

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/39151600>

# Sobre la persistencia o no de las ideas del alumnado en geología

Article · January 1996

Source: OAI

---

CITATIONS

17

READS

2,947

---

1 author:



Emilio Pedrinaci

Alambique

34 PUBLICATIONS 390 CITATIONS

SEE PROFILE

## Sobre la persistencia o no de las ideas del alumnado en geología

**Emilio Pedrinaci**

En este artículo se hace un breve balance y se analizan algunos de los trabajos relacionados con las ideas de los alumnos en geología, se valoran los diferentes orígenes de éstas, su relación con las características que presentan y se formulan algunos interrogantes. Finalmente se sugiere la necesidad de establecer una diferenciación conceptual que evite el uso de un mismo término para referirse a conceptos distintos.

**Palabras clave:** Ciencias experimentales, Alumnado, Enseñanza de las ciencias, Geología, Terminología, Didáctica de la geología, Investigación

La investigación en didáctica de la geología arrastra un considerable retraso con respecto a otras ciencias. A esta conclusión llegaban Brañas y colaboradores (1992) tras analizar, cuantitativa y cualitativamente, los artículos publicados entre 1987 y 1991 en las revistas españolas de didáctica de las ciencias y algunas de las internacionales de mayor prestigio en este mismo campo. Aunque en los cuatro últimos años la situación en nuestro país ha mejorado substancialmente, gracias al impulso generado por la publicación de la revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, queda aún mucho terreno por recuperar.

De esta atonía general no escapan los estudios acerca de las ideas de los alumnos en geología, con los que se está lejos de poder ofrecer una "cartografía" similar a las existentes en física o en química. Aun asumiendo las limitaciones de estas cartografías, en la medida en que se tratan más de catálogos descriptivos que de análisis interpretativos acerca de sus orígenes, organización y estructura (Pozo y colaboradores, 1991) no cabe duda de que han ayudado al profesorado y ofrecen una base importante para posteriores investigaciones.

El aluvión de trabajos publicados en los años ochenta sobre ideas de alumnos y alumnas en los más variados campos del saber ha tenido un doble efecto: de una parte supuso un estímulo importante para la investigación educativa, aportando un gran número de referencias acerca de lo que aprenden y no aprenden los estudiantes, pero de otra ha generado la sensación de que se trata de un tema ya conocido del cual cabe esperar poco más que ir completando la cartografía a la que nos referíamos antes; lo que ha motivado un relativo abandono de este campo investigativo. Se trata de una sensación tan extendida como poco fundamentada, en la medida en que el núcleo central del tema que nos ocupa está por resolver, y sólo con investigaciones rigurosas podrá obtenerse la rentabilidad didáctica que cabe esperar. Este frenazo en la investigación de calidad ha sido especialmente inoportuno en las Ciencias de la Tierra por haber llegado en el momento en que se estaba empezando. Con todo, a partir de los trabajos publicados en geología y gracias a las aportaciones de carácter general ofrecidas por los referidos a otras ciencias, es posible ir obteniendo algunas conclusiones que pueden ayudar para el futuro.

### LAS (SUPUESTAS) CARACTERÍSTICAS DE LAS IDEAS DEL ALUMNADO

En buena parte de los trabajos sobre ideas de los alumnos publicados en la segunda mitad de la pasada década (ver por ejemplo Driver, 1986) se tipificaban las características que presentan, tales como su persistencia, coherencia interna, paralelismo con ideas que estuvieron vigentes a lo largo de la historia de la ciencia, etc. (<http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL07028U.gif> - Cuadro 1, columna de la izquierda). Poco a poco, tras analizar algunas de estas ideas de los alumnos, se han ido introduciendo matizaciones, correcciones o limitaciones a esas "señas de identidad". Así, se ha indicado que con frecuencia no sólo no son persistentes sino que incluso un mismo estudiante puede no utilizar la misma idea para resolver dos tareas similares que presenten alguna diferencia en su formulación, o que su conexión con ideas vigentes a lo largo de la historia de la ciencia es muy lejana, etc. (<http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL07028U.gif> - Cuadro 2, columna de la derecha).

Bajo algunas de estas limitaciones o correcciones subyace una crítica al escaso rigor metodológico (Pozo, 1993) con que a veces han sido realizadas las investigaciones, otorgando carácter de idea previa a respuestas sugeridas en la propia formulación de la tarea que se les plantea, o que obedecen a una falta de atención del estudiante al leer la pregunta o que no son más que una fabulación. Como indica Cubero (1994) "muchas de ellas pueden no ser más que artefactos metodológicos que se construyen a partir de los propios sistemas de exploración y registro". No obstante, seleccionando aquellos trabajos que reúnen requisitos de validez y fiabilidad suficientes, puede igualmente confeccionarse con sus conclusiones las dos contradictorias columnas del <http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL07028U.gif> - Cuadro 3.

Un panorama como este puede generar desconcierto y ante él resulta casi inevitable que nos preguntemos si: ¿en definitiva son o no son persistentes? ¿tienen o no tienen coherencia interna? ¿siguen o no una epistemología genética como parece sugerir su similitud con teorías históricas? ¿deben o no ser eliminadas? Probablemente lo más adecuado sea ofrecer

a estos interrogantes una respuesta "a la gallega": depende. En efecto, no parece que sea correcto dar una respuesta general, aplicable a todo lo que viene denominándose "ideas previas" o "errores conceptuales" entre los cuales los hay con orígenes muy distintos y, consecuentemente, con grados de organización, coherencia y persistencia diferentes. Veamos algunos casos.

## ALGUNOS EJEMPLOS GEOLÓGICOS

Hemos seleccionado ideas de los alumnos y alumnas en las que concurren tres circunstancias: se refieren a conceptos geológicos básicos cuyo tratamiento se aborda en la enseñanza obligatoria, sobre cada una de ellas han sido publicados varios trabajos y el origen de esas ideas presenta diferencias entre unos casos y otros, por lo que cabe esperar que sus características no sean coincidentes.

### Los conceptos de mineral y roca

Uno de los "errores conceptuales" más citado (Happs 1984; Caballer 1985; Lillo 1992) es el de la confusión que muestran estudiantes de diferentes edades entre los conceptos de mineral y roca, la ausencia de límites claros entre ellos y la atribución de unas características de delimitación que no son las más adecuadas. Así, suelen asociar la noción de mineral con muestras de pequeño tamaño y brillo intenso, especialmente metálico o vítreo, y la noción de roca con muestras de tamaño mayor y más duras. La confusión parece más sorprendente porque se trata de dos conceptos supuestamente simples, de uso constante, que inevitablemente aparecen sea cual fuere el proceso o la descripción geológica que se realice y el nivel con el que se aborde.

Para comprender el posible origen de este "error conceptual" nada mejor que analizar las definiciones que la geología da al respecto: "especie mineral es un sólido homogéneo, natural e inorgánico que posee una composición química definida, o variable dentro de límites estrechos, y un ordenamiento atómico tridimensional y sistemático". Parece claro que una definición de este tipo está fuera de lo que puede resultar inteligible para un estudiante de secundaria obligatoria. Se dirá que esta es una circunstancia que comparte con la mayoría de los conceptos científicos, lo que obliga a introducirlos con el nivel de formulación que en cada caso pueda resultar adecuado al momento educativo que se trate.

Sin embargo, el problema no es tanto la complejidad de la definición como la de la propia categoría de mineral, que incluye, por ejemplo, el hielo pero no una calcita biogénica (por ser de origen orgánico), ni el ópalo (por no tener estructura cristalina) y, sobre todo, el problema reside en sus relaciones con la categoría roca. El concepto de roca es mucho más abierto y flexible, definiéndose como "agregado natural, coherente y multigranular, formado por uno o más minerales". Cuando se trata de rocas (por ejemplo, granito) constituidas por varios minerales perfectamente visibles (cuarzo, ortosa, plagioclasas y mica) la relación entre ambos no encierra dificultades: cada grano o cristal pertenece a alguno de los minerales indicados y el conjunto de ellos (agregado) sería la roca. No ocurre lo mismo con las llamadas "monominerálicas" (que aunque tienen, junto al mineral fundamental, otros accesorios, estos no siempre son perceptibles de "visu") ¿cómo puede entender un estudiante en estos casos la diferenciación entre el mineral constituyente (por ejemplo, cuarzo) y la roca (por ejemplo, cuarcita)? ¿dónde acaba uno y dónde empieza la otra?

Dado que el concepto de roca es más abierto no exige que sea de origen inorgánico, por lo que se da el sorprendente caso de algunas, como por ejemplo las calizas organogénicas o los carbones, que serían rocas no constituidas por minerales. El asunto se solventa de una manera peculiar. En efecto, se creó el concepto de *mineraloide* "para incluir los sólidos o líquidos naturales cuyos átomos carecen de ordenamiento sistemático" (amorfos), aquí entrarían junto a alguno de los otros citados como el ámbar o el vidrio volcánico, y a la definición de roca se le suele añadir al final "... o mineraloides".

Con un panorama como este lo que resulta sorprendente es que nos sorprendamos de que los estudiantes, aún de niveles universitarios, no tengan muy claro cuándo están frente a un mineral y cuándo frente a una roca y que utilicen criterios subjetivos o poco rigurosos para diferenciarlos. Se trata de dos conceptos que científicamente están mal resueltos y cuya traslación a los libros de texto se ve inevitablemente afectada por la complejidad de sus límites. Aunque la noción de roca es de uso cotidiano y dicho uso le otorga una serie de contenidos, el origen de ideas ¿previas? como éstas parece claro que es, en lo fundamental, académico y el tratamiento que se diseñe así debería considerarlo.

### El origen de las rocas

En los trabajos publicados sobre las ideas que los alumnos tienen acerca del origen de las rocas (Happs, 1984; Pedrinaci, 1987 y 1992) se encuentran estudiantes entre 12 y 16 años que consideran (la mayor parte de las veces de manera implícita) que las rocas observables en la actualidad son tan antiguas como la Tierra, y otros que aun cuando introducen la formación de nuevas rocas la limitan a la superficie terrestre (volcánicas y sedimentarias). Incluso los que recuerdan la existencia de diversos tipos de rocas (establecidos en función de su origen), al planteárseles la realización de tareas en las que no se presenta de manera explícita la formación de rocas pero cuya resolución sí lo exige, funcionan como si las rocas actuales siempre hubiesen estado ahí, como si fuesen tan antiguas como la Tierra.

Así, por ejemplo en el curso de una entrevista a un alumno de 2º de BUP (15 años) le mostré una roca calcárea en cuya superficie se apreciaba el fósil de un molusco. El desarrollo de esta parte de la entrevista fue como sigue:

- ¿Qué es esto Roberto?

- Un fósil.
- ¿Por qué consideras que es un fósil?
- Porque se ve que es un fósil.
- ¿Y qué le ves para decir que es un fósil?
- Pues que es de piedra.
- ¿Todo lo que es de piedra es un fósil?
- No, sólo si se ve que es un animal. Bueno, que fue un animal.
- ¿Dónde se ha podido formar?
- No sé. Bueno, creo que en el mar.
- ¿Y cómo se ha podido formar?
- No sé.
- Imagínate el momento en que este animal estaba vivo y piensa qué ocurriría después.
- El animal se murió, la concha cayó sobre la piedra y ahí se quedó hasta que se convirtió en fósil.

Como vemos, para este alumno la formación de la roca y la fosilización no son procesos sincrónicos, la roca existe antes que el fósil, es más pude constatar que cuantas veces se le invitaba a imaginar un tiempo pasado, esa roca estaba presente, aunque sí imaginaba un futuro en el que la roca pudiera no estar. En preguntas posteriores comprobé que este alumno recordaba la existencia de diversos tipos de rocas (mencionó las sedimentarias y las magmáticas) incluso tenía ciertas nociones sobre algunos de los procesos geológicos implicados en su formación. Sin embargo en ninguna de las tres tareas que se le plantearon había utilizado para su resolución la posibilidad de que se hubiesen originado nuevas rocas. Se muestra así una de las características descritas para las ideas de los alumnos: son ideas implícitas que con frecuencia el estudiante no sabe que las tiene pero que subyacen a la acción.

En la historia de la geología podemos encontrar ideas que nos recuerdan a éstas de nuestros alumnos y alumnas. Durante muchos siglos filósofos y naturalistas han considerado que las rocas que observamos en la actualidad (exceptuando algunas volcánicas) son tan antiguas como la Tierra. En realidad, su origen no se planteó formalmente hasta el siglo XVII. El problema era explicar la existencia de formas o estructuras más o menos curiosas (fósiles, estalactitas o geodas) sobre ellas sí había conjeturas acerca de su origen, pero no sobre las formaciones rocosas habituales (Pedrinaci, 1993). Sencillamente no había nada que explicar, no existía el problema y por tanto no se buscaban respuestas. La presencia de fósiles en algunas de ellas obligó a considerar la posibilidad de que éstas se hubieran originado después. La idea, propuesta por Steno en la segunda mitad del XVII, tardó en abrirse paso, en cualquier caso el resto de las rocas siguieron considerándose "rocas primigenias, testigos inalterables de todo el pasado terrestre".

¿Es casual que tanto nuestros alumnos como los naturalistas de otras épocas hayan considerado las rocas tan antiguas como la Tierra? En realidad, si exceptuamos algunos casos de rocas volcánicas, no percibimos la formación de ninguna roca nueva. El ritmo al que ocurren este tipo de procesos, unido a que suceden a cierta o a mucha profundidad, hace que permanezcan ocultos ante la mirada de cualquier observador, por diestro que sea. La experiencia personal que cada uno de nosotros tiene es que no "nacen" nuevas rocas. Las teorías sobre la génesis de las rocas que ha ido construyendo la geología han debido abrirse paso contra todas las evidencias de sentido común que parecían sugerir unos materiales muy estables.

## El concepto de suelo

El suelo es un contenido escolar sobre el que se vuelve una y otra vez a lo largo de la enseñanza no universitaria. En relación con él se han descrito (Happs, 1984; Yus y Rebollo, 1993) diversas ideas que los estudiantes mantienen aún al final del bachillerato tales como: su identificación con la superficie sobre la que se anda o se construyen los edificios, la enorme antigüedad geológica que se le atribuye o su formación sólo como consecuencia del aporte de materiales. Aquí nos referiremos a la primera de ellas, dado que la siguiente está estrechamente relacionada con el ejemplo que acabamos de ver y la última con el que citaremos más adelante.

La noción de suelo como "superficie sobre la que se anda o se construyen edificios" forma parte del conocimiento cotidiano, en ese contexto ha sido adquirida y mantiene todo su sentido. El problema surge como consecuencia del uso científico de

un término que en el lenguaje cotidiano tiene otro significado (es lo que le ocurre a conceptos como fuerza, trabajo o energía). No se trata por tanto de que el concepto científico sea correcto y el cotidiano incorrecto sino que cada uno de ellos tiene un ámbito específico de aplicación.

Es oportuno traer a colación aquí uno de los debates más frecuentes en relación con las ideas de los alumnos: ¿qué hacer con ellas una vez que conocemos su existencia? Desde unas posiciones se defiende la necesidad de trazar una estrategia para erradicarlas y poner en su lugar el concepto "correcto", desde otras se considera que lo que hay que hacer no es "dinamitarlas" sino dinamizarlas o movilizarlas, apoyarse en ellas para ir sustituyéndolas por otras progresivamente más próximas a la concepción científica, finalmente hay quienes sugieren la conveniencia de olvidar la pretensión de eliminación tanto por "voladura" como por sustitución progresiva, dado que, con frecuencia, exige un trabajo excesivo y a veces inútil, siendo más conveniente procurar que en un contexto escolar el estudiante active el concepto ofrecido como científico.

A nuestro juicio, la diversidad de ideas de los alumnos y de los orígenes de éstas no aconseja un mismo tratamiento para todas. Así, en el caso de la idea sobre el suelo que se ha descrito, la tercera opción parece la más adecuada. En efecto, un concepto como este es perfectamente funcional en la vida cotidiana y no sólo para los alumnos y las alumnas sino para los adultos (profesorado de ciencias incluido); no hay, por tanto ninguna razón para que deba ser eliminado. De lo contrario qué se iba a interpretar cuando te dicen en casa "hoy te toca limpiar el suelo", o cuando se lee en la prensa "la ciudad necesita más suelo edificable".

### **Los cambios del relieve**

De los trabajos publicados (Belloch, 1984; Pedrinaci, 1987; Astolfi, 1991) sobre las ideas de los alumnos de edades comprendidas entre 10 y 15 años acerca de los cambios del relieve puede extraerse lo que sigue:

- El relieve terrestre en general y las montañas en particular son vistas como estructuras muy estables que cambian poco o muy poco.
- Los procesos de cambio que describen son fundamentalmente destructivos (erosión) y de efectos poco importantes.
- Para explicar cambios importantes en el relieve suelen recurrir a enfoques catastrofistas.
- Los procesos constructivos más tenidos en cuenta son los relacionados con el vulcanismo.
- La construcción ocurre más por adición o acúmulo que por interacción.
- Sin embargo, el nivel del mar es subido y bajado con gran facilidad (con demasiada facilidad).

Frente a los ejemplos que hemos citado con anterioridad que se referían a ideas aisladas o que pueden estimarse como tales, aquí se trata de nociones relacionadas entre sí que parecen constituir teorías implícitas, dotadas de cierta coherencia y entre las que no resulta difícil encontrar ideas que estuvieron vigentes en diversos momentos de la historia del pensamiento y que configuran un "modelo interpretativo" básicamente fijista.

Además de las relaciones internas entre estas ideas puede apreciarse que algunas de ellas son compartidas por los ejemplos anteriores. Así, la perspectiva estática es compartida con el origen de las rocas y del suelo. Igual ocurre con la mayor propensión que muestran a introducir cambios destructivos que constructivos. Asimismo la construcción más por procesos acumulativos que por interactivos aparece también en la formación del suelo.

Una de las características del pensamiento de los alumnos es la de estar dirigidos por la percepción (Driver, 1986; Pozo y colaboradores, 1991). En la predominancia de lo perceptible residiría una de las causas de estas concepciones. La extraordinaria lentitud con que ocurre la mayor parte de los procesos geológicos, hace que las evidencias que los estudiantes poseen sobre el relieve sean que permanece, en lo fundamental, inalterable. Por ello abordar el tratamiento de teorías implícitas como ésta exige analizar la complejidad del concepto de tiempo geológico y algunas de las claves para su construcción (puede verse al respecto Pedrinaci y Berjillos, 1994).

### **NECESIDAD DE UNA DIFERENCIACIÓN CONCEPTUAL**

Con cierta frecuencia se ha llamado la atención acerca de la diversidad de términos utilizados para referirse a "lo que el alumno ya sabe". Así, Giordan y Vecchi (1987) dicen haber encontrado hasta 28 diferentes entre las cuales ellos prefieren "concepción" o "constructo". Cada una de las denominaciones encierra una carga teórica específica y en conjunto implican perspectivas diferentes ante este fenómeno (Cubero, 1994) por lo que se ha urgido la conveniencia de ponerse de acuerdo en la denominación más adecuada.

Por nuestra parte, asumiendo la necesidad de que, en aras de la claridad y la precisión, todos aquellos trabajos que comparten un marco teórico similar unifiquen los términos utilizados, queremos llamar la atención hacia el hecho de que el problema fundamental quizás sea exactamente el contrario. Dicho con otras palabras el problema, con serlo, no es tanto que se estén dando diferentes nombres para referirse a lo mismo, sino que cada escuela o grupo de investigadores le está

dando el mismo nombre a "cosas" diferentes. De la historia de la geología podemos extraer un ejemplo muy ilustrativo al respecto: el origen de los fósiles.

Durante los siglos XV, XVI y XVII (incluso a comienzos del XVIII) el problema geológico más debatido fue el origen de los fósiles. Desde la perspectiva actual resulta sorprendente la tardanza en establecer el origen orgánico de los fósiles, especialmente cuando nuestros alumnos de 12-16 años sí lo hacen. Esto no quiere decir que todos tengan un concepto perfectamente claro de fósil, ni mucho menos del proceso de fosilización, pero sí que establecen sin dudar relaciones entre los fósiles y la existencia en el pasado de organismos de los que proceden.

Si bien es cierto que desde la antigüedad clásica hay filósofos que ofrecieron una interpretación del origen de los fósiles que hoy consideraríamos esencialmente correcta, no lo es menos que en todos los casos se trata de fósiles marinos recientes, pertenecientes a especies actuales o muy similares, cuya naturaleza orgánica no era posible negar y que se encontraban en sedimentos sin compactar próximos a zonas marinas.

El problema era explicar el origen de fósiles situados en el interior de rocas consolidadas y situados en montañas muy alejadas del mar. En estos casos admitir un origen orgánico generaba más dificultades de las que resolvía, ya que implicaba, de una parte aceptar cambios geográficos de enorme magnitud por los cuales zonas situadas a centenares de km del mar y a miles de metros de altitud habían estado bajo las aguas y, de otra, considerar que las rocas, al menos las que contenían fósiles, no databan del origen de la Tierra, lo que hacía necesario explicar cómo se habían formado (o, en su defecto, explicar cómo habían penetrado estos fósiles en el interior de las rocas). De esta manera, las concepciones fijistas sobre el relieve terrestre y la idea de que las rocas eran tan antiguas como la Tierra funcionaron como obstáculos epistemológicos (Pedrinaci, 1993) que dificultaron la posibilidad de ofrecer una interpretación que hoy nos parece elemental acerca del origen de los fósiles.

Existió, y con esto conectamos con la reflexión que veníamos haciendo, una dificultad añadida: hasta principios del siglo XVIII el término fósil aludía a "cualquier objeto pétreo o material notable excavado de la tierra o encontrado en su superficie" e incluía, además de lo que hoy consideramos fósiles, los minerales, las rocas y en ocasiones los corales, las perlas e incluso los cálculos renales. Lo que unía a todos estos objetos era su carácter pétreo. El uso de una misma denominación para referirse a todos ellos funcionó como una dificultad que no puede considerarse menor, en la medida en que no parece fácil explicar simultáneamente la génesis de objetos tan variopintos.

Todo lo que hemos venido denominando "ideas de los alumnos" tiene, como en el caso del carácter pétreo de los fósiles, algo en común: constituye lo que el estudiante ya sabe cuando se acerca a un nuevo conocimiento o a una tarea, pero existen importantes diferencias, algunas de ellas esenciales en relación con su origen, organización, funcionalidad, etc. En estas circunstancias pretender ofrecer una respuesta global y generalizada puede que encierre más inconvenientes que ventajas ¿cómo ponerse de acuerdo sobre si tienen o no coherencia interna? ¿si recuerdan o no a ideas que estuvieron vigentes a lo largo de la historia de la ciencia? o, lo que es más importante para la práctica docente ¿cómo decidir si constituyen obstáculos que deben removese o ideas que deben mantenerse dado que son perfectamente funcionales en un determinado contexto?

A veces se ha planteado la conveniencia de distinguir entre las ideas de los alumnos y alumnas relacionadas con el conocimiento cotidiano, que sí serían estables, y las relacionadas con el conocimiento escolar que lo serían mucho menos. Pero el asunto plantea diversos problemas, el primero de ellos es que la separación entre ambos tipos de conocimiento no siempre es clara, dada la presencia de ideas que beben de ambas fuentes. Por otra parte, dentro de cada una de estas dos categorías no todos los conocimientos se generan por los mismos procesos, existiendo marcadas diferencias de coherencia, estabilidad y funcionalidad.

En síntesis, no parece justificable la utilización de un mismo tratamiento para atender a la diversidad de ideas de los alumnos, que van desde algunas inducidas por un inadecuado tratamiento escolar hasta otras que funcionan como obstáculos epistemológicos (en el sentido que le daba Bachelard a este término), pasando por conocimientos de uso cotidiano perfectamente funcionales, y desde nociones aisladas hasta otras relacionadas que pueden funcionar como teorías implícitas. Consideramos que una diferenciación conceptual, quizás establecida atendiendo a los diversos orígenes de las ideas de los alumnos, probablemente sea un requisito necesario para avanzar en este terreno.

## Bibliografía

ASTOLFI, J.P. (1991): Quelques logiques de construction d'une séquence d'apprentissage en sciences. L'exemple de la géologie à l'école élémentaire. Aster 13, 157-186.

BELLOCH, M. (1984) La montaña se ha gastado, en Por un aprendizaje constructivista de las ciencias. Madrid: Visor.

BRAÑAS, M.; DÍAZ DE BUSTAMANTE, J.; GONZÁLEZ, C.; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. (1992): La geología en las publicaciones de didáctica de ciencias: una revisión bibliográfica. VII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Santiago, 221-228.

CABALLER M.J. (1985): Detección de preconceptos: una experiencia realizada en el primer curso de BUP. *Enseñanza de las Ciencias* vol. extra, 36.

CUBERO, R. (1994): *Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado?* *Investigación en la Escuela* 23, 33-42.

DIVER, R. (1986): Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias* 4(1), 3-15.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. (1987): *Les origenes du Savoir*. Trad. cast. 1988. *Los orígenes del saber*. Sevilla: Diada.

HAPPS, J.C. (1984): *The utility of alternative knowledge frameworks in effecting conceptual change: some examples from the Earth Sciences*. Thesis. University of Waikato: Hamilton, New Zealand.

LILLO ,J. (1992): Representaciones de los alumnos de EGB sobre los conceptos mineral y roca. *III Congreso Geológico de España*. Salamanca 1, 412-421.

PEDRINACI, E. (1987): Representaciones de los alumnos sobre los cambios geológicos. *Investigación en la Escuela* 2, 65-74.

PEDRINACI, E. (1992): Las rocas tienen una historia que contarnos. *Aula* 4-5, 33-35.

PEDRINACI, E. (1993): *Concepciones acerca del origen de las rocas: una perspectiva histórica*. *Investigación en la Escuela* 19, 89-103.

PEDRINACI, E.; BERJILLOS, P. (1994): El concepto de tiempo geológico: orientaciones para su tratamiento en la Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 2(1), 240-251.

POZO, J.I. (1993): Psicología y Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza ¿concepciones alternativas? *Infancia y Aprendizaje* 62-63, 187-204.

POZO, J.I.; SANZ, A.; GÓMEZ CRESPO, M.A.; LIMÓN, M. (1991): Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la Psicología Cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias* 9(1), 83-94.

## **Dirección de contacto**

Emilio Pedrinaci  
IB El Majuelo. Enrique Granados, s/n. 41960 Gines (Sevilla). Tel.: 95/471 41 61.