

El uso didáctico de los fósiles en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra

Calonge García, A.; Bercial, M.T.; García Sánchez, J. y López Carrillo, M.D.*

RESUMEN

Con esta propuesta pretendemos introducir a los alumnos en el mundo de la Paleontología mediante actividades sencillas que les aclaren las ideas preconcebidas que posean y, por otro lado, les permita aprender unos conceptos paleontológicos básicos.

La metodología y los recursos empleados pueden ser elaborados por el propio profesor a partir de diferentes fuentes documentales sobre el tema, y adaptado todo ello a la edad de los alumnos a los que estas actividades van destinadas.

1. Introducción

La didáctica de las ciencias ha elaborado algunos paradigmas que son ampliamente compartidos por todos los que nos dedicamos a la docencia. Uno de ellos se refiere a la relación entre la concepción de Ciencia del profesor/a y su actuación en la clase de ciencias. Según Echevarría (1995) la Ciencia es una actividad muy compleja que se realiza en cuatro contextos interrelacionados: la innovación o descubrimiento, la evaluación o justificación, la aplicación y la enseñanza. Nos vamos a centrar en este último contexto muy relacionado con nosotros como profesores de ciencias y como didactas.

Normalmente se suele considerar la actividad experimental como uno de los métodos más adecuados para el logro de aprendizajes científicos. Las clases prácticas constituyen una de las actividades que con más frecuencia se asocia a las Ciencias Experimentales. Su valor educativo es amplio pues permite ilustrar determinados conocimientos, favorecer el aprendizaje de los mismos, acercar al alumno métodos y técnicas del trabajo científico, etc. En esta línea, nadie pone en duda la importancia de la actividad manipulativa y de la experimentación en el proceso del conocimiento de la cultura científica. Además, las experiencias personales son uno de los motores de la construcción de las ideas más

utilizados por los docentes y que mejor completan el proceso de enseñanza (Izquierdo *et al.*, 1997).

Los debates establecidos sobre la mejor manera de abordar las clases prácticas han permitido clarificar la diferencia entre contenidos conceptuales y los procedimentales. En los últimos años se ha alcanzado un consenso en la enseñanza de las ciencias en lo que se refiere a la importancia y necesidad de aprender contenidos procedimentales frecuentemente infravalorados. En cualquier caso consideramos indispensable relacionar los tres campos del aprendizaje: conceptual, procedimental y actitudinal

Somos conscientes de que las pautas que caracterizan los métodos científicos de indagar la realidad están íntimamente relacionadas con un sistema conceptual bien organizado. Estamos en contacto permanente con el mundo que nos rodea y, por tanto, con los fenómenos naturales que en él acontecen, los cuáles interpretamos a través de nuestros propios esquemas, incorporando información a nuestros conocimientos. Este tipo de conocimiento engloba mayoritariamente situaciones que pueden ser planteadas en el aula.

Un caso práctico de lo anterior es el de los fósiles que durante la última década se han convertido en un tema popular y atractivo. Probablemente este hecho ha sido favorecido por la “invasión” de dinosaurios, a la que nos han sometido los medios de comunicación y la industria del cine. Esto no ha sorprendido a los paleontólogos ya que la disciplina que practican engloba interesantes mundos tales como nuestra propia historia. Sin embargo, esta materia no suele aparecer en los textos de educación. En este sentido, hasta hace poco mucha gente asociaba el término fósil exclusivamente con el dominio universitario y el de los Museos.

Por otro lado, todos los que hayan mostrado diferentes ejemplares fósiles a sus alumnos habrán observado que estas evidencias de organismos del pasado resultan especialmente atractivas para la mayoría de los niños y jóvenes. Por ello, los fósiles constituyen un potencial didáctico que permite emplearlos como recurso docente en varios ámbitos.

El objetivo principal de este trabajo es proponer varias actividades con el objeto de fomentar en los niños la inquietud por la investigación y el conocimiento de los fósiles a través de la búsqueda de datos e información que adquirirán realizando una serie de actividades sencillas. Las orientaciones metodológicas de esta investigación son la continuación de un estudio emprendido a inicios de 1992 en el Training Teaching King Alfred’s College de Winchester (Inglaterra) al amparo de una ayuda proporcionada por el Programa Erasmus. Durante las estancias en Winchester se investigó sobre los conceptos fósil y fosilización que poseían tanto los alumnos de Educación Primaria como los maestros que asistían a cursos de reciclaje.

Además, esta propuesta responde a la experiencia de impartir durante mas de quince años la asignatura de Paleontología a estudiantes de la Escuela Universitaria de Magisterio de Guadalajara de la Universidad de Alcalá. La Paleontología se impartía en el plan antiguo para la especialidad de Ciencias pero en los planes de estudios actuales ha sido sustituida por “Historia de la vida”, que se imparte en el segundo cuatrimestre del segundo curso de la especialidad de Educación Primaria. Como habilidad general a conseguir en ambas asignaturas se plantea que los alumnos lleguen a diferenciar los grupos taxonómicos más importantes.

La complejidad de esta materia dificultaba su aprendizaje por lo que buscamos alternativas que motiven el estudio de la misma y que permitan alcanzar los objetivos propuestos.

Entre otros, los objetivos principales que pretendemos lograr con esta propuesta son los siguientes:

- Conocer la metodología del trabajo paleontológico, que es muy parecida a otras ciencias afines relacionadas con la naturaleza.
- Comprender el concepto de fósil como elemento natural útil y, en consecuencia, potenciar el conocimiento del medio y el respecto al mismo.
- Aprender a utilizar fósiles para hacer dataciones de determinados periodos de tiempo.

Hay que añadir que se trata de una propuesta abierta y, por lo tanto, puede modificarse para alcanzar otros objetivos en función de las necesidades docentes de cada momento.

A través de los años de impartir esta asignatura hemos podido precisar las principales dificultades que poseen los alumnos y las habilidades mas difíciles de adquirir por estos como: dominio de la nomenclatura científica básica, determinación de la edad de diferentes ejemplares fósiles y de su ambiente de formación, etc.

2. Desarrollo

Las clases prácticas implican diferentes orientaciones en función del modelo de enseñanza aprendizaje en el que se integren, existiendo diferencias claras entre las que se utilizan en las clases tradicionales, en la enseñanza por el descubrimiento o en las propuestas basadas en el aprendizaje constructivista (Perales, 1994). El constructivismo como referente de reflexión crítica, y no como método de enseñanza, se ha consolidado como marco teórico adecuado para la investigación en formación del profesorado de ciencias.

Para llevar a cabo esta experiencia en el marco del método constructivista se proponen unos contenidos básicos: concepto de fósil, fosilización, tipos de

fósiles e interés de los fósiles. Estos contenidos se han alcanzado trabajando unos procedimientos y una serie de actividades que se llevarán a cabo de forma individual o en grupo.

La metodología y los recursos empleados incluirán material preparado por el propio profesor a partir de textos sobre Paleontología general (Gould, S., 1993; Angela, P.y Angela A., 1999; Doménech y Martinell, 1996), que serán adaptadas a la edad de los alumnos a los que se destinan las actividades y a los objetivos que se pretendan conseguir.

Otro dato muy importante es que el profesor posea un conocimiento de las ideas previas con la que los alumnos se enfrentan al proceso de enseñanza-aprendizaje. La existencia de este tipo de conocimiento facilitará el proceso de enseñanza porque la mayoría de las veces estas ideas previas son construidas a partir de experiencias personales que no coinciden con los conceptos reales. Por ello se comenzará con una sencilla prueba de nivel (Anexo 1) que nos permitirá conocer las ideas que los alumnos tienen sobre el tema, y si éstas son o no correctas.

Esta experiencia se evaluará además progresivamente a lo largo del desarrollo de las actividades propuestas, y al final se repetirá la prueba mencionada anteriormente lo que nos permitirá conocer si se han afianzado los conceptos correctamente (Anexo 1). Tras haber realizado esta prueba antes y después de llevar a cabo las actividades propuestas, obtendremos un resultado fiable acerca de las ideas de los alumnos.

Esta experiencia se realizó en varios centros de Educación Primaria ubicados en el sector Este de la Comunidad de Madrid.

3. Propuesta de actividades

Cualquier propuesta de este tipo debe contemplar dos partes, una relativa a los conceptos básicos que deben ser consolidados por los alumnos, y otra que hace referencia a los pasos a seguir para el desarrollo de las actividades. A continuación enumeramos las actividades que proponemos.

Experiencia 1ª: ¿Qué es un fósil?

Conceptos básicos:

Se pretende que los alumnos comprendan el concepto de **fósil** (organismo, vegetal o animal, o una de sus partes o el resultado de su actividad que han vivido en el pasado y han llegado hasta nosotros formando parte de las rocas sedimentarias) y de lo que es un **molde** (impresión en la roca de un resto fósil). A continuación, se explicará la ciencia que estudia los fósiles: la **paleontología**, que los analiza en detalle y busca

una interpretación lógica para ellos apoyándose en sus parecidos estructurales y formas de vida con los animales y plantas actuales.

Exposición de la actividad

Los alumnos aportarán conchas, huesos, alguna pata de pollo, etc. (no se recomienda el uso de fósiles ya que podrían estropearse). En grupos pequeños se realizará una réplica del ejemplar que hayan seleccionado. Para ello lo presionarán sobre plastilina o arcilla, y posteriormente rellenarán esos espacios con escayola. La escayola es fácil de manejar y preparar: una medida de escayola por dos de agua aproximadamente. Una vez que se haya secado, obtendremos los moldes de los elementos que utilizamos inicialmente. Estos moldes reproducen total o parcialmente la forma del ejemplar original que se pueden pintar para darle un aspecto más real.

La arcilla que sobra se aprovecha para moldear diferentes organismos fósiles, por ejemplo dinosaurios.

Experiencia 2ª: ¿Cómo se forman los fósiles?

Conceptos básicos:

Normalmente cualquier ser vivo desaparece después de morir debido a la actividad bacteriana o al oxígeno atmosférico, a no ser que quede enterrado rápidamente, y el material ejerza de pantalla protectora frente a la destrucción. Aún así, las partes blandas desaparecen mientras que las duras (dientes, huesos, conchas, caparazones, etc.) sufren un proceso químico denominado **fosilización** en el que la materia orgánica es sustituida por materia inorgánica, generalmente calcita, sílice, piritita, carbón, etc. Ocasionalmente se conserva el organismo completo, como es el caso de los mamuts congelados de Siberia, los rinocerontes de las minas de asfalto o los insectos incluidos en las resinas de algunas coníferas.

Exposición de la actividad

El profesor tendrá preparados diferentes moldes realizados con silicona o látex. Para ello recubrirá con estos productos el fósil que quiera reproducir hasta que consiga una capa consistente (en el caso del látex se puede incluir junto a la última capa una gasa que proporcione mayor consistencia). Una vez consolidada y separado el fósil tendremos el “negativo” del original.

En grupos rellenarán los moldes con escayola y se dejarán secar; después se procederá a separar ambas partes con lo que habremos obtenido el molde o réplica del elemento inicial.

De este modo esperamos que comprendan el concepto de fosilización de los organismos que vivieron en el pasado. A continuación se planteará un

coloquio sobre lo que ocurre normalmente con las partes blandas de los organismos cuando mueren, procurando que participen todos los alumnos y que aporten sus propias opiniones.

El hecho de que la fosilización ocurre en rocas sedimentarias suele ser motivo de comentarios durante el coloquio. Por ello consideramos que el aprendizaje de los contenidos sobre el origen de las rocas sedimentarias y los fósiles deberían tratarse conjuntamente.

Experiencia 3ª: Tipos de fósiles

Conceptos básicos:

A lo largo de la historia de la Tierra ha existido y existe una gran **variedad orgánica**. Para poder reconocer e identificar los diferentes fósiles existen tablas que facilitan esta labor (Ver Anexo 2).

Exposición de la actividad

Para realizar esta actividad recomendamos al profesor que prepare una colección de fósiles originales, o en su defecto réplicas de aquellos grupos que no tengan ejemplar original. También existe la posibilidad de comprar una pequeña colección de fósiles. Con la colección anterior, y con ayuda del Anexo 2 los alumnos tratarán de identificar a qué grupo corresponde cada uno de los ejemplares. Además completarán una ficha donde dibujarán y describirán cada ejemplar observado, y con la ayuda de una tabla con la distribución temporal de los principales grupos fósiles tratarán de asignarle una edad.

Experiencia 4ª: Interés de los fósiles

Conceptos básicos.

Los diferentes organismos han ido evolucionando y modificando algunas de sus estructuras para conseguir una mejor adaptación al medio donde viven, con ello se puede deducir por qué ciertos organismos actuales tienen hoy en día estas estructuras y cuál ha sido su tendencia evolutiva.

Además de la gran importancia de algunos fósiles, ya que unos están sirviendo en la actualidad como combustible, como es el caso del petróleo, siendo la base económica de nuestra sociedad, y otros se usan con fines ornamentales como el ámbar, fósiles pulidos, etc.

También los fósiles encontrados en una zona son los que nos van a indicar cómo era hace mucho tiempo la vida en ese lugar, que puede ser muy diferente al actual, ya que podría haber estado cubierto por el mar.

Otra aportación importante de los fósiles es que nos permiten conocer la edad de los materiales donde aparecen incluidos.

Exposición de la actividad

Investiga en algunos libros la importancia de los fósiles (combustible, joyería, adorno, etc.) y escribe un resumen sobre la información que hayas obtenido.

4. Experiencias complementarias

Otra actividad que suele motivar a los niños es encontrar y coleccionar fósiles (Whybrow, P.J., 2000). La primera pregunta que se hace la gente cuando quiere coleccionar fósiles es dónde los puede encontrar. La respuesta, como ya se ha adelantado anteriormente, es en las rocas sedimentarias, y entre ellas, las más fosilíferas son las calizas. Asimismo, los fósiles son más abundantes en las rocas de origen marino que en las continentales. Una vez que se es capaz de distinguir este tipo de roca es relativamente fácil interpretar un mapa geológico para poder localizar los yacimientos más importantes.

Igualmente interesante resulta realizar una exposición donde se incluya todo el material elaborado o aportado por los alumnos. Para completar esta exposición se pueden realizar flechas de madera raspando con útiles de piedra.

Para culminar, se puede proyectar alguna de las últimas películas que sobre Dinosaurios se han realizado (“Jurassic Park”, “En busca del valle encantado”, “Dinosaurio”, etc.)

5. Valoración de la experiencia

Sequeria *et al.* (1993) opinan que los formadores de profesores no solemos estar preparados para las estrategias por las que apuesta la investigación. En este sentido los formadores de profesores tenemos que reflexionar sobre nuestra docencia, siendo conscientes de que también estamos sometidos a un proceso de aprendizaje, de cambio de actitudes y de desarrollo profesional dentro de nuestro ámbito.

Pensamos en la idoneidad en la aplicación de la experiencia aquí mencionada en los diferentes niveles de educación debido a que en los libros de Educación Primaria no se incluyen contenidos paleontológicos, a pesar del gran auge que en la actualidad tiene este tema entre los escolares de varias edades.

Estas actividades han demostrado su eficacia en el logro de habilidades como el dominio de la nomenclatura paleontológica básica, el reconocimiento de los principales caracteres morfológicos, la determinación de la edad y el ambiente de formación de algunas rocas sedimentarias fosilíferas. Sin embargo, el concepto de fósil como resto orgánico mineralizado que forma parte de una roca sedimentaria no existe en la mayoría de los alumnos de Educación

Primaria que realizaron estas actividades independientemente de su edad y nivel.

Se pudo apreciar que los alumnos tienden a asociar el término “fósil” con aquellos organismos que vivieron hace tiempo y que no tienen representantes actuales. Por ejemplo, para ellos un mamut no es un fósil ya que lo relacionan con los elefantes, los cuales suponen una realidad cercana a ellos.

Asimismo, la puesta en práctica de esta experiencia nos permitió comprobar que los alumnos son capaces de asimilar estos conceptos paleontológicos, siempre que se les motive adecuadamente a través de actividades apropiadas. De otro modo tienden a memorizar los conceptos y los olvidan con prontitud.

Finalmente, hay que comentar que las conclusiones anteriores no son más que hipótesis de trabajo que sirven de punto de partida para futuras investigaciones que analicen con mayor detalle los aspectos abordados de forma general en este trabajo. Por ejemplo, hay temas como la interdisciplinariedad entre materias afines o sobre la formación que debe recibir un profesor que deben ser tratados.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGELA P. y ANGELA, A. (1999). *La extraordinaria historia de la vida*. Grijalbo eds. 742 págs.
- CRUZ, M.P.; NOVO, J.A. y CALOGNE, A. (1994). Investigando fósiles. *Campo Abierto*, 11: 241-250.
- DOMÉNECH, R. y MARTINELL, J. (1996). *Introducción a los fósiles*. Masson, S.A. 288 págs.
- ECHEVARRÍA, J. (1995). *Filosofía de la Ciencia*. Editorial Akal. Madrid.
- GOULD, S.J. (1993). *El libro de la vida*. Ed. Crítica, 256 págs.
- IZQUIERDO, M.; QUINTANILLA, M. y SANMARTÍ, N. (1997). Una fundamentación didáctica y epistemológica acerca de la construcción creativa del conocimiento científico en el laboratorio de ciencias. *Avances en la didáctica de las Ciencias experimentales*, 37-47. Univ. de Huelva.
- PERALES, F.J. (1994). Los trabajos prácticos y la didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (1): 122-125.
- SEQUEIRA, M.; LEITE, L. y DUARTE, M.C. (1993). Portuguese science teachers' education, attitudes and practise relative to the issue of alternative conceptions. *Journal of Research in the Science Teaching*, 30: 845-856.
- WHYBROW, P.J. (2000). *The fossil hunters*. Cambridge University Press, 212 págs. Historia de la vida.

Anexo 1

1. En breves palabras define qué es para ti un fósil.
2. Marca con una “X” lo que creas que es un fósil.
 - Una piedra.
 - Animales del pasado.
 - Animales y vegetales del pasado.
 - No existen los fósiles.
3. Explica el porqué de la respuesta a la cuestión número 2.
4. Imagina que tuvieras que escoger diferentes cosas para que se convirtieran en un fósil. Marca con una X lo que elegiríais.
 - Un mejillón de la paella.
 - Un balón de fútbol.
 - Una hoja de una planta.
 - Una botella de coca-cola.
5. Lee las siguientes respuestas y elige la que creas que es la correcta acerca de cómo han llegado los fósiles a nuestros días.
 - Fueron preparados por alguien para conservarse.
 - Por un proceso natural de conservación.
 - Es un invento y en realidad no existen.
6. Cuenta por qué has elegido la respuesta anterior.

Anexo 2

- | | |
|--|-------------------------|
| 1.- El fósil no tiene rayas abultadas y tiene forma de árbol | 2.- |
| El fósil tiene rayas abultadas como si fueran arrugas | 3.- |
| 2.- El fósil es pequeño y tiene forma de peine | GRAPTOLITES. |
| El fósil tiene hojas, tallos y ramas | RESTO DE PLANTA. |
| 3.- El fósil tiene forma de concha | 4.- |
| El fósil no tiene forma de concha | 7.- |
| 4.- La concha solo tiene una pieza | 5.- |
| La concha tiene dos piezas | 6.- |
| 5.- La concha es plana | AMMONITES. |
| La concha no es plana | GASTEROPODOS. |

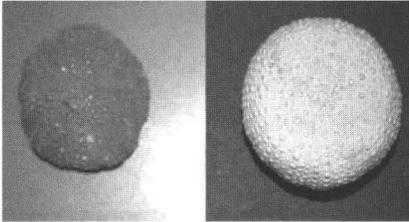
- Dos piezas de la concha: iguales en forma y tamaño**BIVALVOS.**
- 7.- El fósil está dividido en tres partes**TRILOBITES.**
El fósil no está dividido en partes **8.-**
- 8.- El fósil tiene placas y forma como una pelota **EQUINODERMO.**
El fósil no tiene placas y sin forma de pelota **9.-**
- 9.- El fósil tiene forma de gorro de bruja o de tubo **BELEMNITES.**
El fósil no tiene forma de tubo ni de gorro de bruja **10.-**
- 10.- El fósil tiene forma de rueda de bicicleta **CORALES.**
Fósil con forma de hueso o de diente **RESTO DE VERTEBRADO.**

ANEXO 3

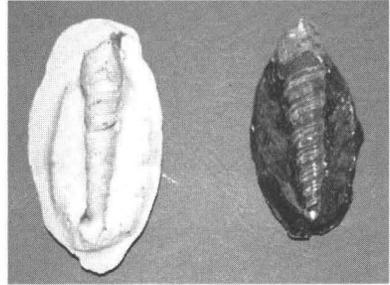
Algunas páginas de paleontología en castellano:

- <http://www.fossilnews.com/fnintrosp.html> (Está en castellano. Son noticias acerca de fósiles y puede servir para algunas actividades).
- <http://www.grinpach.cl/> (Grupo de investigaciones paleontológicas de Chile. Con varios contenidos).
- <http://www.paleonet.com.ar/> (Paleonet es argentino y es portal de paleontología).
- www.paisvirtual.com/ciencia/naturaleza/molina/

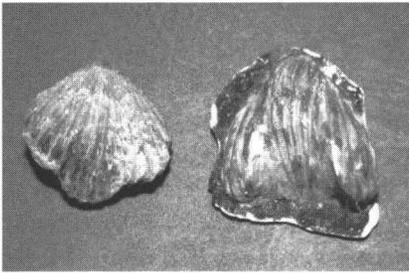
LÁMINA I



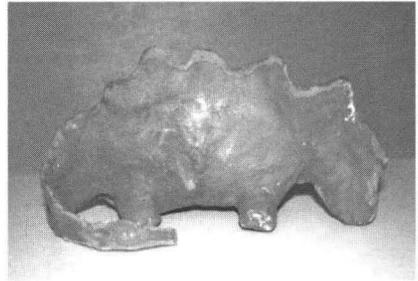
1



2



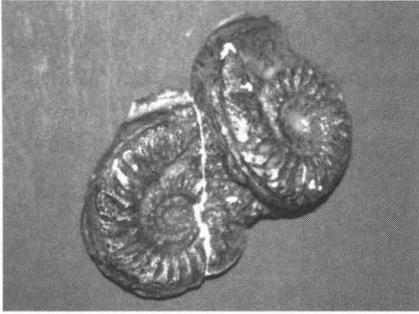
3



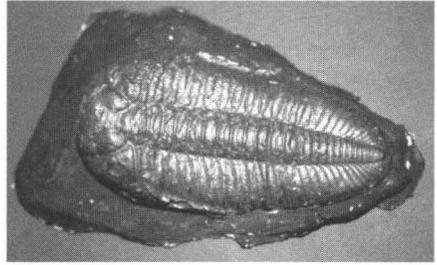
4

1. Negativo de dos equinodermos, el primero pintado por los alumnos y el segundo es la réplica en escayola tal cual.
2. Negativos de gasterópodos, el primero se muestra tal como queda la réplica obtenida con escayola y el segundo ejemplar está pintado por los alumnos de Magisterio.
3. Negativos de braquiópodos (*Rhynchonellas*) obtenidos y decorados por los alumnos de Magisterio.
4. Molde de un dinosaurio obtenido en arcilla.

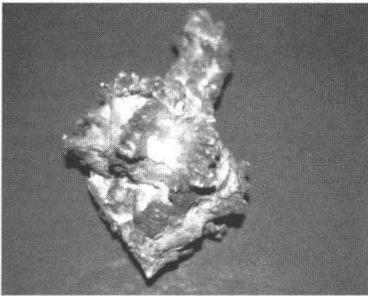
LÁMINA II



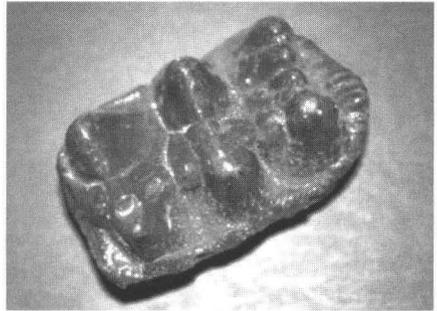
1



2



3



4

1. Negativo de ammonideos obtenido y pintado por los alumnos de Magisterio.
2. Negativo de un trilobites (*Paradoxides*) obtenido y decorado por los alumnos de Magisterio.
3. Negativo de un gasterópodo obtenido y decorado por los alumnos de Magisterio.
4. Molde de una muela de proboscídeo obtenida con silicona.