

EXPERIENCIAS E IDEAS PARA EL AULA

SECUENCIAS DIDÁCTICAS PARA FAVORECER EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA EJEMPLIFICADA

Didactic sequences to facilitate concept learning: a exemplified methodological proposal

María Jesús Caballer(1), Inés Giménez (2), Antonia Madrid (3)

RESUMEN

En este artículo se presenta una secuencia de actividades como propuesta de trabajo para tratar el tema de la reconstrucción de los cambios geológicos a partir de la disposición de las rocas que encontramos en la Tierra y de los restos fósiles.

ABSTRACT

This article introduces a sequence of activities as a work proposal to deal with the subject of the reconstruction of geological changes from the configuration of rocks found on the Earth and from fossil remains.

Palabras clave: Cambios geológicos, Secuencias Didácticas

Key words: Geological change, Didactic sequences

1.- INTRODUCCION

La dificultad en la comprensión de los procesos de cambio en la Tierra y en las especies de seres vivos que en ella han vivido ha sido estudiada en varias ocasiones (Brumby 1979, Jimenez 1987, Pedrinaci 1987).

Durante los últimos años han aparecido varias publicaciones al respecto, haciendo referencia en ellas a la dificultad de comprensión que entraña la introducción del factor tiempo.

El concepto de tiempo adquiere significados distintos cuando se utiliza en Historia, Geografía, Física, Biología, Geología...y tiene una dimensión distinta cuando se trata de la vivencia personal. Esta característica complica su comprensión, sobre todo en el campo del tiempo geológico. La mayor dificultad en ese caso viene determinada por la incapacidad de conseguir una representación mental del significado de lapsos de tiempo tan grandes como millones de años o miles de millones de años...

La dificultad en la comprensión del significado de "tiempo geológico" se revela como un obstáculo epistemológico (Gil 1985, Driver 1989, Osborne 1991) dificultando por sí mismo el aprendizaje de otros conceptos relacionado con él como son la formación de rocas, la fosilización, los cambios en el paisaje, la formación de relieves, etc.

Siendo consecuentes con investigaciones realizadas sobre estas dificultades, en esta unidad didáctica proponemos una secuencia de trabajo sobre el concepto de "tiempo geológico", que pretende tan sólo una aproximación a dicho concepto partiendo de la reflexión sobre el propio conocimiento, el establecimiento de analogías, la interpretación de datos y la justificación de las propuestas que se efectúan frente a problemas sencillos.

Esta propuesta fue incluida en un conjunto de materiales que se elaboraron en un proyecto de desarrollo curricular para el cuarto curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria en la Comunidad Valenciana.

Después de dos años de trabajo de experimentación en las aulas, la propuesta está más perfilada, ha sufrido cambios y adaptaciones y nos ha permitido reflexiones que sugerimos en los comentarios a las actividades

LA TIERRA CAMBIA: LA RECONSTRUCCIÓN DE LOS CAMBIOS

ACTIVIDAD 1

De acuerdo con la información de la que dispone actualmente la humanidad, el origen de la Tierra se sitúa en torno a los 5.000 millones de años.

(1) CEP de Godella. Parc del Molt. 46110. Godella. Valencia

(2) I.B. Misericordia de Valencia

(3) I. S. de Aldaia

Desde que se inició la formación de la Tierra hasta nuestros días se han dado una serie de cambios.

Los acontecimientos acaecidos desde entonces, así como su situación en el tiempo han sido estudiados durante mucho tiempo y quedan reflejados en el esquema de la hoja doble adjunta. Vamos a centrar la atención en algunos de estos cambios.

Con la ayuda del esquema, responde a las siguientes cuestiones:

- 1 ¿Qué tiempo ha transcurrido desde que se formaron la Tierra y la Luna hasta que se registran los siguientes acontecimientos ?
 - a) Se origina la vida en la Tierra (biogénesis).
 - b) Aparecen los primeros fósiles que no ofrecen dudas.
 - c) Proliferan las algas y se libera oxígeno a la atmósfera.
 - d) Empieza a formarse la capa de ozono
 - e) Proliferan las primeras plantas terrestres.
 - f) Aparecen los mamíferos.
2. Qué tiempo ha pasado desde que se produjeron estos acontecimientos hasta nuestros días?

Comentario:

Con esta actividad inicial se pretende centrar la atención del alumnado en algunos de los hitos más importantes de la historia de la vida en la Tierra, mediante la consulta de tablas geocronológicas.

Ya conocemos por numerosas publicaciones que la noción de tiempo geológico es bastante difícil de incorporar y que las relaciones entre los períodos de tiempo se perciben con dificultad.

En la puesta en común puede ser conveniente realizar una reflexión sobre el significado de los datos numéricos obtenidos. Se trataría de que percibieran que:

- a) La aparición de la vida se sitúa en una época muy temprana en la historia de la Tierra.
- b) La conquista del medio terrestre, reconstruida a partir del registro fósil que nos aporta información, se sitúa en los últimos 400 millones de años.
- c) La interacción entre los seres vivos y el medio abiótico a través del tiempo (algas fotosintéticas, oxígeno en la atmósfera, aparición del ozono, posibilidad de conquista del medio terrestre..).

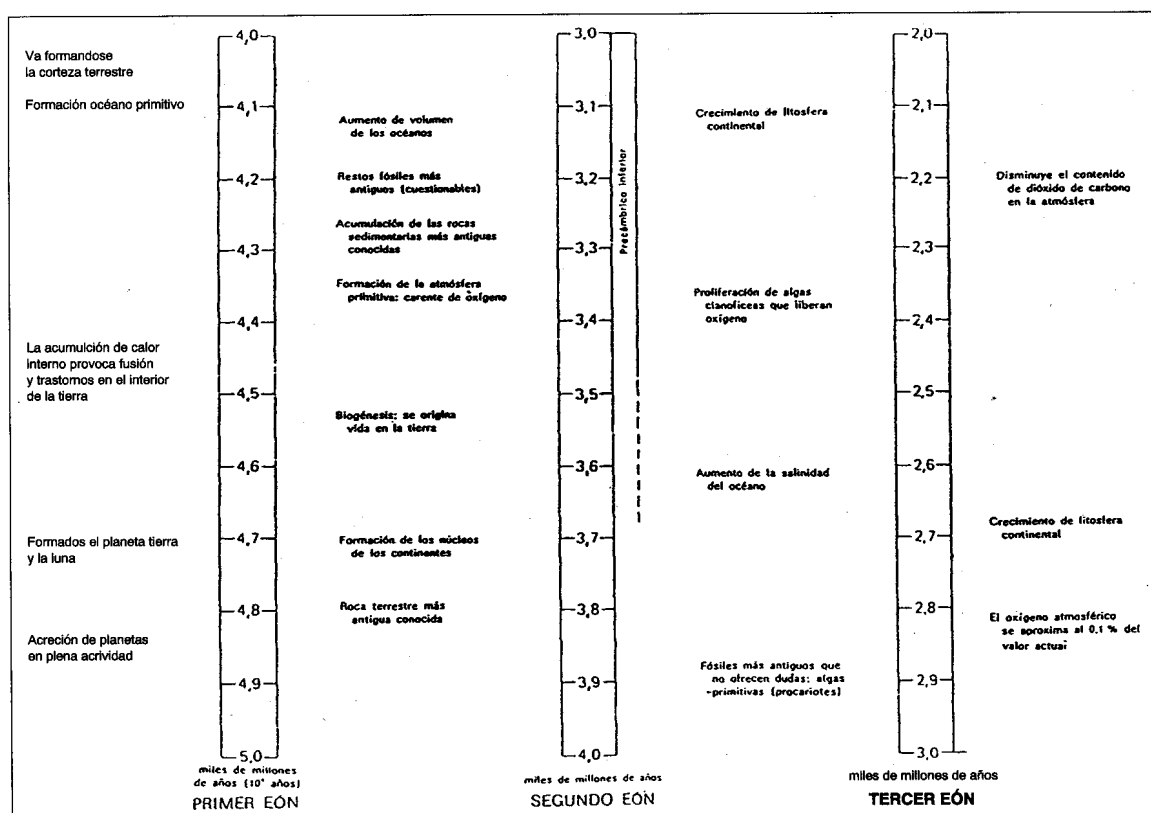
ACTIVIDAD 2

Es difícil valorar la enorme duración del tiempo geológico. Para familiarizarnos con ella, vamos a comparar todo el tiempo transcurrido desde el origen de la Tierra hasta nuestros días, con un período de tiempo al que estamos más habituados: UN AÑO, o sea 365 días.

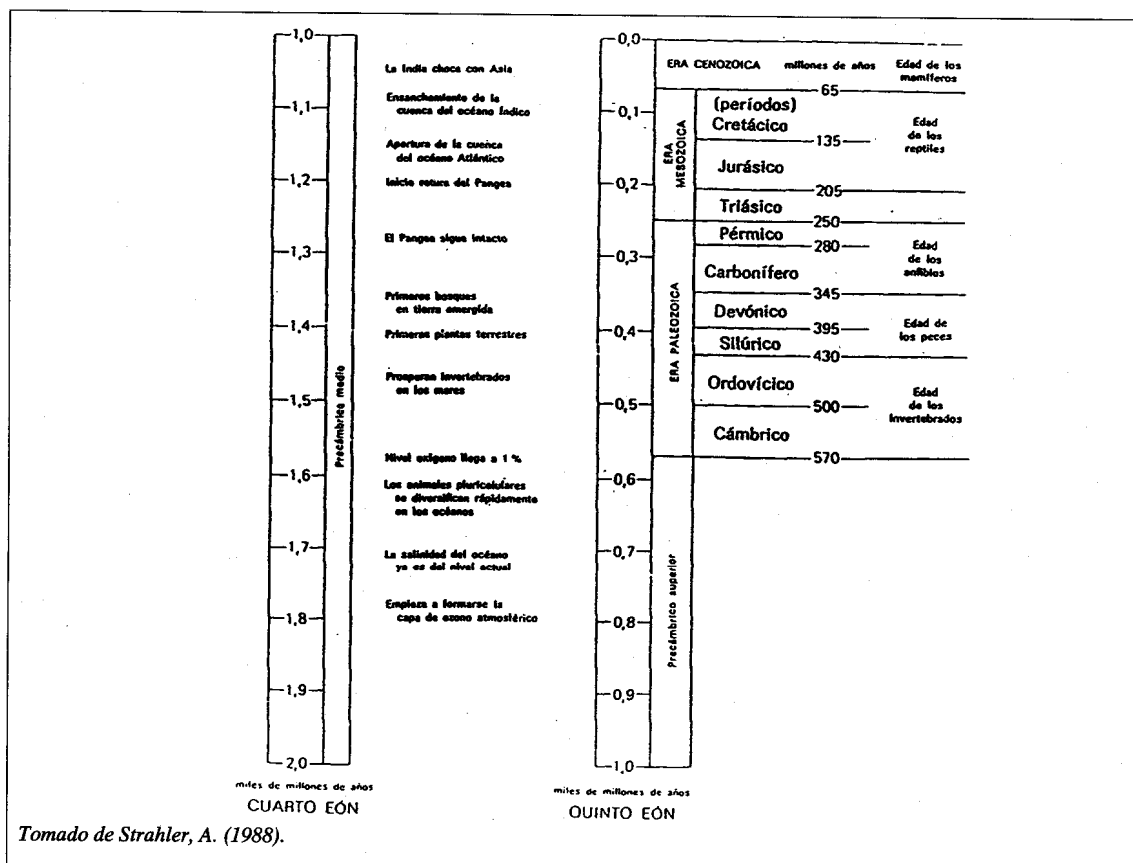
Si concentramos 4.700 millones de años en 365 días....

CALCULAD en qué día del año situaríamos los siguientes acontecimientos:

- a) La biogénesis (el origen de la vida en la Tierra).
- b) La formación de la capa de ozono alrededor de la Tierra.
- c) La apertura de la cuenca del Océano Atlántico
- d) La aparición de antecesores de la especie humana, restos más antiguos del género HOMO. (hace aproximadamente dos millones de años).



Tomado de Strahler, A. (1988).



Comentario:

Con esta actividad proponemos otro acercamiento al concepto de tiempo geológico, que pensamos se puede ir construyendo mediante aproximaciones sucesivas. De alguna manera toda la unidad didáctica está inmersa en esta relación temporal.

Este ejercicio permite situar acontecimientos importantes en un período de tiempo que resulta familiar a todo el mundo y facilita las comparaciones entre los intervalos temporales. El aspecto más impactante, para el alumnado, es la toma de conciencia de la reciente aparición de la especie humana en la Historia de la Tierra.

La dificultad de ejecución de esta actividad suele surgir como consecuencia del cálculo matemático que implica el establecer las proporciones

ACTIVIDAD 3

¿Cómo se ha podido reconstruir la historia y evolución de la Tierra y los seres vivos?

Discute con tu grupo y anota las ideas al respecto.

Comentario:

Con esta cuestión pretendemos que afloren las ideas del alumnado, no tanto sobre técnicas o modos de reconstruir los procesos biogeológicos como sus representaciones mentales del tiempo, en relación con los procesos de fosilización y formación de las rocas.

El alumnado ante esta pregunta contesta preferentemente que la reconstrucción se hace a partir

de los restos fósiles animales (no suelen tener en cuenta otro tipo de fósiles) y de técnicas radiactivas, especialmente hacen alusión al Carbono 14 (sin especificar como porque no conocen en qué se basa, aunque sí saben de su existencia) y dando por supuesto que las técnicas científicas son capaces de resolver este tipo de problemas con precisión.

Es de destacar que "la técnica del Carbono 14" es citada como método de datación y además despierta mucho interés lo que odemos aprovechar para dar una breve explicación de los fundamentos en que se basan las técnicas radiactivas y desmitificar la importancia del Carbono 14 en Paleontología, aunque sea muy útil en Arqueología (si se considera conveniente se pueden suministrar tablas de datos con los períodos de vida media de diferentes isótopos radiactivos)

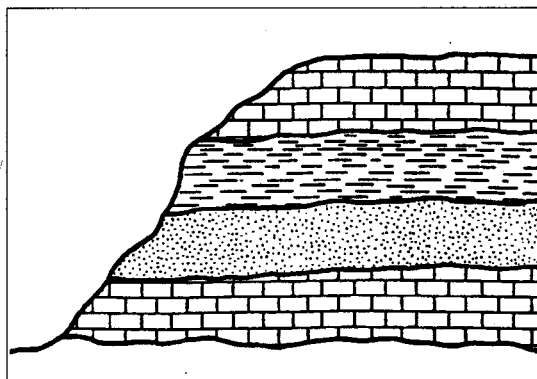
Por otro lado se puede incidir en las actitudes mostrando que la tecnología no es la única que puede suministrar información para poder interpretar los fenómenos ocurridos en la Tierra. El análisis reflexivo de las observaciones de campo ha llevado a establecer conclusiones mucho antes de tener una tecnología tan avanzada.

A partir de estas ideas se les propone una serie de actividades en las que se plantean casos prácticos sobre el principio de superposición de estratos, secuenciación de fenómenos geológicos que actuaron en una zona y utilidad de los fósiles para el establecimiento de la geocronología relativa.

ACTIVIDAD 4

Sabemos que las rocas sedimentarias se forman a partir de materiales procedentes de otras rocas, debido a los procesos de erosión, transporte, sedimentación y litogénesis.

En una zona que no ha sido sometida a deformaciones geológicas, encontramos una serie de rocas sedimentarias, dispuestas en capas como las siguientes:



1.- ¿Qué capa es la más antigua y por qué?. ¿Qué capa es la más moderna y por qué?. Numera las distintas capas de rocas comenzando por el número uno para la capa más antigua.

2.- ¿Se podría averiguar en cualquier zona del mundo, que no haya estado sometida a deformaciones, qué estrato es el más antiguo y cuál el más moderno?. Explicalo.

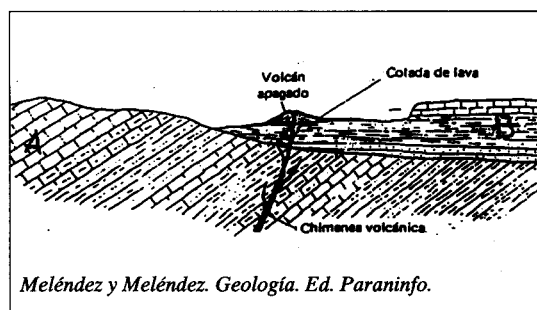
Comentario:

Al plantear la actividad conviene realizar un breve recordatorio de cómo se originan los tres grandes grupos de rocas.

En la puesta en común se debe llegar a un enunciado sencillo del principio de superposición de estratos.

ACTIVIDAD 5

Observa el esquema del corte geológico que se presenta a continuación:



La historia geológica de esta zona a grandes rasgos sería:

- 1.- Depósito de materiales y formación de las capas de rocas señaladas en el esquema con la letra A
- 2.- Esfuerzo tectónico que provoca la inclinación de los estratos de la zona A que quedan por encima del nivel del mar.

3.- Erosión de parte de la serie de estratos de la zona A

4.- Nuevo depósito de materiales (para lo cuál la zona debe de estar sumergida) que formarán los estratos de rocas de la zona B.

5.- Se produce de nuevo una emersión y erosión que afectaría a toda el área

6.- Se produce una erupción volcánica posterior a todos estos fenómenos.

7.- Continúa actuando la erosión dando lugar al relieve actual.

Explica las razones por las que crees que se proponen estos acontecimientos en este orden.

Comentario:

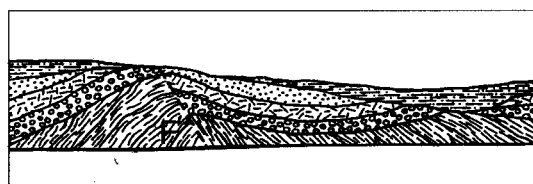
El objetivo principal de esta actividad y la siguiente es suministrar modelos de secuencias de fenómenos geológicos en el tiempo, que les permita posteriormente interpretar los fenómenos geológicos ocurridos en otras zonas.

Se les pide que justifiquen la historia geológica que se les proporcionan. Esta demanda está dirigida a que el alumnado se entrene en la reelaboración de conocimientos vertidos por terceros (textos, profesorado, etc.) y también, y sobre todo, en la búsqueda de la coherencia de una propuesta.

ACTIVIDAD 6

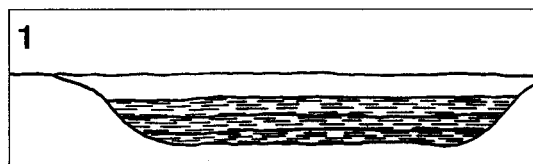
Observa el siguiente corte geológico y:

- a) Pinta con el mismo color las capas que correspondan a un mismo tipo de materiales.
- b) Justifica el orden cronológico que se propone, para los acontecimientos geológicos ocurridos en esa zona.

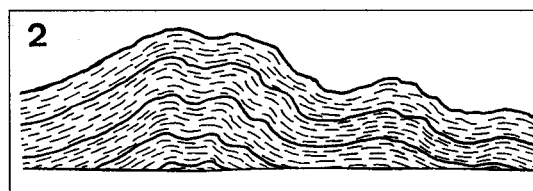


Orden cronológico propuesto:

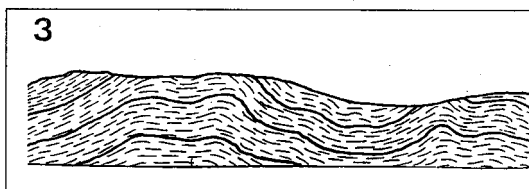
1.- Sedimentación de arcillas en un mar profundo (Paleozoico).



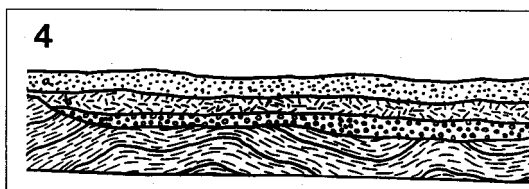
2.- Plegamiento orogénico que provoca la elevación de la zona y la transformación de arcillas en pizarras.



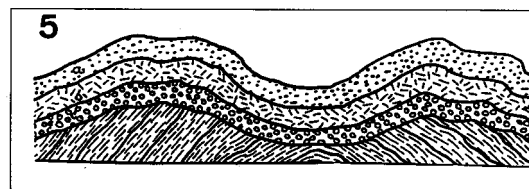
3.-Erosión del plegamiento.



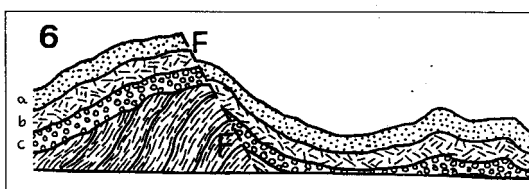
4.- Invasión de la zona por el mar y sedimentación de las capas a, b y c.



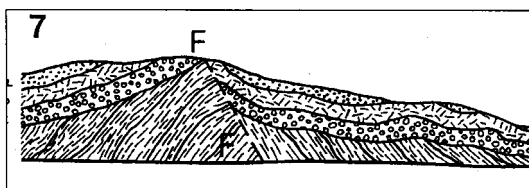
5.- Nuevo plegamiento con elevación de la zona.



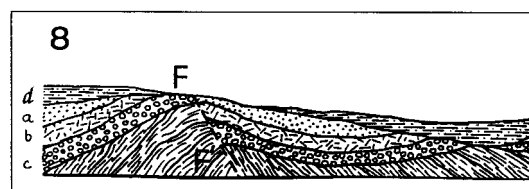
6.- Distensión y formación de una falla (ff') con hundimiento de la parte derecha.



7.- Continúa el proceso de erosión.

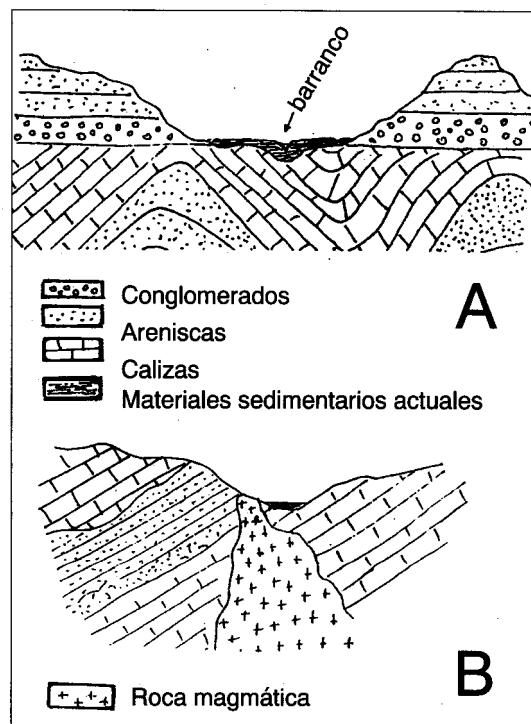


8.- Depósito de materiales de la capa d.



ACTIVIDAD 7

De acuerdo con todo lo que has aprendido intenta ahora dar una explicación a los acontecimientos geológicos que han tenido lugar en estas otras zonas.



Comentario:

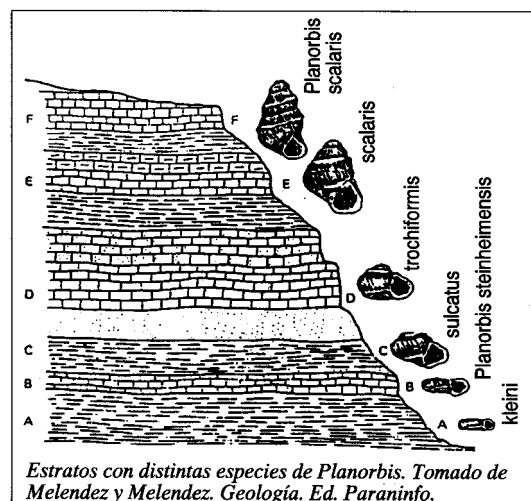
Con las actividades 6 y 7 se pretende que el alumnado aplique los conocimientos adquiridos anteriormente.

Puede que aparezcan diferentes interpretaciones de los dos cortes geológicos, dado que son simplificaciones. Esto tiene, desde nuestro punto de vista, una gran valor didáctico puesto que se hace evidente que puede existir más de una hipótesis razonable ante un fenómeno natural y que la construcción del saber científico pasa por numerosas pruebas de verificación que excluyen unas hipótesis y afirman otras.

ACTIVIDAD 8

A continuación tienes un esquema en el que se representan capas de rocas con fósiles que muestran sucesivos estados evolutivos de un tipo de caracoles.

Obsérvalo y contesta a las cuestiones:



- a) ¿Qué especie de caracol es más reciente?
- b) Si en otra parte del mundo encontramos un estrato que contiene un fósil de *Planorbis Trochiformis*: ¿Podríamos decir que ese estrato se formó al mismo tiempo que el estrato D de esta zona?. Razona la respuesta.

Comentario:

Esta actividad esta encaminada a poner de manifiesto que se puede establecer una correlación temporal entre capas de rocas que poseen los mismos fósiles lo cual ha constituido una herramienta de trabajo científico durante bastante tiempo para la construcción de la historia natural.

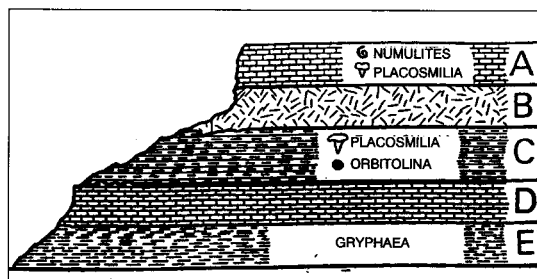
El mismo sentido tiene la actividad 9.

ACTIVIDAD 9

La siguiente tabla indica los fósiles característicos de distintas etapas geológicas.

ESCALA DEL TIEMPO GEOLÓGICO					
Duración relativa de los intervalos geológicos principales	Era	Periodo	Época	Millones de años pasados (aprox.)	Fósiles
CENOZOICO	Cuaternario	Holoceno	18.000 años (aprox.)	16	NUMULITES
					HOMINIDOS
MESOZOICO	Cenozoica	Terciario	Pleistoceno	36	NUMULITES
			Plioceno	32	NUMULITES
			Oligoceno	32	NUMULITES
			Eoceno	34	NUMULITES
PALEOZOICO	Paleozoica	Mesozoica	Cretácico	135	ORBITOLINA
			Jurásico	205	ORBITOLINA
			Triásico	250	ORBITOLINA
			Pérmico	280	ORBITOLINA
			Carbonífero	345	ORBITOLINA
			Devónico	395	ORBITOLINA
			Silúrico	430	ORBITOLINA
			Ordovícico	500	ORBITOLINA
			Cámbrico	570	ORBITOLINA
					TRILOBITES

Tenemos un corte geológico de las siguientes características:

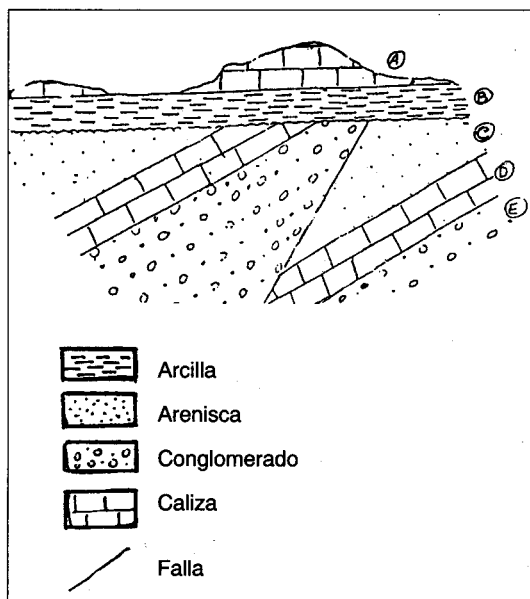


Consultando la tabla, responded a las siguientes preguntas sobre los estratos del corte:

- a) ¿Podríamos decir cuándo se originaron las rocas de A, B, C y D?
- b) ¿Qué fósiles podríamos encontrar con mayor probabilidad en las capas B y D?

ACTIVIDAD 10

- a) Describe la historia geológica de la zona cuyo corte se representa en el dibujo. Justifica los acontecimientos y el orden que propongas.
- b) Razona si será posible que encontremos fósiles de nummulites en el estrato A habiendo encontrado fósiles de Belemnopsis en el estrato D.
- c) Razona si podríamos encontrar fósiles de trilobites en el estrato A si hemos encontrado fósiles de dinosaurios en el estrato C.



ACTIVIDAD 11

Lee este titular de periódico y sitúa el hallazgo paleontológico en el periodo y época a la que pertenece.

Descubren en Alicante huellas de un oso y un caballo con cinco millones de años

Como hallazgo paleontológico sin precedentes en la historia de Alicante y uno de los más importantes de España puede calificarse el de las huellas fosilizadas y muy bien conservadas de un oso y un caballo con una antigüedad de cinco millones de años.

Comentario:

La intención de las actividades 10 y 11 es reforzar los conceptos trabajados en las actividades 8 y 9, intentando en la actividad 11, acercar los acontecimientos geológicos a la vida cotidiana. La noticia periodística debe ser reciente y cercana al entorno escolar.

Es interesante que durante el desarrollo de esta unidad didáctica se efectúen salidas al campo en donde se pudieran observar "in situ" algunos de los aspectos tratados aquí: pliegues, fallas y capas de rocas con fósiles fácilmente observables.

En el caso de que el alumnado no hubiera tratado en las clases el proceso de fosilización ni la observación de fósiles, es recomendable desarrollar una actividad a tal efecto.

BIBLIOGRAFIA

Anguita, F. (1988). *Origen e historia de la Tierra*. Editorial Rueda. Madrid.

Anguita, F. y Moreno, F. (1991). *Procesos geológicos internos*. Editorial Rueda Madrid.

Brumby, M. (1979). Problems in learning the concept of natural selection. *Journal Biological Education*. 13 pp. 119.

Caballer, M.J. Giménez, I., Madrid, A. (1991). *Ecosistemas y cambios: Biología y Geología de 4º curso de la E.S.O.* Generalitat Valenciana.

Correig, T. (1993). Utilización de las representaciones gráficas en Geología en los niveles no universitarios, sus dificultades y sus ventajas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1,3, pp. 167.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del curriculum de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 6 (2) pp. 109.

Edinumen. (1993). Cortes geológicos: construcción e interpretación. Edinumen. Madrid.

Gaylord, G. (1985). *Fósiles e historia de la vida*. Prensa científica. Editorial Labor. Barcelona.

Gil, D. y Carrascosa, J. (1985). Science Learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*. Vol. 7, nº3, pp 231.

Jiménez, M. P. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las Ciencias*. 9 (3) pp. 248.

Lambert, D. (1989). *Guía Cambridge de la Tierra*. Editorial Edaf Madrid.

Meléndez, A. y Meléndez, F. (1978). *Geología*. Editorial Paraninfo. Madrid.

Osborne, R.J. y Freyberg, P. (1991). *La Enseñanza de las Ciencias*. Editorial Narcea.

Pedrinaci E. (1987). Representaciones de los alumnos sobre los cambios geológicos. *Investigación en la Escuela* nº 2 pp.64.

Pedrinaci, E. y Alvarez, R. (1992). Obstáculos en la construcción de las nociones acerca del origen de las rocas. *Actas del VII Symposium de Enseñanza de la Geología*. pp 173-184.

Reguant, S. (1986). *Geología histórica*. Editorial Ketres. Barcelona.

Strahler, A. (1988). *Geología física*. Editorial Omega. Barcelona.

Suarez, R. et al. (1993). Why learns geology in secondary school education. *Teaching Earth Science*. Vol. 8 pp. 2. ■