las clases frontalmente».

En cualquier caso, será necesario tratar de buscar las situaciones o las intervenciones que introduzcan contradicciones en las ideas del alumno. Es un error relativamente frecuente intentar dotarle, de entrada, de un modelo alternativo dinámico y global (tectónica de placas) que sustituya al que posee (estabilista) y al que poder referir a continuación todos los procesos que se vayan tratando. Ocurre que, el alumno no siente ninguna necesidad de un modelo teórico que explique los cambios que ocurren en la litosfera porque, sencillamente, para él estos cambios no existen. Proponiéndole además una tarea para la que no tiene

los instrumentos intelectuales necesarios. A nuestro juicio, es una estrategia más acertada plantear problemas concretos que permitan al alumno ir asumiendo la existencia de ciertos cambios en la corteza terrestre, que serían al principio parciales para hacerse progresivamente más globales. Facilitando la posibilidad de utilizar los nuevos conceptos construidos en una amplia gama de situaciones.

REFERENCIAS

- ASTOLFI, J.P. (1978) Les representacions des élèves en situation de classe. *Revue Francaise de Pédagogie* vol 45. pp. 126-128.
- AUDREY, B. et al. (1981) Structural representations of students knowledge before and after science instruction. *Journal of Research in Science Teaching*. vol. 18 n. 2, pp. 97-111.
- BACHELARD, G. (1938) *La formación del espíritu científico* Siglo XXI. Madrid.
- BENLLOCH, M. (1984) *Por un aprendizaje constructivista de las ciencias* Visor, Madrid.
- BLESA, F. (1987) *La lengua como instrumento de detección de errores conceptuales*. En prensa.
- CABALLER, M.J. (1985) Detección de preconceptos: una experiencia realizada en el primer curso de ciencias naturales de BUP. *Enseñanza de las ciencias*. vol. extra, pp. 36.
- CAILLEUX, A. (1964) *Historia de la geología*. Eudeba, Buenos Aires.
- CANGUILHEM, G. (1962) *Etudes d'histoire et de philosophie des sciences*, Vrin. París.
- CANAL, P. (1986) Las representaciones de los alumnos: ¿errores a eliminar o pasos necesarios en el proceso evolutivo de reconstrucción personal de los conocimientos? *Actas de las IV Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela*, pp. 134-138.
- CARBONELL, F. y FURIO, C.J. (1987) Opiniones de los adolescentes respecto del cambio sustancial en las reacciones químicas. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 5, n° 1, pp. 3-9.
- DRIVER, R. (1986) Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*. vol. 4, n° 1, pp. 3-15.
- DRIVER, R. y OLDFHAM, V. (1986) A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*. vol. 13, pp. 105-122.
- GAGLIARDI, R. y GIORDAN, A. (1986) La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*. vol. 4, n° 3, pp. 253-258.
- GIL, D. (1986) La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*. vol. 4, n° 1, pp. 111-121.
- GIL, D. (1987) Los errores conceptuales como origen de un nuevo modelo didáctico: de la búsqueda a la investigación. *Investigación en la Escuela*. vol. 1, n° 1, pp. 35-42.
- GIORDAN, A. (1985) Interés didáctico de los errores de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*. vol. 3, n° 1, pp. 11-17.
- GIORDAN, A. (1986) La construcción histórica y perso-

- nal del saber: implicaciones didácticas y curriculares. *Actas de las IV Jornadas de Estudios sobre Investigación en la Escuela*. pp. 11-20.
- GOHAU, G. (1983) Idées anciennes sur la formation des montagnes. *Cahiers d'Histoire et de Philosophie des Sciences*. n° 7, pp. 1-86.
- HALLAN, A. (1985) *Grandes controversias geológicas*. Labor, Barcelona.
- MORENO, M. (1986) Ciencia y construcción del pensamiento. *Enseñanza de las Ciencias*. vol. 4. n° 1, pp. 57-63.
- OSBORNE, R.J. and WITTRICK, M.C. (1985) The Generative Learning Model. *Studies in Science Education*. vol. 12, pp. 59-87.
- PORLAN, R. (1987) El maestro como investigador en el aula. Investigar para conocer, conocer para enseñar. *Investigación en la Escuela*. vol. 1. n° 1, pp. 63-70.
- SALTIEL, E. y VIENNOT, L. (1985) ¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 3. n° 2, pp. 137-144.
- SYMINGTON, D. (1982) Primary school pupils'. Ideas about rocks. Learning in Science Project (primary). Science Education Research Unit. Working Paper n° 107.
- WEIL-BARAIS, A. (1984) *Experimenter. Les élèves inventent à partir de ce qu'ils savent*. Privat. Toulouse.

SUMMARY

This paper seeks to show the representations that the first and second year students of BUP (14-16 years old) have of rocks and the changes they can undergo as well as of the origin of mountains and changes in relief. A comparative study is provided of their evolution and persistence; also, the author draws some possible similitudes with concepts that were in effect throughout the history of thought.

RÉSUMÉ

Ce travail essaie de montrer les représentations que se font les élèves de première et de seconde de BUP (14-16 ans) sur l'origine des roches et les changements qu'elles peuvent subir, ainsi que l'origine des montagnes et les modifications du relief: ceci, dans une étude comparée de leur évolution ou persistance. On souligne aussi les ressemblances possibles avec des conceptions qui furent en vigueur tout au long de l'histoire de la pensée.