

# EXPERIENCIAS E IDEAS PARA EL AULA

## LOS DINOSAURIOS COMO RECURSO DIDACTICO EN LAS ENSEÑANZAS MEDIAS

Federico Luis Clauss (1)

### RESUMEN

*Se refieren en este artículo diversas experiencias educativas en torno al mundo de los dinosaurios dirigidas al alumnado de 1º de B.U.P. de un Colegio privado de la capital onubense, aunque pudieran extenderse a otros niveles (3º B.U.P. o segundo ciclo E.S.O.) y que tuvieron como objetivos acercar el mundo de los dinosaurios a los alumnos a través de la reconstrucción de yacimientos, su situación correcta en el tiempo geológico, la interpretación de sus huellas, la descripción de su diversidad y el análisis crítico de las hipótesis de extinción. La metodología que se puso en práctica incluyó la combinación de trabajo individual y en equipo, así como la utilización de material audiovisual. Las actividades comprendieron la elaboración de diagramas de relación-asociación y de mapas conceptuales, la confección de diaporamas, así como seminarios y debates. Entre las propuestas, dos lecturas científicas, un dossier de prensa, un periódico mural, un artículo científico-periodístico y la Evaluación del proceso Enseñanza-Aprendizaje, de los alumnos y del profesor.*

### ABSTRACT

*This article makes reference to several educational experiences about the world of the dinosaurs. They are addressed to students of 1º B.U.P. from a private school from Huelva, although they can be extended to other levels (3º B.U.P. or second cycle of E.S.O.). The aim was to make closer the world of the dinosaurs to the students, through the reconstruction of deposits, its accurate location in the geological time period, the interpretation of their prints, the description of their variety and the critical analysis of the hypothesis about their extinction. The methodology on practice included a combination of both individual and group work as well as the use of audiovisual equipment. The activities comprehended the elaboration of relation-association diagrams and conceptual maps, the creation of slides as well as seminars and debates. As proposal activities, two scientific readings, paper dossier, wall chart paper, scientific-journalistic article and an evaluation of the Teaching-learning process in the teacher and the students.*

### 1. INTRODUCCION

De unos años a esta parte es cada vez más frecuente encontrar referencias relacionadas con los dinosaurios, aparecidas en la prensa diaria, en revistas de divulgación o especializadas, Congresos científicos, documentales televisivos (Canal +), narrativa (Michael Crichton) y últimamente en el cine ("Parque Jurásico", de Steven Spielberg).

Han sido numerosos los científicos muchos de ellos paleontólogos, que han dedicado su experiencia a intentar reconstruir los dinosaurios a partir del registro fósil. Su estudio comenzó a principio del siglo XIX, atribuyéndose el descubrimiento de los primeros restos fósiles a Mantell ("Iguanodon") y a Buckland ("Megalosaurus").

Posteriormente tuvieron lugar las contribuciones de Owen, que utilizó por primera vez la palabra "Dinosaurio" (Lagarto terrible) y de Cope y Marsh, hacia el último tercio del siglo pasado. Ambos pusieron en marcha expediciones de exploración que condujeron a poner de manifiesto su magnífica abundancia durante el Mesozoico, así como una enorme variedad de formas y tamaños (Brontosaurus, Stegosaurus, Triceratop, etc..., convirtiéndose en rivales.

Avanzando en el tiempo y apoyado en las contribuciones de Cope y Marsh, tuvo lugar la época de los cazadores de dinosaurios tanto en Norteamérica y Europa, como en África y Asia. Entre los estadounidenses citar a Sternberg, Hatcher, Douglass, y Brown, de quien se dice que logró extraer más dinosaurios de la tierra que cualquier otro hombre. La búsqueda de fósiles en Europa fue llevada a cabo por Dollo, quien es recordado por el descubrimiento de un esqueleto de Iguanodon. Las primeras evidencias en África proceden de Broom y Slatter, quien concluyó sus investigaciones hacia 1929. En 1922 un grupo de naturalistas, paleontólogos y geólogos, dirigidos por Andrews iniciaron la búsqueda de restos fósiles de dinosaurios en Asia. Después de innumerables vicisitudes lograron uno de los hallazgos que le dio fama mundial a la expedición, la presencia en rocas cretácicas de lo que eran Huevos de dinosaurios. Estas expediciones continuaron hacia 1930, procediéndose a continuación al montaje y exposición de los dinosaurios en diversos museos.

(1) Facultad De Ciencias Experimentales Departamento de Geología y Minería. 21819 La Rábida, Palos de la Frontera (Huelva)

Una vez que se disponía de un abundante y variado registro fósil se entró en una etapa de "resurgimiento y revisionismo" sobre los dinosaurios, en la que nos encontramos en la actualidad. Se intenta dar respuesta a cuestiones clave como: ¿Cuál era su modo de vida? ¿Qué tipo de vida social llevaban? ¿Eran los dinosaurios un ejemplo de evolución por mal camino? ¿Estaban condenados a extinguirse? Si lograron persistir sobre la tierra tantos millones de años ¿porqué se extinguieron bruscamente?

Se han invocado multitud de razones para explicar su desaparición unas con una cierta base científica (causas geológicas, astronómicas..) mientras que otras dentro del campo meramente especulativo (envejecimiento, 'exceso de estupidez,' paleomelancolía, voluntad divina, etc). ¿Desaparecieron en realidad, sin dejar ningún tipo de descendencia?

Y como ha afirmado Wilford (1991), los dinosaurios satisfacen las necesidades de niños y hombres en cuanto a misterio, aventuras y fantasía. Vivieron hace tantos millones de años que este pasado tan remoto solo puede ser imaginado en la mente humana. Una gran mayoría eran de grandes dimensiones, sin tener ningún parecido con otro ser viviente de la época y su desaparición en la noche de los tiempos continua sin ser aclarada.

Como ha destacado una insigne paleontóloga polaca, Zofia Kielan-Jaworowska (1969), "no existe nada más fascinante que el viaje intelectual al pasado como plantea la paleontología, de manera que el estudio de la evolución de los animales que poblaron la tierra hace millones de años y su comparación con la historia de la presencia del hombre - tan escasa a escala del tiempo geológico- coloca al hombre en el mundo de los seres vivientes en su verdadera perspectiva".

Por otra parte, en didáctica de las ciencias se ha comprobado ampliamente que las ideas iniciales de los alumnos existen y que se muestran persistentes y resistentes al cambio; todo ello constituye un serio problema para la enseñanza que tiene por función facilitar la evolución de las concepciones de los alumnos hacia concepciones científicas más elaboradas. Según la estrategia de "cambio conceptual" sería necesario provocar en el alumno una ruptura con las ideas que mantenía hasta el momento, haciéndolo progresar en el conocimiento, Gómez et al. (1989). En un trabajo de Sequeiros (1991) sobre "Desarrollo de las representaciones mentales sobre la Evolución", como resultado de una serie de encuestas dirigidas a alumnado de los niveles de E.G.B., B.U.P., E.S.O. y F.P., con edades comprendidas entre los 6 y los 18 años, se pusieron de manifiesto una serie de errores conceptuales referidos a la evolución de los animales y plantas a lo largo del tiempo geológico, al origen del hombre, a las representaciones que tenían los alumnos sobre los animales antiguos (*Dinosaurios*), a sus ideas acerca de los fósiles y del tiempo geológico. Más

en detalle, los principales fallos tenían que ver con el hecho de que animales y plantas no han experimentado cambios a lo largo de muchos millones de años (no aceptándose la teoría evolutiva); la coincidencia en el tiempo de dinosaurios y hombres -su ubicación incorrecta en la escala de tiempo geológico-, la procedencia de los dinosaurios como animales de otro planeta y las mayores dimensiones de los animales antiguos al compararlo con los actuales; la importancia de los restos fósiles (esqueleto) para reconstruir las plantas y los animales antiguos y finalmente la duración del tiempo geológico desde que hicieron su aparición los animales y las plantas sobre la Tierra (-edad absoluta-).

Ciertas actividades relacionadas fundamentalmente con el mundo de los dinosaurios, como las descritas en este trabajo, pudieran contribuir a clarificar las ideas erróneas de manera que los alumnos sustituyan sus representaciones previas no científicas por otros conceptos ya claramente científicos.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos que nos planteamos a la hora de llevar a cabo las experiencias educativas acerca de los dinosaurios fueron los siguientes:

1. Acercar a los alumnos de EEMM el mundo de los dinosaurios, para que a través de ellos construyan en su mente una serie de conceptos geológicos, *paleontológicos*, biológicos, ecológicos, astronómicos, etc.. presentes en el curriculum de las diferentes asignaturas de ciencias.

2. En el campo de la Paleontología:

2.1. Adquisición de ideas básicas de cómo se reconstruye un yacimiento de dinosaurios (técnicas de investigación paleontológica).

2.2. Adquirir una idea aproximada sobre el origen y evolución de la vida en la Tierra hasta el momento en que hacen su aparición los dinosaurios, para situarlos correctamente dentro de la escala de tiempo geológico, observándose la no asociación en el tiempo entre hombres y dinosaurios.

2.3. Aprendizaje de la información que se puede extraer a partir del registro de huellas de dinosaurios, relativas a su ecología, conducta, modo de locomoción, medio vital, ...

2.4. Conocimiento de la enorme diversidad que mostraba este grupo animal, tanto en tamaños como en formas, desde individuos de *escasa envergadura* hasta otros de enorme peso o semejantes a mamíferos actuales, familiarizándose con los nombres dados a los géneros más comunes.

2.5. Enumerar y criticar con la ayuda del profesor las hipótesis más importantes que intentan explicar la extinción de estos organismos, con atención principal a las evidencias y objeciones de cada una de ellas. Señalar cómo éstas no tie-

nen el rango científico de teorías. Tratar de conseguir que el alumno desarrolle su sentido crítico tomando partido por alguna de dichas hipótesis a través de discusiones o debates en grupos.

2.6. Proponer actividades con objeto de estudiar el mundo de los dinosaurios a través de la prensa escrita, que constituye un auxiliar didáctico de gran importancia dentro del currículum, puesto que conecta el centro educativo con nuestro medio cultural, despertando el sentido crítico de los alumnos (Gómez y Miralles, 1993).

### 3. METODOLOGIA

La metodología que fue puesta en práctica en la realización de actividades consistió en primer lugar con la proyección de material audiovisual (Documentales en video: "Planeta Milagroso" y "Canal Plus"), cuyo visionado permitió detectar una serie de conceptos, elaborándose un glosario de términos pertenecientes a los campos de la Geología-Paleontología, Biología, Ecología, Astronomía, etc... , para posteriormente buscar su significado (por pequeños grupos) en libros de texto, divulgativos o científicos, mediante la colaboración del profesor.

A la hora de reflejar cómo era la vida antes de que surgieran los dinosaurios pensamos que sería interesante elaborar un montaje de diapositivas, con diferentes etapas desde la formación de la tierra hasta llegar a los antepasados de los dinosaurios, para que así tuvieran idea del proceso de evolución de la vida sobre la tierra. El diaporama lo realizaron por grupos, quedando para sesiones posteriores la exposición del mismo a la clase.

La reconstrucción de un yacimiento de dinosaurios se llevó a cabo mediante fotocopias sin texto, únicamente con esquemas en las que se le solicitaba que redactasen con sus propias palabras un texto que sintetizara lo que expresaban las figuras.

Para tratar el tema de "los restos de pisadas de dinosaurios" nos basamos en lo expuesto por Parker y Fornani (1990). Primeramente realizamos una primera introducción teórica que respondiese a las siguientes preguntas: ¿Cómo se forma una huella? ¿Para qué sirve el estudio de las icnitas? Con objeto de verificar si el aprendizaje era correcto, les suministramos varias fotocopias que registraban agrupaciones de icnitas con diversas orientaciones y tamaños, en las que debían responder una serie de cuestiones.

Para que conociesen con cierto detalle la enorme variedad existente en el mundo de los dinosaurios, de acuerdo con Gore (1993) construyeron por grupos un diaporama, exponiéndolo a continuación en el aula con la ayuda del profesor. Se intentaba así que comprendiesen la importancia de este grupo animal y su parecido con otros animales vivos de la actualidad.

La extinción de los dinosaurios fue tratada con amplitud y extensión durante varias sesiones.

Para las diferentes causas de su desaparición (Hipótesis) con sus correspondientes evidencias les planteaba qué objeciones o argumentos en contra podían esgrimirse. De esta forma adquirían la noción de hipótesis frente a la de teoría científica y se inclinaban por aceptar alguna de las causas propuestas, desarrollando su sentido crítico.

Se propone la realización de diversas lecturas complementarias sobre si eran o no animales de sangre caliente, o sobre su grado de inteligencia y un estudio de este tema a través de la prensa escrita.

Indicar finalmente que las actividades derivadas del vocabulario científico, los diaporamas, la reconstrucción de yacimientos, el estudio de las huellas, así como el seminario acerca de las hipótesis de extinción, fueron llevados a cabo por alumnas de 1º de B.U.P. que habían optado por la U.D.C. "Laboratorio de Ciencias". Dado que la unidad temática sobre "Historia de la Tierra" está incluida en el programa de la asignatura de Ciencias Naturales de 3º B.U.P. sería adecuado desarrollar estas actividades como complemento del currículum. Asimismo resultaría interesante ponerlas en práctica con alumnos de segundo ciclo de la E.S.O. (Enseñanza secundaria Obligatoria).

El esquema metodológico del trabajo aparece recogido en la figura 1.

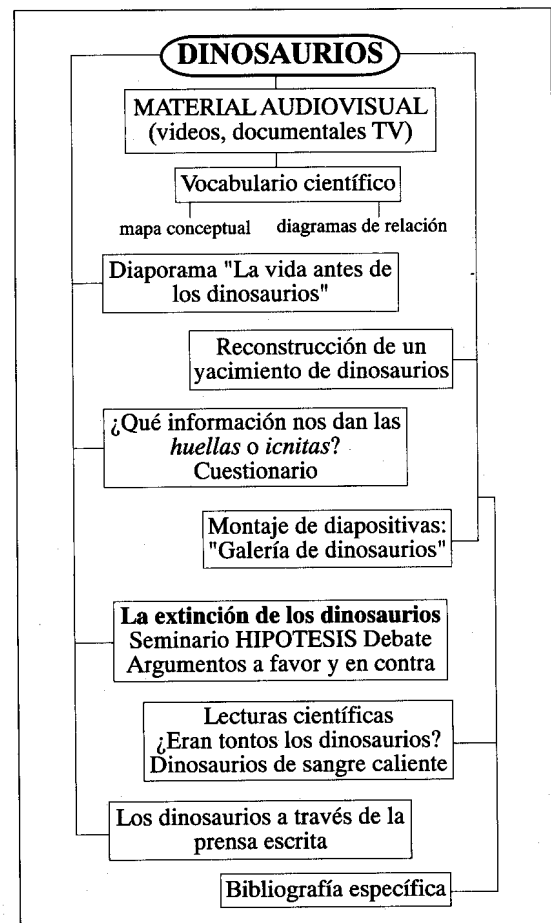


Fig. 1.-Esquema metodológico

#### 4. ACTIVIDADES

La proyección de videos-documentales relacionados con la desaparición de los dinosaurios permitió detectar los siguientes conceptos:

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| - Paleontología      | - Plesiosaurios         |
| - Triásico           | - Ictiosaurios          |
| - Jurásico           | - Carbonífero           |
| - Cretácico          | - Angiospermas          |
| - Terciario          | - Coníferas             |
| - Iridio             | - Microtectita          |
| - Estrato            | - Diversidad            |
| - Plancton           | - Exito adaptativo      |
| - Asteroides         | - Superespecialización  |
| - Meteoritos         | - Endocrino             |
| - Efecto Invernadero | - Dinosaurios terópodos |
| - Teleósteos         | - Ecosistemas           |
| - Material basáltico | - Comunidades           |
| - Fanerógamas        | - Criptógamas           |
| - Alcaloides         | - Taninos               |
| - Fotosíntesis       | - Deriva continental    |
| - Pólen fósil        | - Planctónico           |
| - Supernova          | - Plutonio-244          |

A continuación se procedió a una búsqueda del significado de estos términos con ayuda de bibliografía adecuada y con la colaboración del profesor. Ha sido posible así elaborar un **esquema conceptual** sobre las diferentes disciplinas científicas implicadas en el estudio de los dinosaurios (fig. 2).

Otra de las actividades que ha sido posible llevar a cabo, consistió en la construcción de **diagramas de relación** de los conceptos detectados, **asociándolos** a los siguientes núcleos temáticos:

- 1.- Períodos geológicos de la historia de la tierra
- 2.- Componentes de las galaxias
- 3.- Reptiles y peces antecesores de los dinosaurios
- 4.- Conceptos relacionados con la Ecología
- 5.- Consecuencias del impacto de asteroides y meteoritos

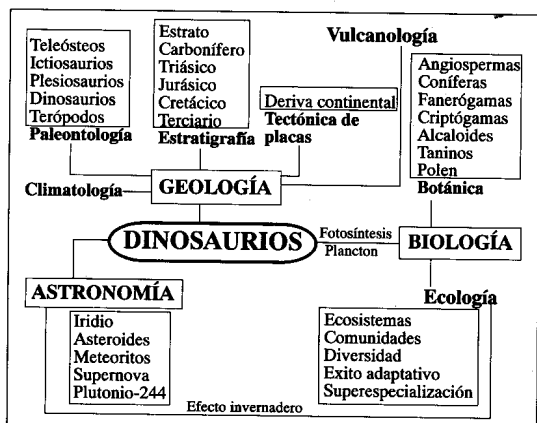


Fig. 2

#### 6.- El Reino de las plantas

#### 7.- Tectónica (de placas)

Para la confección del diaporama "La vida antes de los dinosaurios", Parker y Fornani (1990), establecimos en el aula dos grupos, de 6 alumnos cada uno. Se elaboraron unas 24 diapositivas (ver fig. 3), en las que se reflejaron los siguientes temas:

**A. Formación de la tierra.** Desde la primigenia nube de gas y polvo interestelar hasta su unión por la gravedad en una esfera con un núcleo sólido.

**B. La primera vida.** De hace unos 3200 millones de años datan los restos fósiles de lo que podría corresponder al origen de la vida. Se trata de seres con enorme parecido a las bacterias y algas verdes actuales.

**C. Aumento de la complejidad en los seres vivos.** Medusas y gusanos (fósiles de cuerpo blando) de hace 670 m.a.

**D. Primeros animales con concha.** Hace unos 570 m.a. hicieron su aparición en la tierra los braquiópodos (primeros organismos provistos de caparazón), semejantes a los bivalvos existentes en nuestras costas.

**E. Desarrollo de la columna vertebral.** En el Ordovícico surgieron los primeros seres con columna vertebral, los peces.

**F. Peces que se independizan del agua.** En el Devónico (370 m.a.) Algunos peces abandonan el agua ("Ichtyostega").

**G. Aparición de las plantas terrestres.** La adquisición de una cubierta impermeable y de tallos rígidos permitió que crecieran en tierra.

**H. Surgimiento de los anfibios.** Evolucionaron a partir de los peces, apareciendo durante el Carbonífero-Pérmico (final del Paleozoico).

**I. Reptiles como mamíferos.** Hacia finales de la Era Primaria aparecen los reptiles. Los científicos creen que evolucionaron hacia los mamíferos.

**J. Los primeros insectos.** Los insectos hacen

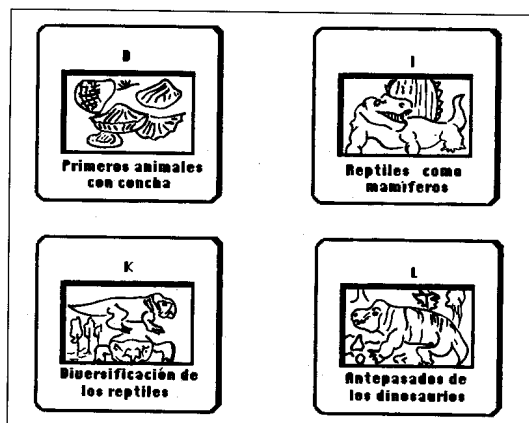


Fig. 3

su aparición durante el Carbonífero, servían de alimento a los anfibios, tratándose de cucarachas y libélulas de gran tamaño.

**K. Diversificación de los reptiles.** Durante el Mesozoico poblaron la tierra numerosos grupos diferentes de reptiles.

**L. Antepasados de los dinosaurios.** Un grupo reptiliano, los tecodontos, de hace unos 220 m.a. (Triásico) pueden considerarse los antecesores de los dinosaurios. Eran semejantes a los cocodrilos actuales.

Con posterioridad a la confección del montaje de diapositivas agrupamos a estos alumnos en 2 equipos con objeto de que las expusieran y comentaran a toda la clase. Uno de los grupos se referiría a las diapositivas desde la **Formación de la tierra hasta Peces que se independizan del agua**, mientras que el otro explicaría desde **aparición de las plantas terrestres hasta los antepasados de los dinosaurios**.

Con respecto a las "Huellas de Dinosaurios", en primer lugar enunciamos los tipos de fósiles (fig. 4) que se pueden diferenciar y a continuación representamos mediante esquemas la formación de una icnita. Posteriormente planteamos la cuestión de ¿Para qué sirve el estudio de las huellas? ¿Qué información nos pueden aportar?

Entre otros aspectos el estudio de las pisadas permite:

- Identifican al autor de las huellas
- Establecer su modo de locomoción
- Nos indican la diversidad de formas, desde aquellas con poco peso o envergadura hasta otras de mayor tamaño.
- Detectar su conducta, incluyendo aquí su velocidad (caminaban, marchaban o corrían), su posible gregarismo, es decir si iban en grupo (rebaños) o por libre, cuál era la dirección en que se movían, la relación depredador-presa, etc..
- Condiciones paleoambientales

A partir de un conjunto de pisadas, Parker y Fornani (1990), elaboramos el siguiente cuestionario:

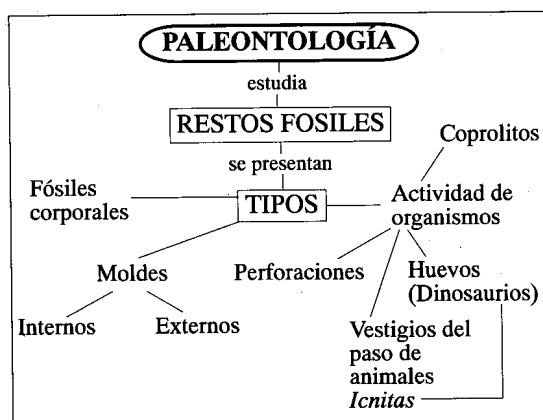


Fig. 4

1.-¿Viajaban en manada o se trataba de individuos aislados?

2.-¿En qué dirección se movían?

3.-En cuanto a su velocidad, ¿Caminaban, marchaban o corrían ?

4.-Podrías indicar algo sobre su peso...

5.-¿Se hallaban de cacería? o por el contrario, ¿Se trataba de una reunión familiar?

Otra de las actividades consistió en la elaboración por los alumnos de un diaporama titulado "Galería de dinosaurios" (fig. 5), basándonos en lo establecido por Parker y Fornani (1990). En él tenían cabida los grupos más comunes, desde los Ceratópsidos hasta los Tiranosaurios. Para cada uno de ellos se señalaba su distribución en el tiempo, si eran carnívoros o herbívoros, su tamaño, aspectos de su estructura anatómica, su comportamiento social, el ambiente en que vivían etc.. Uno de los aspectos que más atención se le prestó fue el asociar el nombre de estos grupos con el de animales vivientes hoy en día. Así por ejemplo a los "Ceratópsidos" se les puede llamar dinosaurios rinocerontes, los Ornitomíidos y Troodontidos muestran un gran parecido con los pájaros (la raíz ornito..significa pájaro), etc.. Otros en cambio son los llamados dinosaurios Tanque ( anquilosaurios).

Como ya mencionamos en la Introducción una de las cuestiones que más interés han suscitado en torno a los dinosaurios ha sido el problema planteado por su brusca desaparición. Para ello tomamos como punto de partida un artículo de Fernández-Jalvo (1990) incluido en un monográfico acerca de los dinosaurios, editado por el Museo de Ciencias Naturales.

El primero de los debates que se planteó tenía que ver con el porqué estas causas tienen el rango de hipótesis y no se trata de teorías. La principal razón se basa en que estas suposiciones no han podido ser totalmente demostradas. Por otra parte resulta que los expertos no se inclinan por una causa sino por varias, geológicas (erupciones volcánicas, deriva de los continentes y retirada del mar en esa época), o astronómicas (impacto

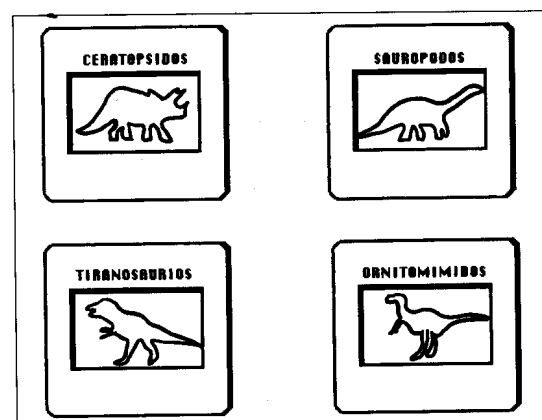


Fig. 5

de meteoritos, explosión de una supernova,...). Cuando se analizan en detalle estas hipótesis se ve que salvo aquellas que carecen totalmente de fundamento, unas son más ciertas que otras, pero podemos hacernos la siguiente pregunta ¿Cuál de ellas es la verdadera? ¿Qué acontecimiento sucedió realmente para que desaparecieran los dinosaurios? Existen hoy en día numerosas incógnitas en torno a su extinción a las que la investigación científica trata de dar respuesta.

Por grupos los alumnos trabajaron las respuestas a dar a las objeciones de las hipótesis de extinción, tomando como punto de partida los argumentos a favor (cuadro adjunto):

## 5. ACTIVIDADES PROPUESTAS

Como complemento de las actividades anteriores pueden realizarse una serie de "lecturas científicas" en las que figura como centro de interés si los dinosaurios eran o no de sangre caliente, o si padecían un exceso de estupidez, Gould (1983), en las que los alumnos habrán de responder las siguientes preguntas:

1. Explica con tus propias palabras cuáles son las razones dadas por el autor para afirmar que los dinosaurios eran de sangre caliente.

1.1. ¿Cómo podían mantener alta la temperatura de su cuerpo los dinosaurios que vivían en latitudes altas?

1.2. ¿Quién puede comer más para mantener la temperatura de su cuerpo constante, un animal de sangre fría o uno de sangre caliente? ¿Dónde

abundarán más los depredadores en comunidades de sangre caliente o de sangre fría?

1.3. ¿Todos los dinosaurios que has estudiado, eran de grandes dimensiones y de movimientos lentos? ¿A que grupo moderno de organismos se parecen?

a. ¿Qué motivo se da para que los dinosaurios se extinguieran?

b. ¿Piensas que de verdad eran tontos los dinosaurios?

c. Explica alguna de las razones que se pueden dar para que se pueda afirmar que estaban dotados de cierta inteligencia

d. Busca ayudandote de bibliografía específica el significado de: *Brontosaurio*, *Paleontólogo*, *Registro fósil*, *saurópodos*, *golas*, *hadrosaurios* y *ceratósidos*.

Puesto que los dinosaurios han sido profusamente comentados en la prensa escrita, creemos que sería de interés realizar una serie de actividades en torno a ellos, utilizando como auxiliar didáctico los artículos periodísticos. Tomando como referencia la propuesta metodológica establecida por la U.N.E.D. (1992), combinando los modelos estático y dinámico, podrían llevarse a cabo:

### I. Actividades de iniciación y orientación

Elaboración de un *dossier* de noticias periodísticas que vayan apareciendo sobre el mundo de los dinosaurios (Descubrimiento de nuevas especies-dinosaurios primitivos; Huellas fósiles; Hipótesis acerca de su desaparición; etc..)

HIPOTESIS	EVIDENCIAS
<p><b>1. Superespecialización-Inadaptación.</b> -Argumentos en contra: uno de los grupos que se dedicó a estos temas pensaba que era bastante difícil que se dieran unas circunstancias climáticas o ambientales que influyeran sobre todos los grupos de dinosaurios. Existirían dinosaurios muy especializados a determinadas características del medio, mientras que otros grupos serían muy sensibles frente a otras. ¿Cómo pensar entonces en circunstancias desfavorables para todos?</p>	<p><b>Formas especializadas.</b></p>
<p><b>2. Exceso de estupidez.</b> -Argumentos en contra: como afirmaba uno de los equipos, según ciertos estudios (de huellas) los dinosaurios sabían comportarse frente a determinadas circunstancias desfavorables (por ejemplo: protegían sus crías ante el peligro). Es decir, que habían adquirido un comportamiento social, lo cual es impropio de seres "estúpidos".</p>	<p><b>Capacidad craneana reducida.</b></p>
<p><b>3. Grosor de la cáscara de los huevos.</b> -En este caso los alumnos pusieron en duda la existencia de nidadas de huevos sin romper. Eran de la opinión de que puesto que han transcurrido tantos millones de años, sobre estos restos fósiles han actuado lavas de volcanes, lluvias torrenciales, riadas, etc que han impedido su endurecimiento. En cierta forma se cuestionan el proceso de fosilización.</p>	<p><b>Huevos sin romper.</b></p>
<p><b>4. Todos evolucionaron a aves.</b> -Argumentos en contra: sus rasgos anatómicos no pudieron llegar a desarrollarse para dar origen a las alas. Por otra parte existían dinosaurios de talla muy grande, y en este caso ¿Cómo explicar su evolución hacia aves? Pueden observarse dificultades en la comprensión del proceso evolutivo.</p>	<p><b>Antecesores de aves: Dinosaurios Terópodos.</b></p>
<p><b>5. Superpoblación de herbívoros y carnívoros.</b> -Argumentos en contra: Nunca se produciría una superpoblación que los afectara, ya que su tasa de reproducción no era muy elevada.</p>	<p><b>Extinción por falta de alimento.</b></p>
<p><b>6. Envenenamiento por plantas con flor.</b> -Argumentos en contra: como resultado del tipo de alimentación se extinguirían todos los animales que se alimentaban de ellas, ¿por qué únicamente los dinosaurios?</p>	<p><b>Cambios en la vegetación.</b></p>
<p><b>7. Erupciones volcánicas.</b> -Objeciones: como resultado de las emisiones de polvo y ceniza de los volcanes se produciría algo semejante al "efecto invernadero", muriendo no sólo los dinosaurios sino también otros animales que poblaban el mismo ambiente.</p>	<p><b>Nivel rico en Iridio (Cretácico/Terciario).</b></p>
<p><b>8. Deriva Continental y retirada del mar durante el Cretácico (proceso gradual).</b>  -Objeciones: si los cambios que acontecieron durante ese período fueron graduales los dinosaurios podrían haberse adaptado a las nuevas circunstancias y sobrevivir.</p>	<p><b>Faunas fósiles idénticas en áreas hoy separadas. Faunas diferentes en zonas hoy comunicadas. Registro de las regresiones marinas (Estratigrafía).</b></p>

Estudio de los recortes de prensa de manera que se seleccionen aquellos artículos dotados de un mayor significado paleontológico. *Ordenar y clasificar* la información, estableciendo los siguientes *núcleos temáticos*:

1. DINOSAURIOS PRIMITIVOS
2. HUELLAS FOSILES
3. EL DESTINO DE LOS DINOSAURIOS
4. ASI VIVIAN LOS DINOSAURIOS
5. CAZADORES DE DINOSAURIOS
6. ERRORES COMO DINOSAURIOS
7. LOS DINOSAURIOS NO PASAN DE MODA

Realizar *comparaciones* entre distintas informaciones acerca de una misma noticia. En este caso podría contrastarse la opinión dada por diversas publicaciones acerca de la extinción de los dinosaurios.

Elaboración de *resúmenes*. Que los alumnos sinteticen con sus propias palabras diversas noticias y que las archiven (Dossier de prensa). El profesor utilizará como pauta metodológica la selección de lo más significativo desde un punto de vista científico, y su relación con los conocimientos anteriores, actuales o futuros de los estudiantes, a través de un análisis de sus ideas previas.

## II. Actividades de explicitación y reestructuración de ideas.

Diseño de un *periódico mural* sobre "La desaparición de los dinosaurios"; "Descubrimiento y reconstrucción de dinosaurios"; "La Era de los dinosaurios"; "Huellas en el tiempo"; "Galería de dinosaurios", etc (TRABAJO EN EQUIPO)

Puesta en común de las opiniones de cada uno de los grupos.

Elaboración de un *artículo* sobre el "Archaeopteryx" (TRABAJO INDIVIDUAL)

La estrategia metodológica a seguir en este grupo de actividades tratará de expresar los conocimientos científicos de manera clara y precisa, tanto en el caso de los alumnos como en el profesor. Igualmente se centrará en cuestiones controvertidas o que susciten el debate para favorecer así el espíritu crítico.

## 6. PROPUESTA DE EVALUACION

La valoración de esta Unidad Didáctica habrá de incorporar un estudio de las ideas previas de los alumnos sobre los dinosaurios (evaluación inicial-diagnóstico), a través de una encuesta, semejante en algunos de los ítems a la propuesta por Sequeiros, 1991. Posteriormente se tendrá en cuenta:

- A) Evaluación del proceso de Enseñanza-Aprendizaje
- B) Evaluación de los alumnos
- C) Evaluación del profesor

### Evaluación del Proceso de Enseñanza-

## Aprendizaje

A través de instrumentos de registro como pueden ser las fichas de observación (por grupos) se detectarán las dificultades en la realización de las actividades (diagramas de relación, mapas de conceptos, diaporamas, reconstrucciones e icnitas...), y se plantearán sugerencias para los días siguientes. Por otra parte se harán anotaciones relativas al grado de participación e interés mostrado por los alumnos en el desarrollo de las actividades.

### Evaluación de los alumnos

Contempla por un lado los **conocimientos** que serán evaluados mediante el grado de asociación en los diagramas de relación (se les pedirá que relacionen los conceptos y establezcan el porqué de esa asociación), y la elaboración de mapas conceptuales. Como establece Ontoria et al. (1992), para utilizar los mapas conceptuales como técnica de evaluación se han de tener en cuenta los siguientes criterios:

1.- Organización jerárquica de la estructura cognitiva, es decir que los conceptos más generales y menos específicos incluyan a los menos generales y menos inclusivos.

2.- Diferenciación progresiva, mediante dos enfoques:

2.1. Se elige un concepto clave y se le pide a los alumnos que construyan un mapa conceptual con todos los conceptos y relaciones posibles.

2.2. Seleccionar varios conceptos y pedir al alumnado que confeccione un mapa con ellos; de esta manera se visionan las relaciones correctas y las que no lo son.

3.- Reconciliación integradora. Se realiza un mapa previo antes del comienzo de la unidad y otro al terminar la proyección de video y la búsqueda del significado de conceptos. de esta forma se valoran los conocimientos previos de los alumnos, se clarifican las ideas y se hacen nuevas aportaciones al aprendizaje, descubriéndose concepciones equivocadas o jerárquicamente mal colocadas.

La evaluación de las **actitudes** se realizará a través de una encuesta en la que habrán de responder a preguntas como éstas:

¿Habéis mostrado actitud de trabajo (nivel individual)?

¿Ha existido colaboración en el trabajo en equipo?

¿Cómo valoráis vuestra actitud crítica frente a los temas propuestos (estudio de huellas, causas de la extinción)?

Con respecto a las **habilidades** se prestará atención especial al grado de acabado en los montajes de diapositivas ("La vida antes de los dinosaurios" y "Galería de dinosaurios"), la claridad en las exposiciones, así como la originalidad

y un cierto "rigor científico" en la interpretación de las huellas y en la reconstrucción del yacimiento.

### Evaluación del Profesor

Finalmente para proceder a evaluar al profesor se les suministrará un cuestionario (al finalizar la Unidad), que recoga entre otros los siguientes ítems:

¿El profesor ha actuado como moderador respetando el ritmo personal y de los grupos?

¿Nos ha animado a resolver las cuestiones planteadas por nosotros mismos?

¿Ha explicado los conceptos de una manera clara y sencilla, fácilmente comprensible?

Señalar finalmente que en la elaboración de esta propuesta de evaluación se han recogido las aportaciones realizadas por Gaona (1993).

### AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Leandro Sequeiros por la revisión previa del manuscrito original y a María Dolores Guillén Bejarano por la traducción al inglés del resumen.

### BIBLIOGRAFÍA

Fernández-Jalvo, Y. (1990). La extinción de los dinosaurios. *Dinosaurios*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, C.S.I.C. Iberduero. Madrid

Gaona Pérez, A.J. (1993). Los Bosques: conservación y reciclaje de papel. XV Concurso de Experiencias Escolares sobre Educación Ambiental. Premio Santillana.

Gómez, J. y Miralles, R. (1993). La prensa en la escuela: primeros pasos. *Cuadernos de Pedagogía* .213, 72-76.

Gómez, I. , Izquierdo, M. , Mauri, T. y Sanmartí, N. (1989). La selección de contenidos en las ciencias. Monográfico Reforma y Currículum. *Cuadernos de Pedagogía*. 268, 32-37.

Gore, R. (1993). Dinosaur. *National Geographic*. 183 (1), 2-53.

Gould, S.J. (1983). *El pulgar del panda*. Blume. Barcelona, pp 352.

Kielan-Jaworowska, Z. (1969). *Hunting for Dinosaurs*. Cambridge, Mass. Gran Bretaña.

Parker, S. y Fornani, G. (1990). *Cómo vivían los dinosaurios*. Plaza Joven. pp 64.

Seminario Permanente de Didáctica de las Ciencias Naturales (1992). Repercusión de la actualidad científica transmitida por los medios de comunicación social en el currículum. *Libro de Actas.Seminario de Innovación Didáctica. Area de Ciencias Naturales*. 1-9. UNED. Madrid.

Sequeiros, L. (1991) Desarrollo de las representaciones mentales sobre la Evolución. *Alminar*. 20, 39-45.

Wilford, J.N. (1991). *El enigma de los dinosaurios*. Planeta. Barcelona, pp 284. ■

## ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DEL MAPA GEOLOGICO

Antoni Obrador (1)

### RESUMEN

*Este artículo quiere incidir en la divulgación de una propuesta metodológica para introducir la enseñanza del mapa geológico en la Enseñanza Secundaria Obligatoria y en el Bachillerato.*

### ABSTRACT

*In this paper, I emphasize the use of appropriate methodological tool for teaching geological maps in Secondary School.*

### INTRODUCCION

Los datos geológicos tienen siempre un significado espacial y el mapa geológico constituye una herramienta, la mejor e ineludible, para documentarlos. Constituye una parte esencial de los trabajos prácticos de Geología y es el lugar de coincidencia de todos los que se interesan por las Ciencias de la Tierra. La información que se deriva de los mismos es, según Marcos (1993),

“esencial para enfrentar los problemas que plantea la investigación fundamental, la búsqueda de recursos energéticos, la prevención de los riesgos naturales, el deterioro del medio ambiente o la simple ordenación del territorio”. Su correcta lectura requiere cierta habilidad con el fin de obtener la imagen tridimensional representada en las dos dimensiones del mapa. Para muchos profesionales de la Enseñanza Secundaria adscritos al área de conocimiento de Ciencias Experimentales, representa una dura tarea agravada por la falta de manuales, en nuestra lengua, apropiados a este nivel educativo.

El uso que generalmente hacemos de este mapa, en los general, a la confección de cortes geológicos con la intención de documentar las relaciones existentes entre las diferentes unidades cartografiadas. Es evidente que la combinación mapa-corte geológico constituye una ayuda para conseguir la perspectiva tridimensional de los datos representados en el mapa.

(1) Dpto. de Geología U.A.B.