

## **TEMA 1**

### **LA HISTORIA DE LA TIERRA Y DE LA VIDA**

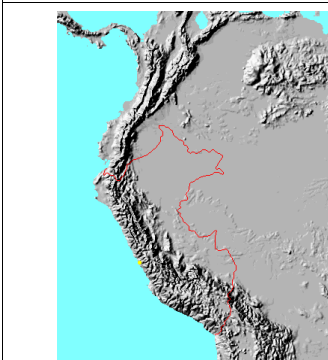
### **LOS PROCESOS GEOLÓGICOS**



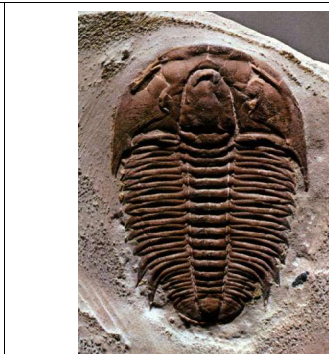
1 . LOS PROCESOS GEOLÓGICOS



**Fig. 1** ¿Por qué en unas partes hay altas montañas y en otras llanuras?



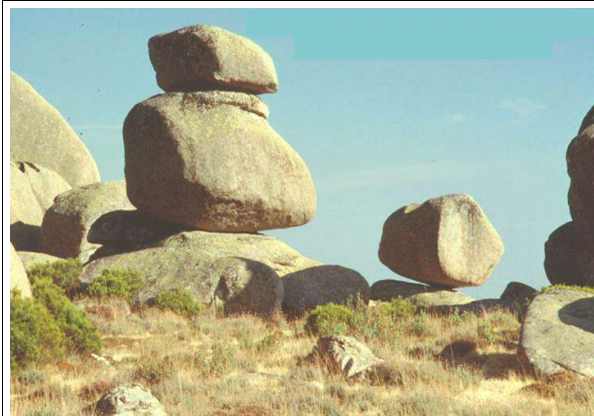
**Fig. 2** ¿Por qué en unas partes hay altas montañas y en otras llanuras?



**Fig. 3** ¿Por qué se puede saber la edad de las rocas?



**Fig. 4** ¿Por qué a Wegener se le ocurrió esta idea tan descabellada?

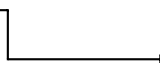


**Fig. 5** ¿Por qué están estas rocas en este curioso equilibrio?



**Fig. 6** ¿A qué se deben los volcanes y los terremotos?

Porque sí.



¿Es esto una respuesta?

## 2. DATOS DE INTERÉS

- Hace unos ..... millones de años (m.a.) se originó el Universo.
- Hace ..... m.a. se originaron el Sistema Solar y la Tierra.
- Hace unos ..... m.a. se consolidó la corteza sólida de la Tierra y se formaron la atmósfera y los océanos y mares.
- Hace 3600 m.a. se originó la..... sobre la Tierra.



Fig. 7 El planeta Tierra

## 3. ¿EL RELIEVE CAMBIA?

Nuestro planeta es muy viejo, tiene unos 4.600 millones de años. Las grandes cadenas montañosas (Himalaya, Andes, Alpes, etc.) apenas tienen unos 70 millones de años. Océanos como el Atlántico no existían hace ..... millones de años. Sí, el relieve de nuestro planeta está en continuo cambio. Toda una serie de agentes geológicos actúan sobre su superficie y la transforman continuamente. Esta acción es extraordinariamente lenta pero no olvidemos que la Tierra es muy vieja.

## 4. ¿QUÉ CLASE DE PROCESOS GEOLÓGICOS MODIFICAN EL RELIEVE?

En nuestro planeta se dan dos clases de procesos geológicos: los procesos geológicos externos y los procesos geológicos internos.

Los primeros modifican el relieve desde el exterior y sacan su energía del ..... y de la fuerza de la ..... terrestre.

Los segundos actúan desde el interior y su energía proviene de las altas ..... y ..... que se dan en el interior de la Tierra.

## 5. ¿QUÉ AGENTES PRODUCEN LOS PROCESOS EXTERNOS Y QUÉ CONSECUENCIAS TIENE SU ACCIÓN?

Los principales agentes geológicos externos son: la atmósfera, el viento, las ....., los glaciares, el mar y los seres vivos.

Estos agentes ..... las rocas y transportan los materiales arrancados a zonas más bajas donde los ..... o depositan. Como consecuencia se produce una ..... de la superficie terrestre y se forman las rocas .....

## 6. ¿QUÉ AGENTES PRODUCEN LOS PROCESOS INTERNOS Y QUÉ CONSECUENCIAS TIENE SU ACCIÓN?

Fenómenos como el vulcanismo, los terremotos o la formación de continentes, océanos y ..... son consecuencia de los procesos geológicos internos.

Estos agentes, al formar la cadenas montañosas, ..... el relieve y son los responsables, además, de la formación de las rocas ..... y.....

**7. ACTIVIDAD**

Completa el gráfico de la figura 8 añadiendo en los recuadros los textos que faltan. Haz, además, un pequeño comentario:

.....

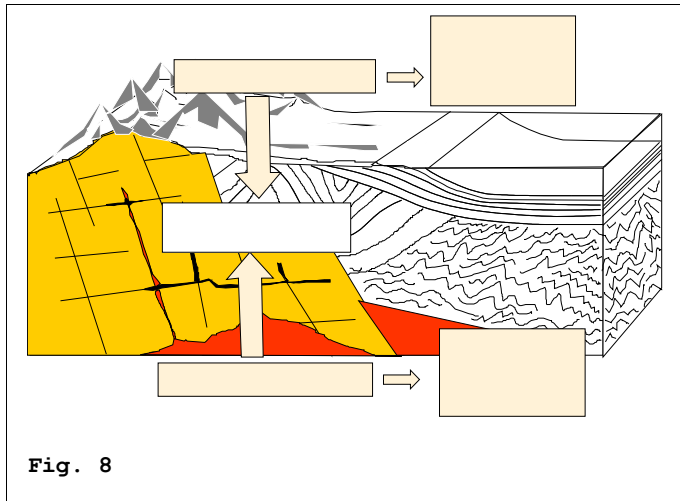
.....

.....

.....

.....

.....



**8. CONCLUSIÓN**

El relieve en una zona concreta de la Tierra es el resultado de la acción de estos dos tipos de agentes a lo largo del tiempo.

Así, si ha predominado la acción de los agentes geológicos externos, la superficie estará nivelada y el terreno será una .....

Si han predominado los agentes geológicos internos, en particular las fuerzas ....., tendremos una zona .....

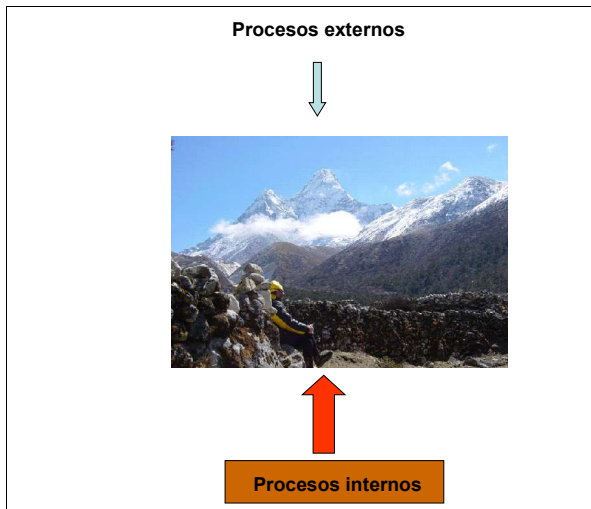


Fig. 9

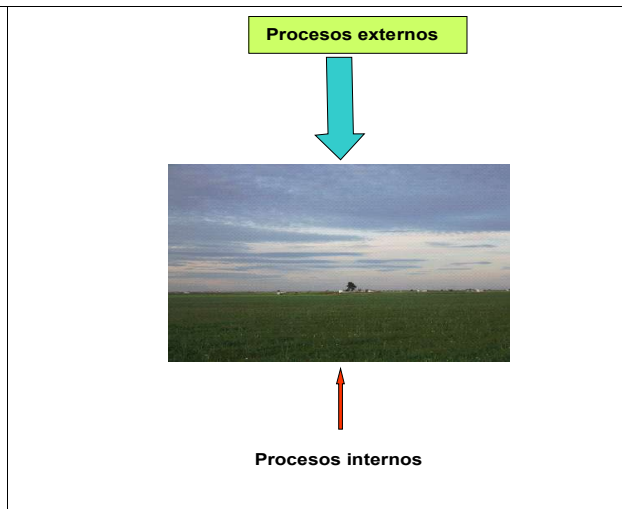


Fig. 10

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

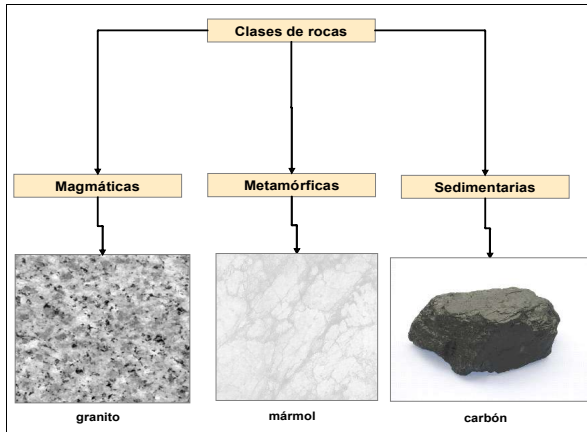
.....

**II) EL CICLO DE LAS ROCAS**

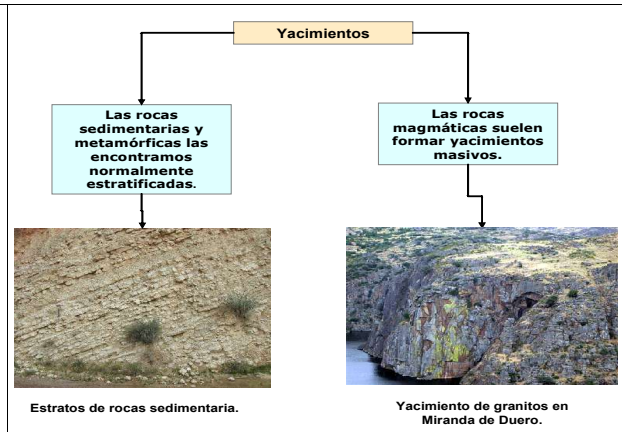
1. **¿Qué es una roca?:** Las rocas son materiales naturales de la corteza terrestre que se encuentran en ella en abundancia y que están constituidas por mezclas más o menos complejas de minerales.

2. **Clases de rocas:** Las rocas se clasifican en

- Sedimentarias
- Metamórficas
- Magmáticas o ígneas



**Fig. 11** Clases de rocas.



**Fig. 12** ¿Cómo se encuentran las rocas en la naturaleza?

**1. Rocas magmáticas**

En el interior de la Tierra existen elevadas temperaturas. Estas elevadas temperaturas van a fundir los minerales originando magmas. Al ascender los magmas se enfrían y solidifican originándose las rocas magmáticas.

Si los magmas solidifican ..... de la Tierra se forman las rocas ..... Si la solidificación se produce al ascender el magma por fracturas pero sin llegar a salir al exterior se forman las rocas ..... Si el magma solidifica en el ..... de la Tierra tendremos las rocas volcánicas. Debido a su origen no forman ..... y no contienen .....



**Fig. 13** Magmas como los que dan lugar a estas lavas volcánicas son el origen de las rocas magmáticas.

**4. Rocas sedimentarias**

Los ..... realizan procesos de erosión, transporte y sedimentación desgastando los materiales que constituyen la corteza terrestre y generando sedimentos que depositan en las cuencas sedimentarias situadas, fundamentalmente, en los .....

Estos sedimentos van a sufrir un proceso de ..... Los



**Fig. 14** Materiales como estas arenas, si se consolidan, darán lugar a la arenisca, una roca sedimentaria.



sedimentos se ..... por acción de la presión, ..... uniéndose las partículas sueltas y sus minerales se transforman. De esta manera se forman las ..... Las rocas sedimentarias se encuentran dispuestas en ..... y es fácil que contengan .....

5. Rocas metamórficas

Se llama metamorfismo el proceso por el cual las rocas se transforman al encontrarse sometidas a grandes presiones y/o temperaturas en el interior de la tierra sin llegar a .....

Como consecuencia del metamorfismo las rocas van a sufrir las siguientes transformaciones:

- a) ..... En ciertas rocas sometidas a grandes ..... aparece este fenómeno que consiste en una característica disposición en capas muy finas de determinados minerales.
- b) Transformaciones mineralógicas. Apareciendo, debido a las nuevas condiciones, minerales que no existían en la roca de origen.

Estas rocas también se disponen en ..... y pueden tener ....., aunque el metamorfismo puede haberlos ..... o .....



Fig. 15 Esquistosidad en una roca metamórfica.

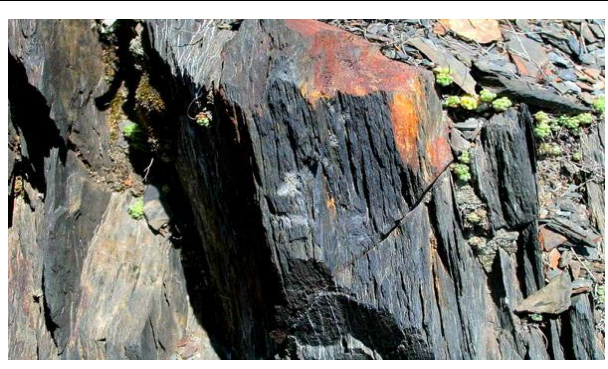


Fig. 16 Yacimiento de pizarras en la comunidad de Madrid.

4. El ciclo de las rocas

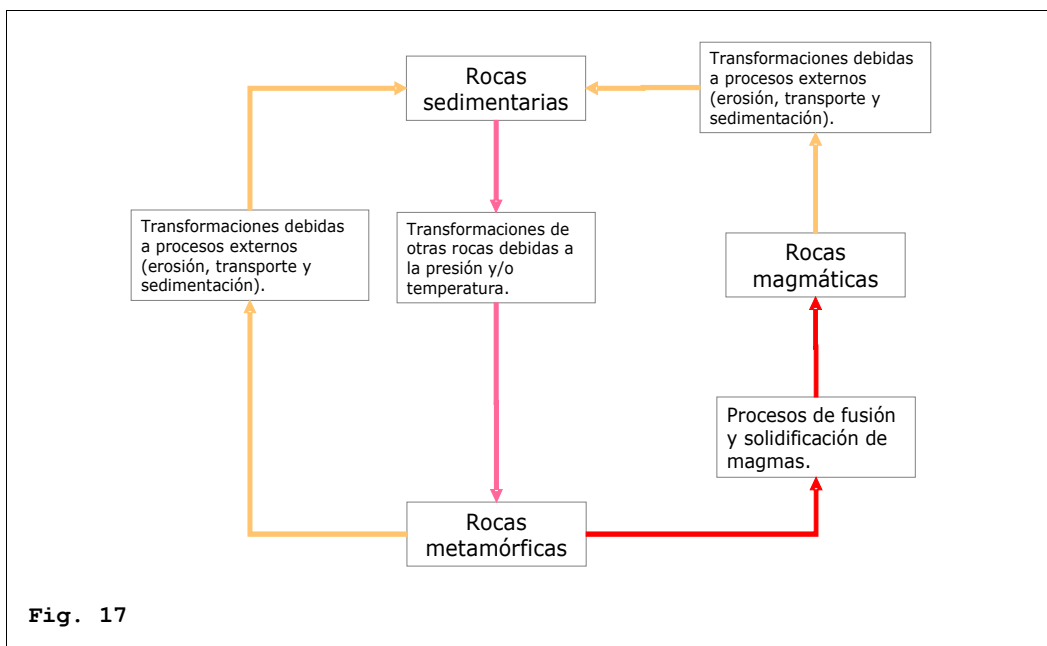


Fig. 17

**TABLAS DE ROCAS**

**Las rocas sedimentarias**

SEDIMENTARIAS		
<b>DETRÍTICAS</b> Formadas por compactación y cementación de fragmentos de otras rocas.	Formada por cementación de cantos redondeados.	1) PUDINGA
	Roca formada por cementación de granos de arena.	2) ARENISCA
	Formada por compactación de minerales arcillosos.	3) ARCILLA
<b>INTERMEDIAS</b> (mezcla de rocas detríticas y de precipitación química)	Formada por una mezcla de arcilla y carbonato de calcio.	4) MARGA
<b>DE PRECIPITACIÓN QUÍMICA</b> Formadas por precipitación de sustancias disueltas en agua.	Formada por la precipitación de carbonato de calcio.	5) CALIZA

**Las rocas metamórficas**

METAMÓRFICAS		
<b>CON ESQUISTOSIDAD</b>	Se forma a partir de rocas arcillosas sometidas a un bajo metamorfismo.	6) PIZARRA
	Se forma a partir de rocas arcillosas por un metamorfismo más elevado que en la anterior.	7) MICACITA
	Como las anteriores se ha formado a partir de arcillas por un metamorfismo muy intenso.	8) GNEISS
<b>SIN ESQUISTOSIDAD</b>	Roca formada por metamorfismo de rocas sedimentarias ricas en carbonato de calcio (calizas).	9) MÁRMOL
	Formada por metamorfismo de rocas sedimentarias constituidas por granos de arena (areniscas).	10) CUARCITA

**Clases de rocas magmáticas**

MAGMÁTICAS	TEXTURA	
	GRANUDA	PORFÍDICA
	<b>CLARO:</b> Mucho contenido en sílice (SiO <sub>2</sub> ). Magmas poco profundos.	11) GRANITO
<b>OSCURO:</b> Poca sílice y mucho hierro y magnesio. Magmas muy profundos.	12) GABRO	14) BASALTO



**ACTIVIDAD: PREGUNTAS Y RESPUESTAS**

Basándote en la clasificación anterior trata de responder a las siguientes cuestiones

1. Roca magmática, volcánica, que proviene de magmas profundos pobres en sílice.	
2. Roca metamórfica, sin esquistosidad, rica en carbonato de calcio.	
3. Roca sedimentaria intermedia formada por una mezcla de arcilla y carbonato de calcio.	
4. Roca magmática de textura porfídica y de color claro, por tener una composición similar al granito.	
5. Roca metamórfica con esquistosidad, formada por un metamorfismo muy intenso de las arcillas.	
6. Roca sedimentaria detrítica, formada por compactación de minerales arcillosos.	
7. Roca metamórfica, sin esquistosidad, formada por el metamorfismo de areniscas.	
8. Roca magmática de colores claros, de textura granuda, que proviene de magmas poco profundos.	
9. Roca sedimentaria formada por precipitación de carbonato de calcio disuelto en el agua.	
10. Roca sedimentaria, detrítica, formada por cementación de cantos redondeados.	
11. Roca metamórfica, con esquistosidad, formada por un metamorfismo muy poco intenso de las arcillas.	
12. Roca magmática, pobre en sílice, de textura granuda, que se origina a partir del enfriamiento de magmas profundos.	
13. Roca sedimentaria, detrítica, formada por cementación de granos de arena.	
14. Roca metamórfica, con esquistosidad, formada por el metamorfismo de las pizarras.	
15. Roca con textura porfídica que se ha formado a partir de un magma que ha enfriado en fracturas sin llegar a salir a la superficie .	

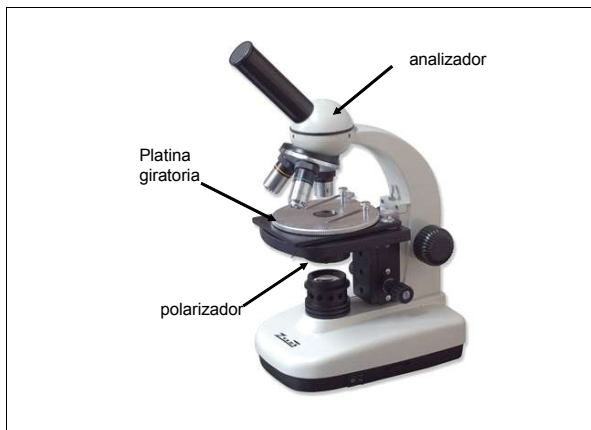
**II-P) PRÁCTICA: EL MICROSCOPIO PETROGRÁFICO Y LA TEXTURA DE LAS ROCAS Y LAS ROCAS:**

**a) LAS LÁMINAS DELGADAS DE ROCAS**

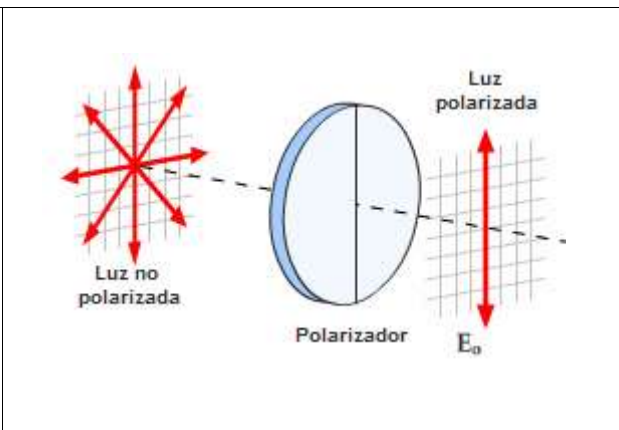
Las rocas pueden cortarse mediante técnicas especiales y prepararse en láminas muy finas aptas para poder observarlas al microscopio. Para ello, primero se cortan con sierras especiales en pequeños bloques de unos 2cm por 3 cm y de 0,5 cm de grosor que se pegan sobre un portaobjetos. Así pueden desbastarse y pulirse hasta tener 30 µm de grosor. Estas “láminas delgadas” son ya aptas para poder ser observadas al microscopio petrográfico y revelar detalles sobre la composición y el origen de la roca. Cualquier clase de roca puede ser susceptible de este tipo de observación pero nosotros observaremos mediante esta técnica Rocas Magmáticas.

**b) EL MICROSCÓPIO PETROGRÁFICO:**

El microscopio petrográfico se diferencia del biológico en que puede utilizar luz polarizada (producida por una lamina polaroide o nicol llamada polarizador). La luz polarizada, a diferencia de la luz normal, se caracteriza por vibrar en un sólo plano. Para determinadas propiedades se emplea una segunda lamina polaroide o nicol llamada analizador. El tipo de iluminación también varía dependiendo de las propiedades a analizar. Podremos observar las láminas de roca con luz “normal” (sin polarizador ni analizador) con nicoles paralelos (el polarizador y el analizador dejan pasar la luz que vibra en un mismo plano) y con nicoles cruzados (polarizador y analizador se sitúan con sus planos de polarización perpendiculares). Además de esto, el microscopio petrográfico presenta una platina giratoria que nos permitirá girar y orientar la lámina de roca según los planos de polarización de la luz.



**Fig. 18** Microscopio geológico o petrográfico.



**Fig. 19** Luz normal y luz polarizada.

**c) LA TEXTURA DE LAS ROCAS MAGMÁTICAS:**

Las rocas magmáticas observadas al microscopio petrográfico nos pueden revelar diferentes detalles sobre su composición y origen. Veamos la siguiente imagen:

<p>Textura granuda. La roca está formada por cristales de minerales visibles a simple vista, pues ha enfriado lentamente en el interior de la Tierra y los minerales han tenido tiempo para cristalizar. Las rocas con esta textura se llaman plutónicas y se encuentran en grandes masas.</p>	<p>Textura porfídica. La tienen aquellas rocas que han enfriado rápidamente, como las rocas filonianas y las volcánicas. Debido a esto algunos cristales, fenocristales, han podido cristalizar en granos de cierto tamaño (unos milímetros) pero otros no (microcristales).</p>	<p>Textura vítrea propia de las rocas que han enfriado muy rápidamente y los minerales sólo han podido cristalizar en forma de cristales microscópicos. Sólo algunas rocas volcánicas de enfriamiento muy rápido tienen esta textura.</p>

**MATERIAL**

- 1 Lupa binocular.
- 1 Microscopio geológico
- 2 láminas delgadas de rocas (gabro y basalto)
- Muestras de 15 rocas diferentes
- Vidrios para rayar.
- Clavos para rayar las rocas.
- Ácido clorhídrico diluido.

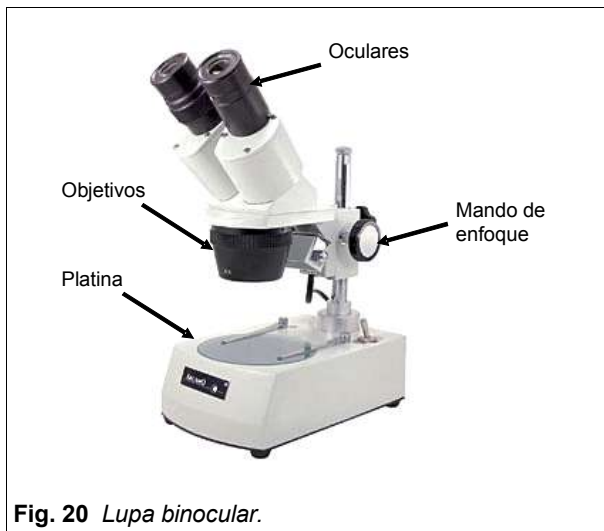


Fig. 20 Lupa binocular.

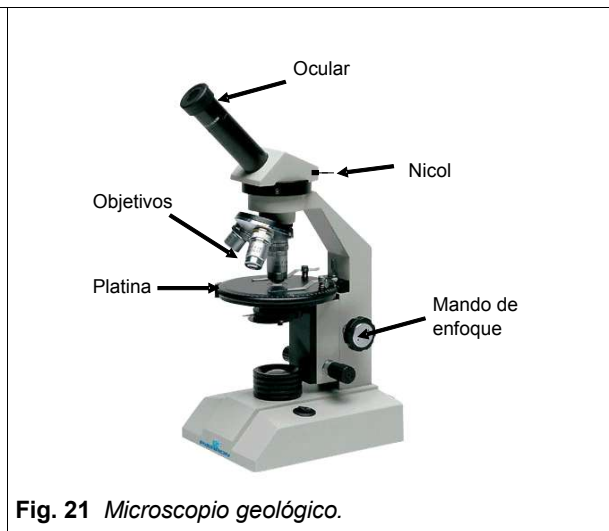


Fig. 21 Microscopio geológico.

**OBJETIVO**

- 1) Reconocer e identificar muestras de rocas del laboratorio.
- 2) Observar ciertas características de las rocas como:
  - a) La textura de las rocas magmáticas.
  - b) La reacción con el ácido de las rocas carbonatadas (calizas).
  - c) La esquistosidad de algunas rocas metamórficas.

**ORGANIZACIÓN**

A) Se formarán cinco grupos dirigidos por un responsable de grupo.

- Grupo 1: Observación de texturas a la lupa binocular.
- Grupo 2: Observación de texturas en láminas delgadas de roca al microscopio geológico.
- Grupo 3: Mesa de las rocas magmáticas.
- Grupo 4: Rocas sedimentarias.
- Grupo 5: Rocas metamórficas.

B) Cada 7 minutos se cambiará de grupo rotando en la siguiente secuencia: 1>2>3>4>5>1...

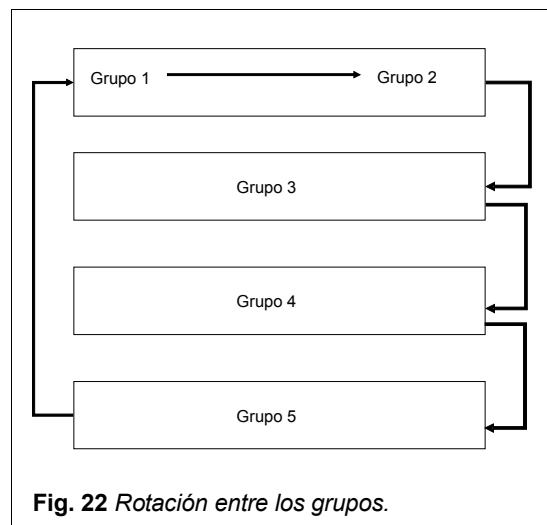
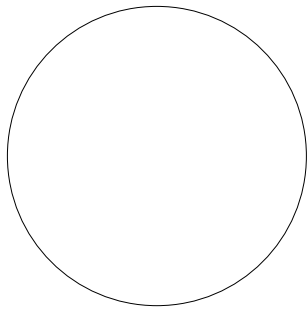


Fig. 22 Rotación entre los grupos.

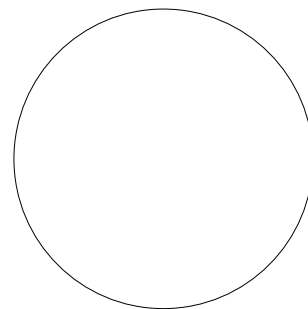
**OBSERVACIONES A REALIZAR**

**GRUPO 1:** En la mesa habrá una lupa binocular y dos muestras de rocas magmáticas, un granito (roca de color claro) y un pórfido. El granito tiene textura granuda, por haber enfriado lentamente y está constituido por tres minerales: cuarzo (granos de color gris), ortosa (granos de mineral de color blanco) y mica (granos de color negro). El pórfido es una roca filoniana de textura porfídica por haber enfriado rápidamente.

Se empezará por el granito que se colocará en la platina de la lupa binocular y se observará por la parte más lisa y pulida. Para enfocar, se mirará por los oculares y se girarán los mandos de enfoque de la lupa de tal forma que los objetivos suban. Los oculares se pueden separar o juntar para adaptarlos a la distancia entre los ojos de cada observador. Se hará un esquema de lo observado y una descripción. Después se repetirá lo mismo con el pórfido.



**Fig. 23** Esquema de la textura del granito.



**Fig. 24** Esquema de la textura del pórfido.

**Descripción del granito:**.....  
.....  
.....  
.....

**Descripción del pórfido:**.....  
.....  
.....  
.....

**GRUPO 2:** En esta mesa habrá un microscopio geológico y dos láminas delgadas de rocas: un gabro (roca plutónica) y otra de basalto (roca volcánica). Las láminas delgadas de rocas como su propio nombre indica son finísimas láminas de roca (30 micras de grosor) montadas sobre un portaobjetos. Las láminas delgadas de roca son caras, deben manipularse con sumo cuidado para evitar dañarlas.

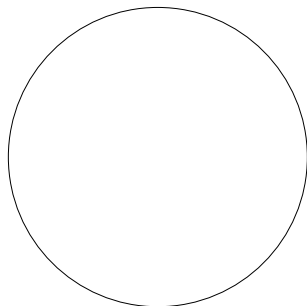
Colocar, sobre la platina giratoria, primero el gabro y observar su textura a la luz normal y a la luz polarizada (mover la palanca del nícol). A la luz polarizada girar la platina para observar los colores de interferencia, estos colores permiten distinguir los minerales que componen las rocas. Hacer un esquema. Repetir la experiencia con la lámina de basalto. Fijarse que a pesar de ser rocas que provienen del mismo tipo de magmas, magmas profundos, su textura es muy diferente. Explicar a qué se deben estas diferencias.

Para enfocar, se mirará por el ocular y se girarán los mandos de enfoque de tal forma que los objetivos suban, esto evitará que puedan chocar con la lámina y romperla. La observación se hará con el objetivo de menor aumento. No se pasará a aumentos superiores.

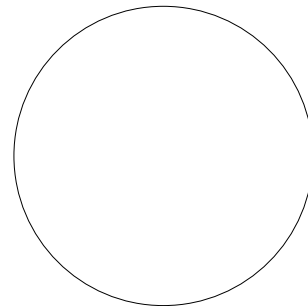
**Descripción del gabro:**.....  
 .....  
 .....

**Descripción del basalto:**.....  
 .....  
 .....

**Razones de las diferencias:**.....  
 .....  
 .....



**Fig. 25** Esquema de la textura del gabro.



**Fig. 26** Esquema de la textura del basalto.

**GRUPO 3:** En esta mesa habrá muestras de rocas magmáticas de cinco clases diferentes. Debéis clasificarlas, poniéndoles el número que corresponde. Fijaros en el color de las rocas que denota su composición y su origen. Los colores claros corresponden a magmas poco profundos constituidos por silicatos de sodio, potasio y calcio, con poco hierro. Por el contrario los colores oscuros corresponden a rocas que provienen de magmas profundos con alto contenido en hierro y magnesio. Fijaros también en las diferencias entre las rocas de enfriamiento lento (plutónicas) y las de enfriamiento rápido (volcánicas).

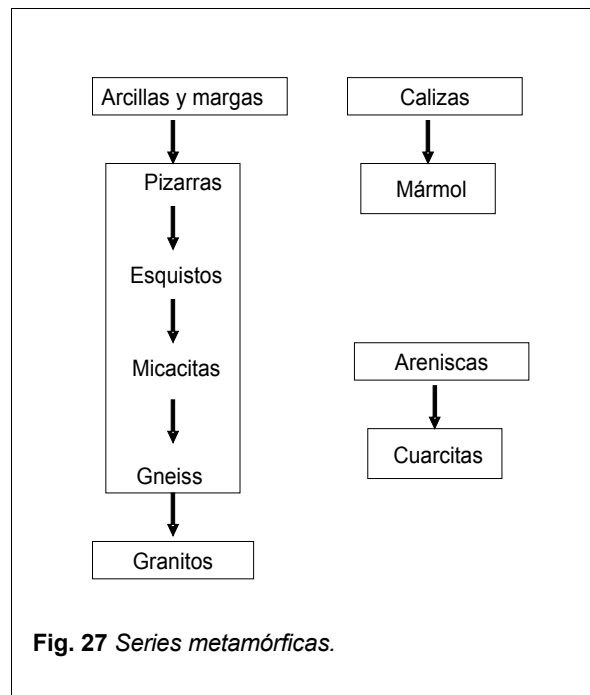
<b>LAS ROCAS MAGMÁTICAS DEL LABORATORIO</b>		
<p style="text-align: center;"><b>11 Granito</b></p> <p>Roca magmática, plutónica. Proviene de la consolidación de magmas poco profundos y por lo tanto con mucho contenido en sílice (SiO<sub>2</sub>) -claros cuando solidifican-, ácidos, poco densos y viscosos. Su textura granuda nos indica que el magma ha enfriado lentamente en el interior de la tierra. Roca blanca con motas negras, su aspecto es muy característico. A simple vista se destacan los blancos cristales de ortosa, los translúcidos cristales de cuarzo y los negros cristales de mica. Roca muy abundante (Galicia, Sistema Central) aunque rara en Asturias. Muy empleada como material en la construcción.</p>	<p style="text-align: center;"><b>12 Gabro</b></p> <p>Roca magmática, plutónica. Proviene de la consolidación de magmas profundos y por lo tanto pobres en sílice (SiO<sub>2</sub>) y ricos en silicatos de hierro y magnesio, oscuros cuando solidifican, básicos, densos y poco viscosos. Su textura granuda nos indica que el magma ha enfriado lentamente en el interior de la tierra. Roca de color gris oscuro casi negro. Se distingue del basalto por sus reflejos.</p>	
<p style="text-align: center;"><b>13 Riolita</b></p> <p>Roca magmática, volcánica. Proviene de la consolidación de magmas de composición similar a los que producen el granito (poco profundos, ácidos, viscosos y ricos en sílice). Su textura porfídica nos indica su origen volcánico; esto es, que el magma ha enfriado rápidamente. Su aspecto grisáceo más o menos uniforme donde destacan algunos fenocristales: minerales que por tener mayor punto de fusión si que han podido cristalizar en cristales visibles a simple vista.</p>	<p style="text-align: center;"><b>14 Basalto</b></p> <p>Roca magmática, volcánica. Proviene de la consolidación de magmas de composición similar a los que producen el gabro (profundos, básicos, poco viscosos y pobres en sílice), lo que le da a la roca su tonalidad muy oscura. Su textura porfídica nos indica que el magma ha enfriado rápidamente. Su aspecto gris oscuro, negro satinado, más o menos uniforme donde destacan, a veces, grandes fenocristales más claros.</p>	<p style="text-align: center;"><b>15 Pórfido</b></p> <p>Los pórfidos son rocas magmáticas, filonianas que provienen de magmas de composición muy variable. Se trata de magmas que han ascendido por fracturas de la corteza y que han enfriado en ellas sin llegar a salir a la superficie. Debido a su rápido enfriamiento tienen textura porfídica en la que se aprecian claramente los fenocristales y la matriz de microcristales.</p>

**GRUPO 4:** Mesa de las rocas sedimentarias. Primero deberéis identificarlas. Fijaros en que las rocas detríticas están formadas por fragmentos de otras rocas. Observar los clastos redondeados que constituyen las pudingas. El tacto áspero de las areniscas, formadas por granos de arena y el tacto suave de las arcillas y margas, debido a que las partículas que las forman son muy pequeñas, microscópicas. Hacer la prueba del ácido con las rocas calizas. Observar que algunas rocas calizas tienen fósiles.

LAS ROCAS SEDIMENTARIAS DEL LABORATORIO		
<b>1 Pudinga</b>	<b>2 Arenisca</b>	
<i>Roca sedimentaria detrítica formada por la cementación de cantos redondeados. Los cantos son redondeados por haber sido transportados por un río.</i>	<i>Roca sedimentaria detrítica formada por la cementación de granos de arena. Se trata de una roca con un tacto áspero muy característico. Las areniscas pueden ser buenos materiales de construcción, pues aunque son poco resistentes, se tallan con facilidad dando buenos sillares. Las piedras de afilar suelen ser areniscas.</i>	
<b>3 Arcilla</b>	<b>4 Marga</b>	<b>5 Caliza</b>
<i>Roca sedimentaria detrítica formada por compactación de partículas muy finas de minerales arcillosos (caolín y otros). Roca de tacto suave, muy blanda (se desmenuza fácilmente). Se emplea para la fabricación de ladrillos, tejas y objetos de cerámica. El caolín, arcilla blanca muy pura, se emplea para la fabricación de porcelanas</i>	<i>Roca sedimentaria intermedia. Está formada por una mezcla de arcilla y carbonato de calcio. De tacto suave. Su aspecto azulado es el más común. Es algo más consistente que la arcilla pero aún así es una roca muy blanda.</i>	<i>Se trata de una roca sedimentaria de precipitación química. Esto quiere decir que se ha formado por cristalización, precipitación y cementación de carbonato de calcio disuelto en el agua en ambientes marinos preferentemente. Es una roca consistente, buen material de construcción. Burbujea de forma muy característica cuando se la trata con ácido, pues se descompone dando CO<sub>2</sub> y óxido de cal.</i>

**GRUPO 5:** Las rocas metamórficas son rocas que provienen de rocas sedimentarias sometidas a altas presiones y temperaturas. Se clasifican por la roca sedimentaria de la que provienen y por el grado de metamorfismo sufrido (más o menos intenso).

**Serie de la arcilla:** Pizarra, esquisto, micacita y gneiss. La pizarra es la que ha sufrido y menor metamorfismo y el gneiss el mayor. Estas rocas tienen esquistosidad (característica disposición en capas muy finas de determinados minerales). Debéis fijaros en que la esquistosidad es patente en las pizarras, pero que en los gneiss la aparición de nódulos de cuarzo y ortosa hace que esta se observe difícilmente. Fijaros también que en los gneiss el metamorfismo ha sido tan intenso que casi tienen ya el aspecto de un granito (roca magmática). Fijarse en los nódulos de cuarzo y ortosa de los gneiss. Observar que algunas de estas rocas, que han sufrido un metamorfismo poco intenso, tienen fósiles, lo que es lógico, pues provienen de rocas sedimentarias. En aquellas en las que el metamorfismo ha sido muy intenso los fósiles ya no se conservan.



**El mármol.** Echarle una gota de ácido para observar el burbujeo de CO<sub>2</sub>. Esto se debe a que está compuesto por CaCO<sub>3</sub>. Observar que es una roca blanda pues se raya con un clavo y no raya el cristal.

**La cuarcita** no burbujea con el ácido y no se raya con el clavo. Además raya el cristal. Esto se debe a que la cuarcita está compuesta por SiO<sub>2</sub>.



LAS ROCAS METAMÓRFICAS DEL LABORATORIO		
<b>6 Mármol</b>	<b>7 Cuarzita</b>	
<i>Roca metamórfica sin esquistosidad, pues se forma por el metamorfismo de rocas calizas, que al no tener minerales arcillosos no producen micas. La presión intensa y/o la temperatura elevada hacen que el carbonato de calcio recristalice y sus cristales aumenten de tamaño, dándole a la roca su brillante aspecto característico. Su color puede ser muy variable. Roca ornamental por excelencia.</i>	<i>Roca metamórfica sin esquistosidad pues se forma por el metamorfismo de areniscas constituidas por granos de cuarzo, sin micas. La acción de la presión y/o de la temperatura suelda y recristaliza los granos de cuarzo. Roca de tonos claros. Su gran dureza- puede observarse que no se raya con objetos metálicos- dificulta su tallado y su empleo.</i>	
<b>8 Pizarra</b>	<b>9 Micacita</b>	<b>10 Gneis</b>
<i>Roca metamórfica con esquistosidad. Se forma por metamorfismo suave de rocas sedimentarias arcillosas. La presión orienta los minerales de las arcillas, las micas, haciendo que la roca adquiera su característica "pizarrosidad o esquistosidad" separándose fácilmente en láminas. De color azulado oscuro, se emplea en construcción para el recubrimiento de tejados</i>	<i>Roca metamórfica con esquistosidad. Se forma cuando las pizarras son sometidas a un metamorfismo más intenso y desarrollan láminas de mica de mayor tamaño y más abundantes. Estas se hacen fácilmente visibles dándole a la roca su característico aspecto brillante y algo metálico. Si la esquistosidad se acentúa pueden aparecer otros minerales como los granates.</i>	<i>Roca metamórfica con esquistosidad. Se forma si el metamorfismo de rocas arcillosas se hace ya muy intenso y comienzan a aparecer grandes cristales de ortosa (blancos) y de cuarzo (traslúcidos) que se intercalan entre las finas capas de mica formando nódulos claramente visibles. Algunos de estos nódulos pueden tener el tamaño de una almendra.</i>

**Actividad: Reconoce la textura de estas rocas magmáticas.**



Granito



Riolita



Gabro



Basalto

Fuente: <http://www.rc.unesp.br/museudpm/rochas/magmaticas/basalto.html>

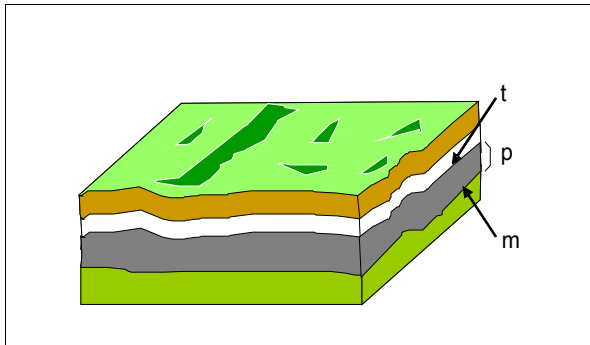
**III) EL TIEMPO GEOLÓGICO. MÉTODOS DE DATACIÓN**

**1. LA DATACIÓN RELATIVA: Los estratos**

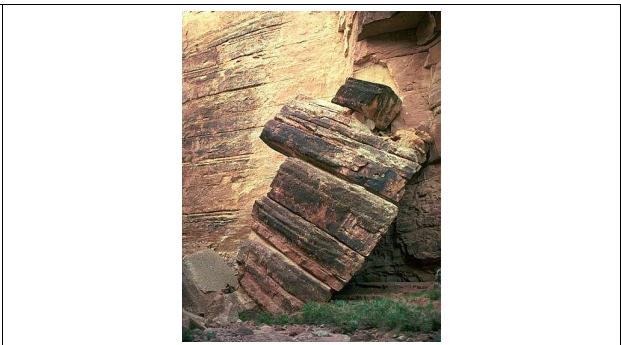
Las rocas sedimentarias y metamórficas están dispuestas en la naturaleza en capas o estratos. Esto se debe a que se han producido por depósito o sedimentación de los agentes externos y en especial de los ríos.

En todo estrato podemos distinguir: la parte superior o ..... (t), la inferior a la que llamaremos ..... (m) y su grosor o ..... (p).

El tipo de roca nos puede informar sobre el agente que la ha producido y la potencia nos informa sobre la mayor o menor persistencia del periodo de depósito o sedimentación.



**Fig. 28** Techo, muro y potencia de un estrato.

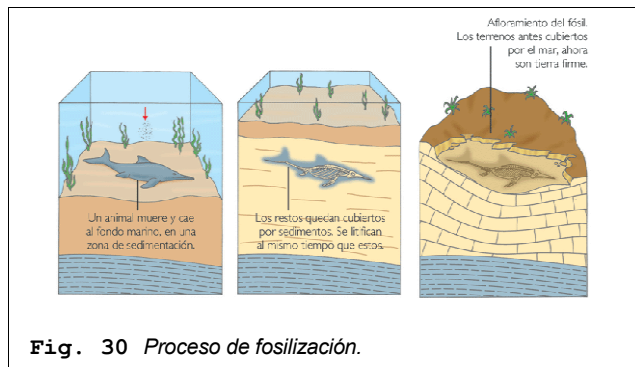


**Fig. 29** Estratos

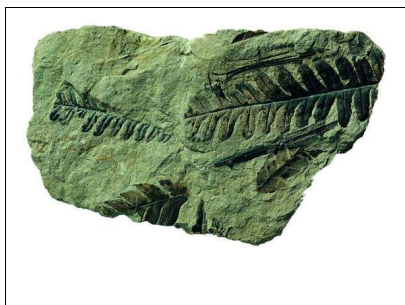
**2. Los fósiles**

Los fósiles son restos mineralizados de seres vivos que han poblado la Tierra o huellas de su actividad, preservados de modo natural en las rocas.

El proceso de fosilización consiste en el cambio de la materia orgánica por materia mineral. Los principales minerales que originan la fosilización son la calcita (carbonato de calcio), la sílice (SiO<sub>2</sub>) y la pirita (FeS).



**Fig. 30** Proceso de fosilización.



**Fig. 31** Los vegetales también fosilizan. En la imagen, hoja de helecho fósil.



**Fig. 32** Las huellas también se consideran fósiles .



**Fig. 33** Concha de un ammonites fosilizada.

**3. La importancia de los fósiles**

- Desde un punto de vista biológico los fósiles son importantes pues permiten conocer cómo ha sido el proceso de ..... de los seres vivos.
- Desde un punto de vista geológico los fósiles son importantes pues permiten conocer la ..... de las rocas en las que se encuentran.



**Fig. 34** Cráneo fosilizado de un dinosaurio.



**Fig. 35** Corales fósiles.



**Fig. 36** Buscando fósiles.

**4. Los fósiles guía**

Son fósiles característicos de una determinada época y por ello son de gran utilidad pues nos permiten ..... (fechar) las ..... en las que se encuentran. Las características de un fósil guía son las siguientes:

- Haber vivido en un periodo relativamente breve de tiempo.
- Tener una amplia distribución geográfica.
- Ser abundantes pues han .....

**1. Los principales fósiles guía**

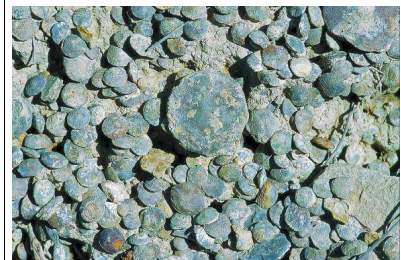
- El trilobites fósil guía de la era primaria (.....).
- El ..... de la era secundaria (230 m.a. a 65 m.a.).
- El nummulites de la era terciaria (65 m.a. a la actualidad).



**Fig. 37** Trilobites fosilizado.



**Fig. 38** Ammonites.



**Fig. 39** Nummulites.

**1. Los principios estratigráficos**

La estratigrafía, el estudio de los estratos, nos va a permitir datar, esto es, saber la edad de las rocas y de los fósiles que en ellas se encuentran de una manera ..... Para ello nos basaremos en los siguientes principios:

- **Principio de superposición:** Los estratos superiores son, normalmente, más ..... que los inferiores.
- **Principio de sucesión** de la ..... y .....: Los fósiles de seres vivos de los estratos inferiores son más antiguos que los de los estratos superiores.
- **Principio de continuidad:** Un estrato tiene, aproximadamente, la misma edad en toda su .....



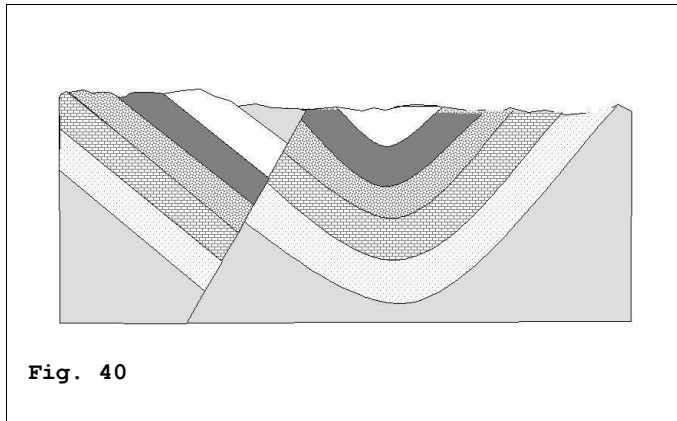
- **Principio de identidad paleontológica:** Dos conjuntos de estratos que tienen fósiles idénticos son de la misma edad.

La datación basada en estos principios recibe el nombre de ..... pues no permite conocer la edad real de las rocas y sus fósiles sino únicamente aventurar cuales son más antiguas y cuáles más modernas. Como se basa en los estratos únicamente podremos datar las rocas ..... y metamórficas.

**1. ACTIVIDAD**

Identifica el orden de los eventos de más antiguo a más moderno en el corte geológico de la figura 40.

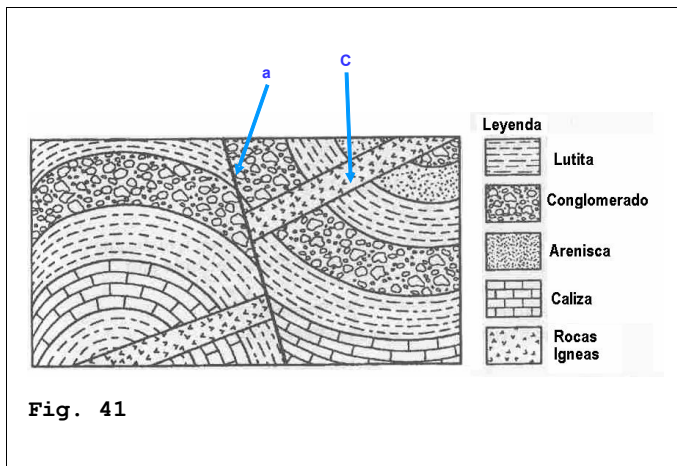
.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



**2. ACTIVIDAD**

Identifica el orden de los eventos de más antiguo a más moderno en el corte geológico de la figura 41. Los eventos que se han sucedido son: a) falla, b) plegamiento, c) dique magmático. Razona la respuesta.

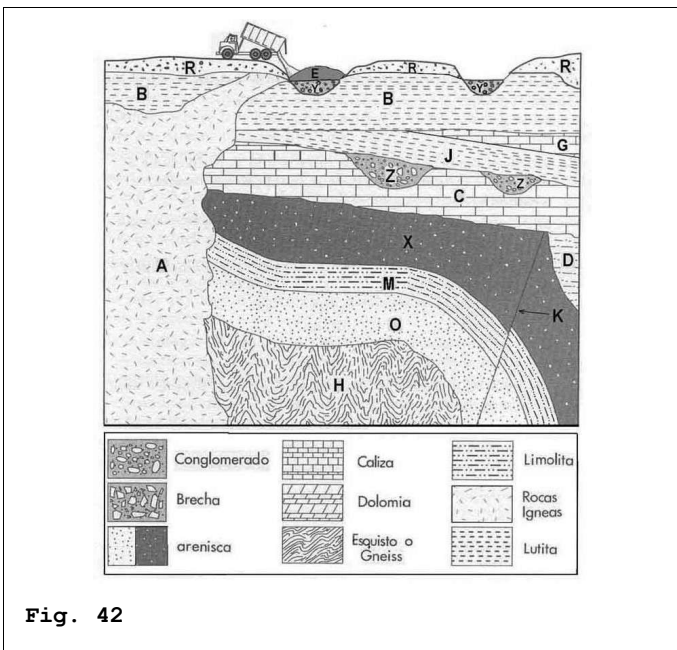
.....  
 .....  
 .....  
 .....



**3. ACTIVIDAD**

Identifica el orden de los eventos de más antiguo a más moderno en el corte geológico de la figura 42.

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

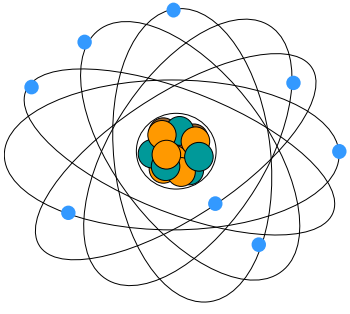


**FUNDAMENTOS DE LA DATACIÓN ABSOLUTA**

**¿CÓMO SON LOS ÁTOMOS?**

Los átomos están constituidos por partículas menores llamadas: protones, neutrones y electrones. Los protones y los neutrones se encuentran en el interior del átomo, en el núcleo, y los electrones en el exterior, en la corteza. Los átomos de los diferentes elementos se diferencian por el número de protones, neutrones y electrones que tienen.

Los protones, neutrones y electrones se diferencian por su carga eléctrica y su masa.



Partícula	Masa	Carga eléctrica
Electrón	Sin masa o despreciable (1/1840 mp)	Negativa (-1)
Protón*	1	Positiva (+1)
Neutrón	1	Sin carga

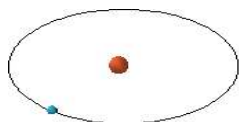
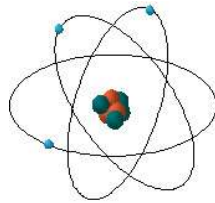
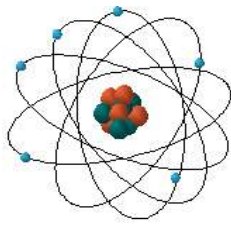
\* mp= masa del protón. La masa del protón = 1,6725E-24 gramos. (E-24=10-24 o lo que es lo mismo, una cuatrillonésima de gramo).

**Fig. 43** Átomo de oxígeno.

**Fig. 44** Carga y masa de las partículas del átomo.

**¿QUÉ ES UN ELEMENTO QUÍMICO?**

Los elementos químicos se diferencian unos de otros por el número de protones que tienen en el núcleo. La suma de protones y neutrones constituyen lo que se llama masa atómica (Ma).

 <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p>Átomo de Hidrógeno 1 protón  1 electrón</p> </div>	 <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p>Átomo de Litio 3 protones 4 neutrones 3 electrones</p> </div>	 <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p>Átomo de carbono 6 protones 6 neutrones 6 electrones</p> </div>
1) Átomo de hidrógeno: $Ma=1$	2) Átomo de litio: $Ma=3+4=7$	3) Átomo de carbono: $Masa=6+6=12$

**¿QUÉ ES UN ISÓTOPO?**

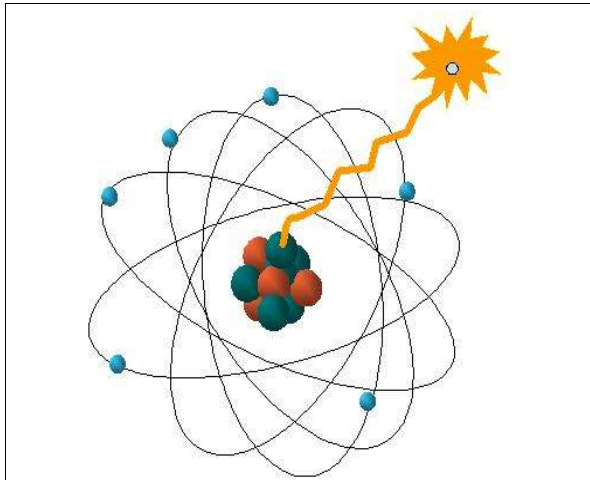
Los isótopos de un elemento químico se diferencian por el número de neutrones que tienen.

<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p>Átomo de carbono 12 6 protones 6 neutrones 6 electrones</p> </div>	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p>Átomo de carbono 14 6 protones 8 neutrones 6 electrones</p> </div>
<b>Fig. 45</b> Estructura del carbono 12 ( $^{12}C$ )	<b>Fig. 46</b> Estructura del carbono 14 ( $^{14}C$ )

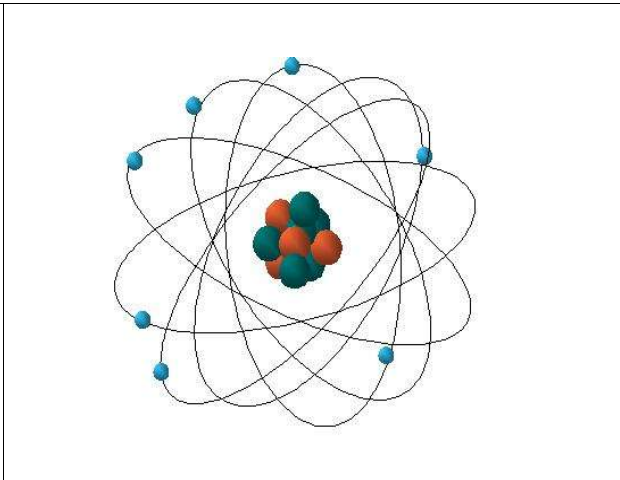
**ISÓTOPOS DEL CARBONO:  $^{12}C$  (98,89%) y el  $^{13}C$  (1,11%) del  $^{14}C$  hay una parte por billón**

### ISÓTOPOS ESTABLES E ISÓTOPOS RADIATIVOS

El carbono 14 puede emitir radiación transformándose en nitrógeno 14 cuando un neutrón se transforma en un protón y un electrón que sale del núcleo.



**Fig. 47** Átomo de carbono 14. Tiene 6 protones, 8 neutrones y 6 electrones .

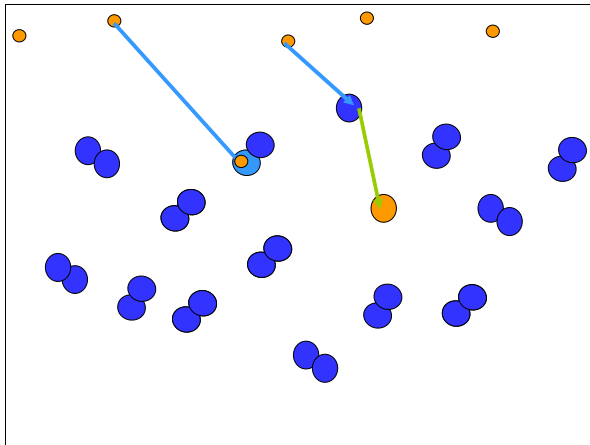


**Fig. 48** Nitrógeno 14: Tiene 7 protones, 7 neutrones y 7 electrones.

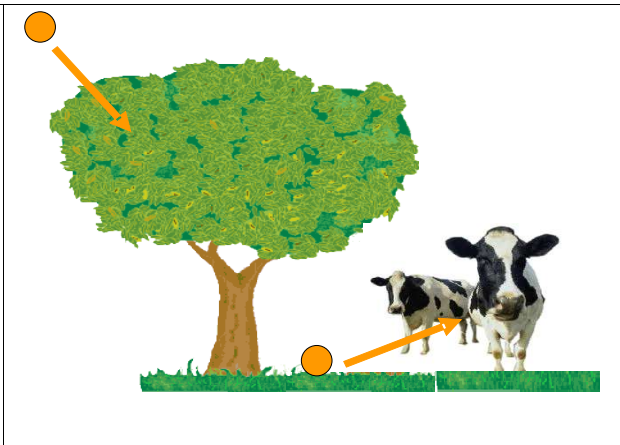
### ¿CÓMO SE FORMA EL CARBONO 14?

El isótopo carbono-14 ( $^{14}\text{C}$ ) es producido de forma continua en la atmósfera como consecuencia del bombardeo de átomos de nitrógeno por neutrones cósmicos.

Los seres vivos absorben este isótopo mientras viven. Al morir dejan de absorberlo y a partir de aquí la cantidad del isótopo en los huesos, madera y otros restos que puedan quedar va decayendo por descomposición radiactiva.



**Fig. 49** Formación del carbono 14 en la atmósfera a partir del nitrógeno 14.



**Fig. 50** Nitrógeno 14: Tiene 7 protones, 7 neutrones y 7 electrones.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**1. La datación absoluta**

La datación relativa no permite conocer la de las rocas y sus fósiles sino únicamente aventurar cuales son más antiguas y cuáles más modernas. Esto sólo es posible mediante la datación absoluta.

Esta técnica se basa en la presencia en todo tipo de rocas de minerales que contienen ..... Estos se desintegran a un ritmo constante , denominado periodo de semidesintegración o ..... transformándose en otros más estables, por lo que actúan como una especie de relojes geológicos.

La vida media es el tiempo que tarda en desintegrarse la ..... de una determinada cantidad de un isótopo radiactivo.

**Los principales isótopos empleados en la datación absoluta.**

Isótopo inicial	Elemento final	Vida Media (años)
Uranio <sup>238</sup>	Plomo <sup>206</sup>	4,5 x 10 <sup>9</sup>
Uranio <sup>235</sup>	Plomo <sup>207</sup>	0,7 x 10 <sup>9</sup>
Torio <sup>232</sup>	Plomo <sup>208</sup>	14 x 10 <sup>9</sup>
Rubidio <sup>87</sup>	Estroncio <sup>87</sup>	51 x 10 <sup>9</sup>
Potasio <sup>40</sup>	Calcio <sup>40</sup> y Argón <sup>40</sup>	1,3 x 10 <sup>9</sup>
Carbono <sup>14</sup>	Nitrógeno <sup>14</sup>	5750

Carbono<sup>14</sup> se emplea para periodos menores de 25 000, pues al irse reduciendo la cantidad inicial a la mitad cada 5750 años, la cantidad de carbono que queda para periodos más antiguos es muy pequeña y no es detectable.

38

**Fig. 51**

**ACTIVIDAD:** Documentate y busca información.

1) ¿Qué es un isótopo?

.....  
 .....  
 .....

2) ¿Qué es un isótopo radiactivo?

.....  
 .....  
 .....

3) ¿En qué se diferencian el <sup>12</sup>C y su isótopo radiactivo el <sup>14</sup>C?.....

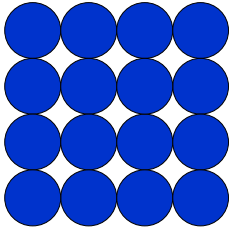
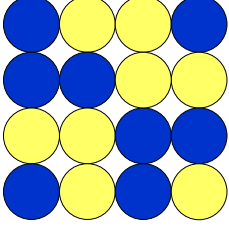
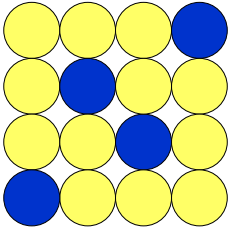
.....  
 .....  
 .....

4) Dibuja la estructura de los siguientes isótopos.

1) Dibuja cómo es un átomo de <sup>12</sup> C	2) Dibuja cómo es un átomo de <sup>14</sup> C	3) Dibuja cómo es un átomo de <sup>14</sup> N

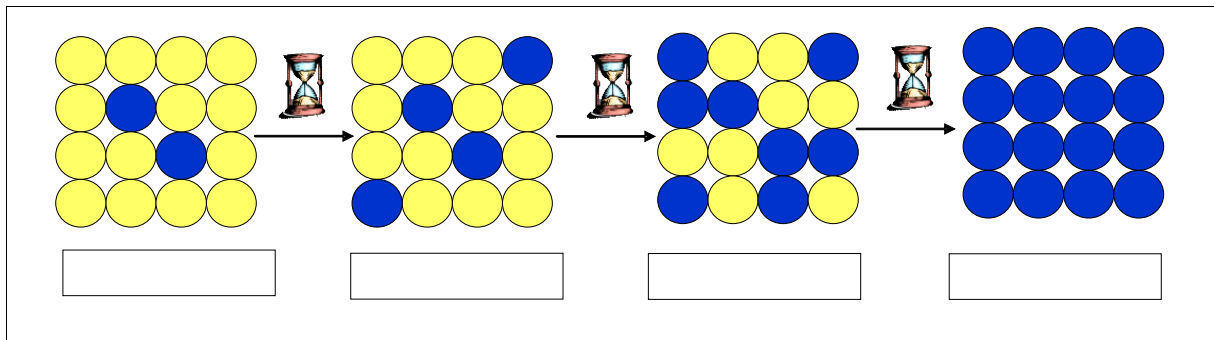
**ACTIVIDAD - Ejemplo del paso del tiempo:**

El isótopo radiactivo (átomos de color oscuro) se transforma en el isótopo estable (átomos de color claro), con una vida media de 5750 años. Esto quiere decir que si partimos de 16 átomos de isótopo radiactivo, al cabo de 5750 años, tendremos 8 átomos de isótopo radiactivo y 8 ocho átomos de isótopo estable. Otros 5750 años después, tendremos 4 átomos de isótopo radiactivo y 12 de isótopo estable (8 que teníamos más otros 4 recién transformados).

		
<i>Situación inicial</i>	<i>5750 años después.</i>	<i>Al cabo de 11500 años</i>

**ACTIVIDAD**

Se ha analizado una muestra de madera de un yacimiento arqueológico y se ha descubierto que contiene 2µg de <sup>14</sup>C y 14 µg <sup>14</sup>N. Calcular gráficamente la edad de la muestra (vida media del <sup>14</sup>C es de 5750 años).



**ACTIVIDAD**

Se ha analizado una roca y se ha descubierto que contiene 4pg de <sup>235</sup>U y 28 pg <sup>207</sup>Pb. Calcular matemáticamente la edad de la muestra (la vida media del <sup>235</sup>U es de 0,7x10<sup>9</sup> años).

**Cálculo matemático aproximativo:**

Sumemos la cantidad de ambos isótopos para hallar la cantidad de <sup>235</sup>U inicial:

$$4 \text{ pg} + 28 \text{ pg} = 32 \text{ pg.}$$

2) Dividamos 32 entre 2 las veces necesarias hasta obtener 4.

$$32/2=16; 16/2=8; 8/2=4$$

Luego hemos tenido que dividir 3 veces por 2.

3) Multipliquemos dicho dato (3) por la vida media del isótopo y hallaremos la edad de la muestra:

$$E_m = 0,7 \times 10^9 \times 3 = 2,1 \times 10^9 \text{ años; esto es 2100 millones de años}$$

**IV) EL ORIGEN DE LA TIERRA Y DEL SISTEMA SOLAR**

**1. La edad de la Tierra. Datos**

- En 1650 el obispo ....., mediante estimaciones basadas en el estudio de la Biblia, dedujo que la Tierra tenía una edad de ..... años.
- En 1860, Lord Kelvin, basándose en el ..... terrestre, estimó una edad de la Tierra de unos ..... millones de años.
- Darwin (s. XIX) dedujo que la Tierra debía de tener 300 m.a., pues esa sería la edad necesaria para que se hubiesen podido producir los fenómenos geológicos observados.
- En la actualidad se piensa que nuestro planeta tiene una edad ..... m.a. para ello nos basamos en la edad de las rocas estimada por métodos .....

**2. El origen del Sistema Solar**

Hoy sabemos que, donde ahora se encuentra el Sistema Solar, hace 5000 millones de años había una gran nube de gases y polvo: una ..... La fuerza de la ..... atrajo las partículas de polvo y gas, que empezaron a girar y se concentraron formando un disco. En el centro de este disco se formó el ..... El polvo y gas restante formó los diferentes ..... Se formaron por un mecanismo de ..... Esto es, al principio, el polvo se concentró formando pequeños cuerpos de unos pocos kilómetros de diámetro: .....

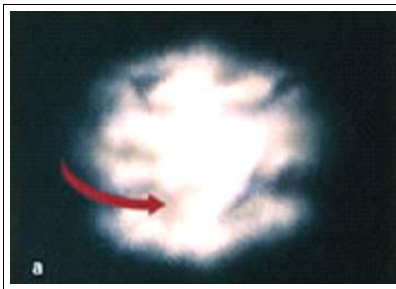


Fig. 52



Fig. 53

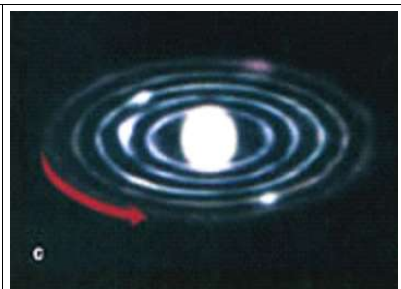


Fig. 54

**3. Cómo se originó la Tierra**

Los planetesimales de mayor tamaño ejercieron una mayor fuerza y atrajeron a más y más planetesimales, haciéndose cada vez mayores. Así se formaron los distintos planetas. Hace 4600 m.a. la Tierra ya estaba formada, pero los impactos de los meteoritos y el calor producido por la desintegración de los elementos radiactivos fundió los materiales, formándose un gran ..... de 1500 km de profundidad. Durante esta etapa ..... los materiales más densos se hundieron hacia el centro, formando el núcleo y los más ligeros formaron la corteza. Se formaron así, por ....., las capas de la Tierra. Por último, hace ..... m.a. cesó el bombardeo meteórico y se formó la corteza sólida. La condensación del vapor de agua formó los mares y los gases restantes formaron la atmósfera.

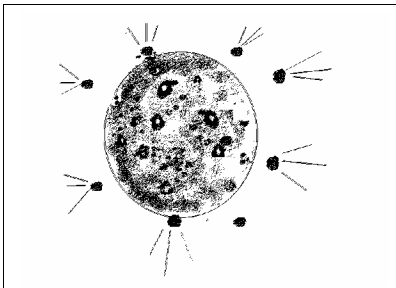


Fig. 55

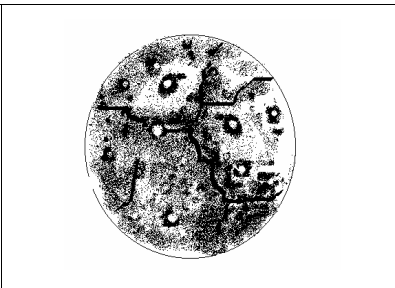


Fig. 56

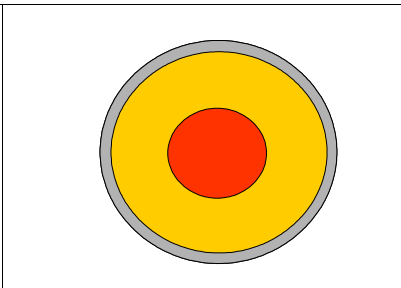


Fig. 57



**Fig. 58** La Tierra 4600 m.a. después de su origen. Para llegar aquí se han dado durante todos estos años toda una serie de procesos geológicos y biológicos.



**Fig. 59** Nebulosa. En una nebulosa similar a esta se originó el Sistema Solar.

.....

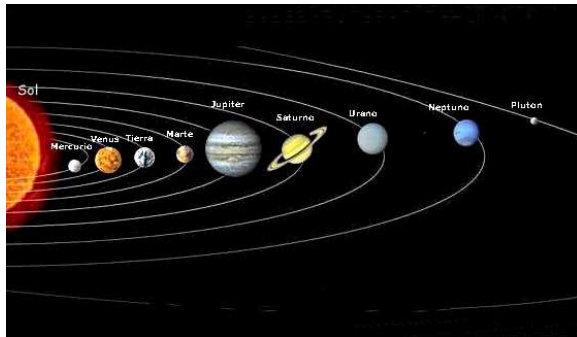
.....

.....

.....

.....

.....



**Fig. 60** El Sistema Solar.

**Planetas**

Características principales de los planetas del Sistema Solar.

Planeta	Díámetro ecuatorial	Masa	Radio orbital(UA)	Periodo orbital (años)	Periodo de rotación (días)	Satélites naturales
<a href="#">Mercurio</a>	0,382	0,06	0,38	0,241	58,6	0
<a href="#">Venus</a>	0,949	0,82	0,72	0,615	243	0
<a href="#">Tierra</a>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	<a href="#">1</a>
<a href="#">Marte</a>	0,53	0,11	1,52	1,88	1,03	<a href="#">2</a>
<a href="#">Júpiter</a>	11,2	318	5,20	11,86	0,414	<a href="#">63</a>
<a href="#">Saturno</a>	9,41	95	9,54	29,46	0,426	<a href="#">60</a>
<a href="#">Urano</a>	3,98	14,6	19,22	84,01	0,718	<a href="#">27</a>
<a href="#">Neptuno</a>	3,81	17,2	30,06	164,79	0,671	<a href="#">13</a>

Wikipedia

**Fig. 61** Características del Sistema Solar.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

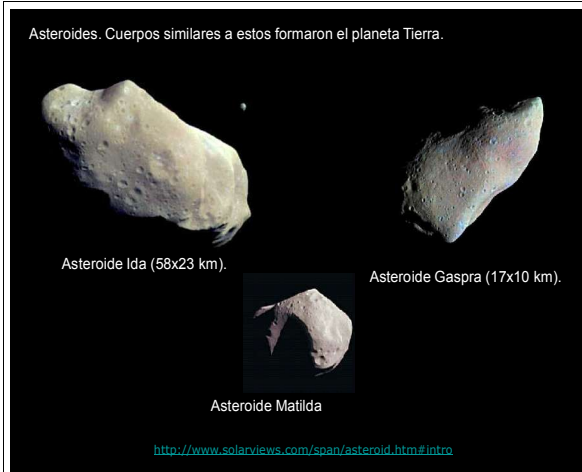


Fig. 62 Asteroides.



Fig. 63 Impacto de un asteroide.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Fig. 64 El Cráter Barringer (Meteor Crater) en Arizona, producido por un impacto de un meteorito de unas 300 000 TM hace unos 50 000 años, demuestra que aún se producen este tipo de impactos en épocas relativamente recientes.



Fig. 65 Cráter de impacto en Canadá

.....

.....

.....

.....

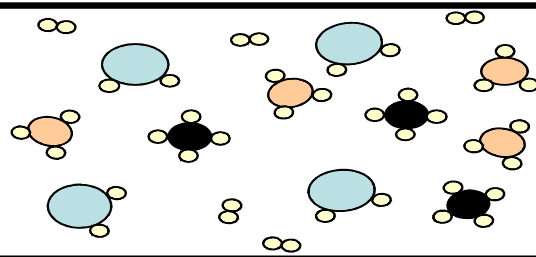
.....

.....

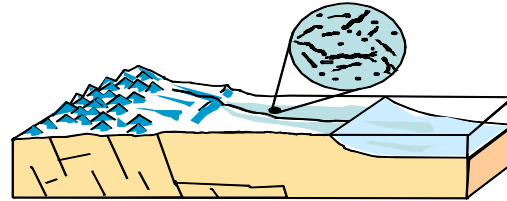
.....

## V) ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LOS SERES VIVOS

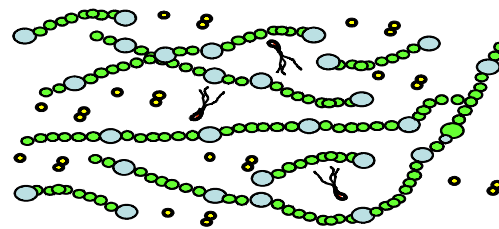
**Fig. 1** Hace 3800 m.a., cuando la Tierra ya se había enfriado y se habían formado los mares, se produjeron reacciones químicas que originaron, en la primitiva atmósfera de la Tierra, los principales componentes químicos de los seres vivos.



**Fig. 2** Con estos componentes se formaron en los charcos que dejaban las mareas, hace 3600 m.a., los primeros seres vivos: las **bacterias primitivas**.



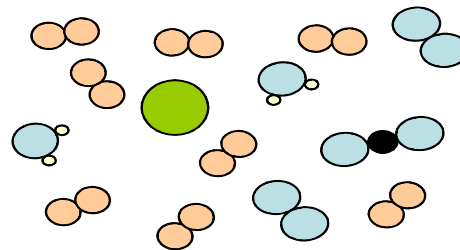
**Fig. 3** Hace 3100 m.a. se desarrollaron las **cianobacterias**. Estas bacterias eran fotosintéticas y fueron capaces de producir el suficiente oxígeno como para cambiar la atmósfera primitiva de la tierra.



**Fotos de cianobacterias:**

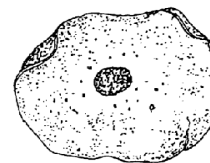
- 1 [enlace a cianobacteria actual](#)
- 2 [enlace a cianobacteria actual](#)

**Fig. 4** Hace 2000 m.a. la atmósfera ya era oxidante y aerobia.

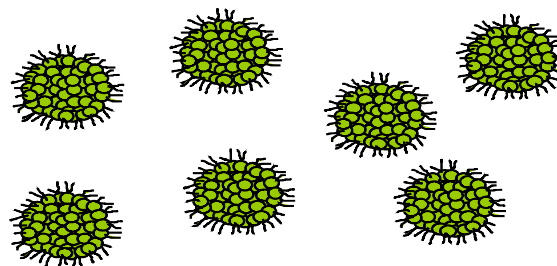


[Enlace: La atmósfera actual](#)

**Fig. 5.** Hace 1500 m.a. se originaron las primeras células con núcleo: las **células eucariotas**.



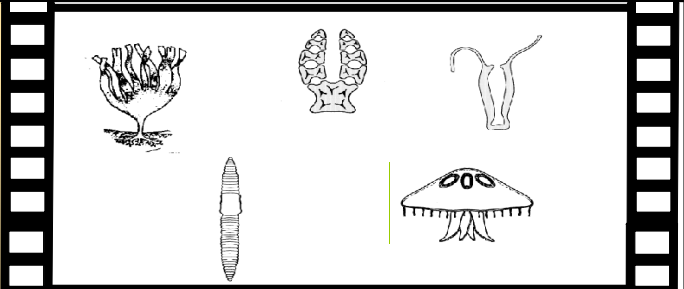
**Fig. 6** Las células eucariotas se asociaron para dar colonias de células como los actuales volvox.



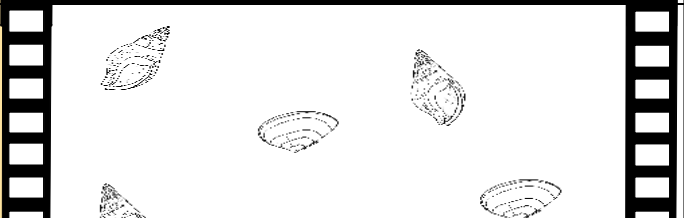
- 1 [enlace: Los volvox \(Wikipedia\).](#)
- 2 [enlace: Los volvox \(foto\).](#)



**Fig. 7** Estos primitivos organismos evolucionaron y entre hace 1000 m.a. y 700 m.a. se desarrollaron organismos pluricelulares vegetales (algas) y animales de cuerpo blando (**esponjas, gusanos marinos, medusas, pólipos**, etc.)



**Fig. 8** Hace más de 570 m.a. aparecen los organismos con caparazones y esqueletos: **moluscos, artrópodos y equinodermos** y los fósiles se hacen muchísimo más abundantes.

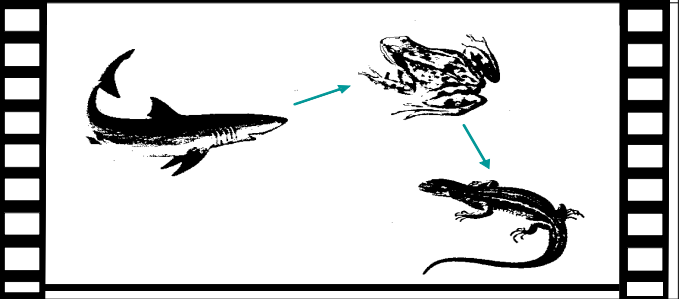


La era primaria →

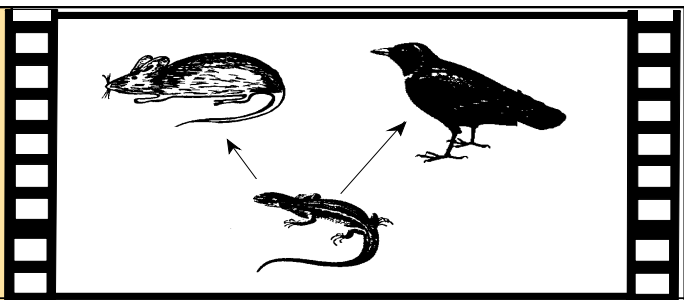
**Fig. 9** Hasta ahora los seres vivos habían sido exclusivamente acuáticos. Durante la era primaria (570 a 230 m.a.) se desarrolla un grupo de vegetales, los **helechos**, que al tener vasos conductores de savia pudieron ya vivir en tierra.



**Fig. 10** En la era primaria se desarrollan también los primeros vertebrados acuáticos: los **peces** y a partir de estos se originan los vertebrados terrestres: **anfibios** y **reptiles**.

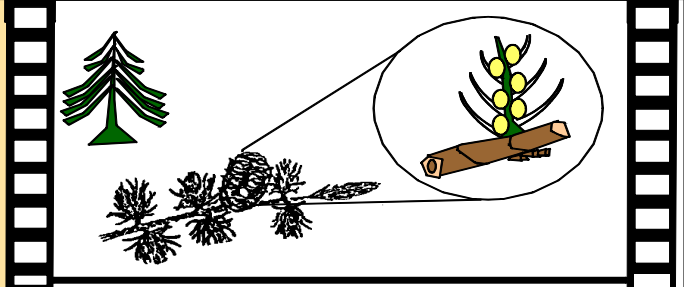


**Fig. 11** Durante la era secundaria (230 a 65 m.a.) se desarrollan, a partir de los reptiles, los **mamíferos** y las **aves**.



La era secundaria →

**Fig. 12** También en la era secundaria se originan las primeras plantas con flores muy simples: las **gimnospermas**. Se trata de plantas similares a los pinos y abetos actuales.





## VI) LAS ERAS GEOLÓGICAS

### 1. ERAS Y PERIODOS

Basándose en los principios estratigráficos, en los fósiles guía y en ciertos acontecimientos geológicos de importancia, los científicos han dividido el tiempo geológico en las siguientes eras y periodos.

ERA	Comienzo de la era en m.a.	PERIODO
<b>TERCIARIA</b> o <b>CENOZOICA</b>	<b>0 m.a.</b>	CUATERNARIO (de 2 m.a. a la actualidad)
	<b>65 m.a.</b>	TERCIARIO (de hace 65 m.a. a hace 2 m.a.)
<b>SECUNDARIA</b> o <b>MESOZOICA</b>	<b>230 m.a.</b>	CRETÁCICO ( de hace 140 m.a. a hace 65 m.a.)
		JURÁSICO (de hace 195 m.a. a hace 140 m.a.)
		TRIÁSICO (de hace 230 m.a. a hace 140 m.a.)
<b>PRIMARIA</b> o <b>PALEOZOICA</b>	<b>570 m.a.</b>	PÉRMICO (de hace 280 m.a. a hace 230 m.a.)
		CARBONÍFERO (de hace 345 m.a. a hace 280 m.a.)
		DEVÓNICO (de hace 395 m.a. a hace 345 m.a.)
		SILÚRICO (de hace 430 m.a. a hace 395 m.a.)
		ORDOVÍCICO (de hace 500 m.a. a hace 430 m.a.)
		CÁMBRICO (de hace 570 m.a. a hace 500 m.a.)
<b>PRECÁMBRICA</b>	<b>4600 m.a.</b>	PROTEROZOICO (de hace 2600m.a. a hace 570 m.a.)
		ARCAICO (de hace 3800 m.a. a hace 2600 m.a.)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

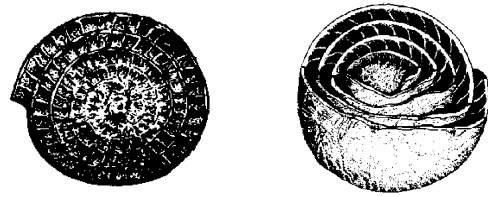
**ERAS GEOLÓGICAS: PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS GEOLÓGICOS Y BIOLÓGICOS**

<p><b>PRECÁMBRICO</b> (-4600 a -570 m. a.)</p>	<p><b>GEOLOGÍA DEL PRECÁMBRICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4600 a 3800 m.a. Constitución del planeta.</li> <li>- 2500 a 570 m.a. Formación de los núcleos de los continentes actuales.</li> <li>-600 m.a. Formación de la Pangea I, el primer gran supercontinente.</li> </ul> <p><b>BIOLOGÍA DEL PRECÁMBRICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Hace 3500 m. a. Primeros fósiles conocidos: bacterias.</li> <li>- Hace 3100 m. a. Primeros organismos fotosintéticos: cianobacterias.</li> <li>- Hace 2500 m. a. Predominio de las cianobacterias.</li> <li>- Hace 2000 m. a. Las bacterias producen el suficiente oxígeno para que la atmósfera se transforme en oxidante.</li> <li>- Hace 1500 m. a. Aparecen las células con núcleo verdadero: eucariotas. Primeros organismos unicelulares.</li> <li>- Hace 700 m. a. Aparecen los primeros organismos pluricelulares: esponjas.</li> </ul>
<p><b>Primaria o paleozoica</b> (-570 a -230 m. a.)</p>	<p><b>GEOLOGÍA DE LA ERA PRIMARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragmentación del Pangea I y reunificación en el Pangea II.</li> <li>- Fragmentación del Pangea II formándose Laurasia y Gondwana.</li> <li>- Orogenias Caledoniana y Hercínica.</li> </ul> <p><b>BIOLOGÍA DE LA ERA PRIMARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los fósiles se hacen mucho más abundantes pues al principio de esta era aparecen los primeros organismos con conchas o caparazones.</li> <li>- Primeros vegetales terrestres: helechos. Durante esta era los vegetales, que hasta ahora habían sido exclusivamente acuáticos, comienzan a colonizar los continentes.</li> <li>- Primeros vertebrados: aparecen los primeros peces.</li> <li>- Fósil guía de esta era el trilobites.</li> </ul>
<p><b>Secundaria o mesozoica</b> (-230 a -65 m. a.)</p>	<p><b>GEOLOGÍA DE LA ERA SECUNDARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Ruptura de la Pangea II y formación de los actuales continentes.</li> <li>- Formación del océano Atlántico.</li> <li>- Intensas erupciones de basalto provocan la subida en 300 metros del nivel de los océanos inundando los continentes.</li> </ul> <p><b>BIOLOGÍA DE LA ERA SECUNDARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es la era de los grandes reptiles: los dinosaurios.</li> <li>- Durante esta era se originan los mamíferos y las aves. Ambos evolucionan a partir de los reptiles.</li> <li>- Primeras plantas con flores: gimnospermas. Se trata de plantas, como las coníferas: pino, ciprés, abeto, con flores muy simples.</li> <li>Fósiles guía de esta era el ammonites y el belemnites.</li> </ul>
<p><b>Terciaria o cenozoica</b> (-65 a 0 m. a.)</p>	<p><b>GEOLOGÍA DE LA ERA TERCIARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Orogenia Alpina (Himalaya, Alpes, Andes, Pirineos, Béticas, etc.).</li> <li>- Descenso del nivel de los mares.</li> <li>- Glaciaciones</li> </ul> <p><b>BIOLOGÍA DE LA ERA TERCIARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al principio de esta era desaparecen los dinosaurios.</li> <li>- Radiación de los mamíferos y de las aves que se extienden por toda la Tierra.</li> <li>- Aparecen las plantas con flores verdaderas: las angiospermas.</li> <li>- Al final de esta era, hace 2 ó 3 millones de años, aparecen los primeros homínidos.</li> <li>- Fósil guía el nummulites.</li> </ul>

## LOS FÓSILES MÁS ABUNDANTES

### 1 Nummulites

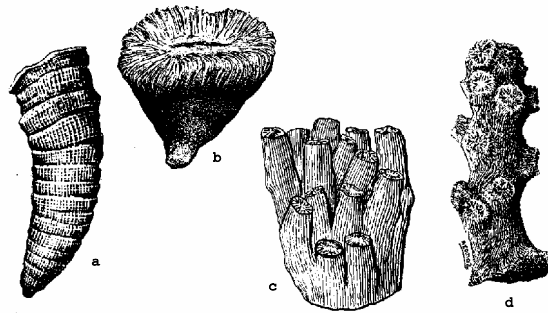
Muy abundantes en la era terciaria. Eran organismos unicelulares de gran tamaño: hasta 6 cm de diámetro. Tenían un caparazón calizo en forma de disco, que es lo que ha fosilizado. El caparazón tenía una gran cantidad de compartimentos dispuestos en espiral que se pueden observar si se pule una roca que contenga estos fósiles.



### 2 Corales

Son celentéreos, muy similares a los corales actuales, y en concreto pólipos: animales con el cuerpo en forma de saco. Vivían, como los pólipos actuales, fijos, sujetos a un substrato y su cuerpo disponía de una única abertura, la boca, rodeada de tentáculos, que se abría a una cavidad que hacía las veces de estómago. Como también sucede actualmente, podían ser tanto solitarios como formar colonias.

En la figura: a y b, corales solitarios, c y d corales coloniales.

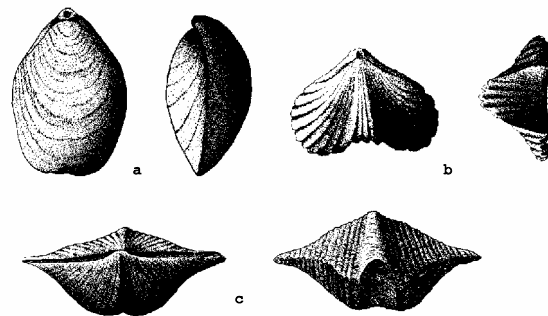


### 3 Braquiópodos

El cuerpo estaba encerrado en dos valvas. A través de una abertura de la valva ventral salía el pedúnculo mediante el cual el animal se fijaba al suelo.

Los braquiópodos se parecen en cierto modo a los moluscos bivalvos actuales (almejas y otros) diferenciándose de ellos, entre otras cosas, por la forma de las valvas y por su simetría.

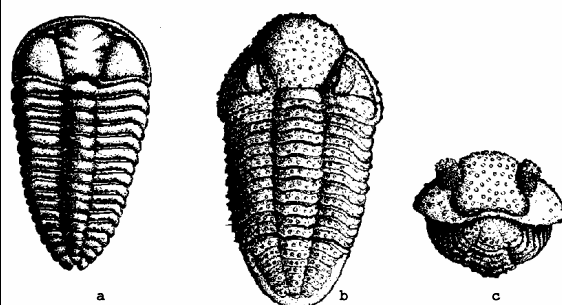
En la figura pueden verse: a) Terebratula; b) Rynchonella y c) Spirifer.



### 4 Trilobites

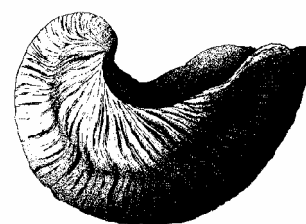
Son los fósiles guía más característicos de la era primaria. Eran artrópodos<sup>1</sup> marinos que en su mayoría vivían, probablemente, arrastrándose por las playas o en aguas poco profundas. Se llaman así por la organización de su caparazón en tres lóbulos. Podían enrollarse, como se observa en la figura c.

1) Entre los artrópodos actuales tenemos, por ejemplo, los crustáceos (cangrejos, langostas, etc.).



### 5 Gryphaea

Molusco, en cierto modo similar a las ostras, aunque su caparazón, como bien se puede ver, era de diferente forma. Tenía dos valvas muy desiguales.

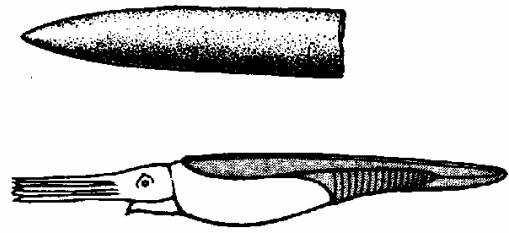


**6 Belemnites**

Moluscos cefalópodos<sup>2</sup> fósiles con una concha interior, recta y cónica. La concha o parte de ella es lo que ha fosilizado.

Fueron muy abundantes durante la era secundaria. Tenían un modo de vida similar a los calamares actuales.

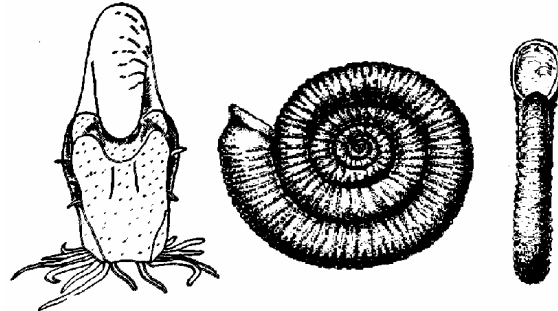
2) Cefalópodos actuales: pulpo, calamar, sepia, etc....



**7 Ammonites**

Moluscos similares en cierto modo a los actuales nautilus. Su concha es parecida a la de un caracol, pero formando una espiral plana. En el interior de la concha había numerosas cavidades que, probablemente, servían para regular la flotabilidad del animal.

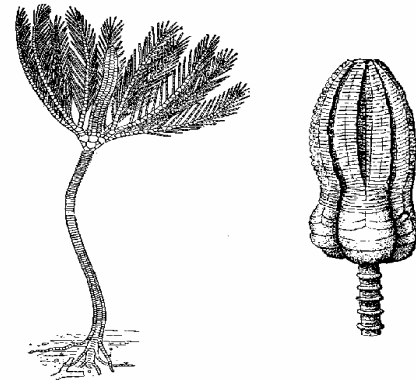
Fueron muy abundantes durante la era secundaria, de la que podemos considerarlos fósiles guía.



**8 Crinoideos**

Los actuales crinoideos (lirios de mar) son equinodermos<sup>3</sup> que viven agrupados en aguas claras de profundidad moderada. Se trata de animales que se fijan al fondo por un tallo del que surgen unos brazos. En el centro de los brazos aparece la boca. Sus fósiles es raro encontrarlos enteros y lo que se encuentra más frecuentemente son trozos de los tallos

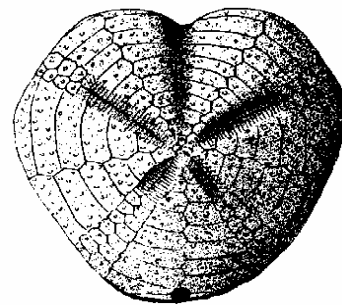
3) Los equinodermos son animales como los erizos de mar o las estrellas de mar, etc.



**9 Erizo de mar**

Similares a los erizos de mar actuales. Como los lirios de mar son también equinodermos: animales recubiertos por un dermoesqueleto (esqueleto situado debajo de la piel) cubierto de espinas.

Son animales que viven libres entre las rocas y en los fondos arenosos.



.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



**ACTIVIDAD PRÁCTICA**

Reconoce los siguientes fósiles:



Fig. 66

Fig. 67

Fig. 68



Fig. 69

Fig. 70

Fig. 71



Fig. 72

Fig. 73

Fig. 74

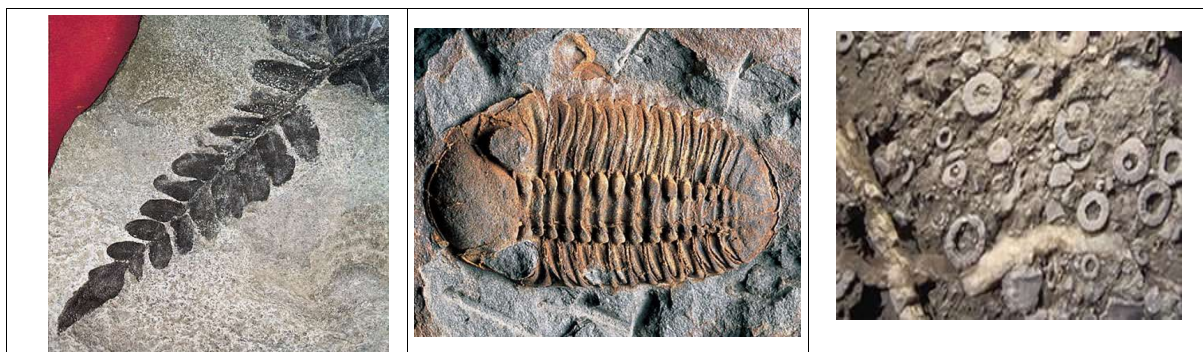


Fig. 75

Fig. 76

Fig. 77



RESPONDE A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS (basándote en lo que se observa en las figuras de la página anterior)

1) ¿Cuál de los fósiles es un organismo unicelular?.....

2) ¿Cuál de los fósiles es un fósil guía de la era primaria? .....

3) ¿Si en una roca has encontrado el fósil de la figura 71, qué edad tendrá la roca? .....

4) ¿Qué fósiles pertenecen al grupo de los equinodermos? .....

5) Si has encontrado una roca con menos de 65 m.a. ¿Qué fósil es posible que tenga? .....

6) ¿Cuáles de estos fósiles son braquiópodos? .....

7) Indica cuál de los fósiles de las figuras responde a la siguiente descripción: "Similares a los erizos de mar actuales. Como los lirios de mar son también equinodermos: animales recubiertos por un dermoesqueleto (esqueleto situado debajo de la piel) cubierto de espinas. Son animales que viven libres entre las rocas y en los fondos arenosos." .....

8) ¿Cuál de los fósiles que se observan en las figuras es un fósil guía de la era secundaria? .....

9) ¿Cuál de los fósiles que se observan en las figuras 78, 79, 80 te parece que será más importante desde un punto de vista geológico y por qué?

.....  
.....  
.....

10) ¿Puede ser un fósil lo que se observa en la figura 80? Razona la respuesta.

.....  
.....  
.....  
.....



Fig. 78

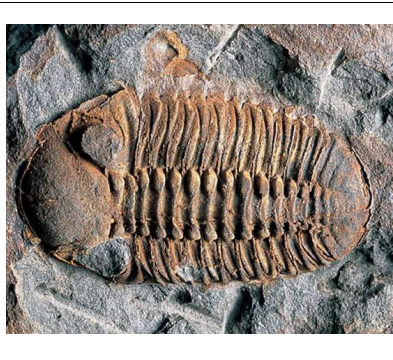


Fig. 79



Fig. 80

**EJERCICIOS**

1) Completa el ciclo de las rocas que se observa en la figura 81 indicando qué son A, B y C.

- A.....
- B.....
- C.....

2) ¿Qué clases de rocas pueden ser las que se observan en la figura 82?

	<p>Pero frecuentemente los encontramos inclinados.</p>
<b>Fig. 81</b>	<b>Fig. 82</b>

3) ¿Cuál de las rocas que se observan en la figura ..83.. no puede tener fósiles? ¿Por qué?

.....

.....

.....

.....

4) Al observar una roca magmática al microscopio petrográfico se ha visto la imagen que se ve en la figura....84..... ¿Qué información sobre el origen de la roca puede proporcionarnos dicha imagen?

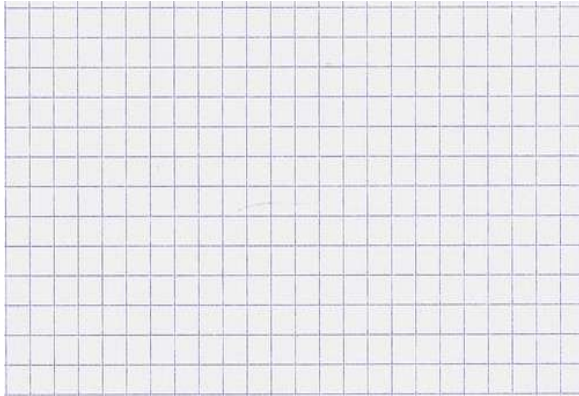
.....

.....

.....

<b>Fig. 83</b>	<b>Fig. 84</b>

5) Si el radio de la Tierra es de 6370 km, calcular, basándote en lo se observa en la tabla de la figura 85, el radio de Júpiter.



**Planetas**

Características principales de los planetas del Sistema Solar.

Planeta	Diámetro ecuatorial	Masa	Radio orbital (UA)	Periodo orbital (años)	Periodo de rotación (días)	Satélites naturales
Mercurio	0,382	0,06	0,38	0,241	58,6	0
Venus	0,949	0,82	0,72	0,615	243	0
Tierra	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1
Marte	0,53	0,11	1,52	1,88	1,03	2
Júpiter	11,2	318	5,20	11,86	0,414	63
Saturno	9,41	95	9,54	29,46	0,426	60
Urano	3,98	14,6	19,22	84,01	0,718	27
Neptuno	3,81	17,2	30,06	164,79	0,671	13

Wikipedia

Fig. 85

6) Se ha analizado una muestra de madera de un yacimiento arqueológico y se ha descubierto que contiene 8µg de <sup>14</sup>C y 8 µg de <sup>14</sup>N. Calcular la edad de la muestra (la vida media del <sup>14</sup>C es de 5750 años).



7) En otro caso se ha analizado una roca y se ha descubierto que contiene 4pg de <sup>235</sup>U y 28 pg <sup>207</sup>Pb. Calcular la edad de la muestra (la vida media del <sup>235</sup>U es de 0,7x10<sup>9</sup> años).



8) Indica razonadamente cuál de los eventos a (falla) y b (dique magmático) es más antiguo en la figura 86.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

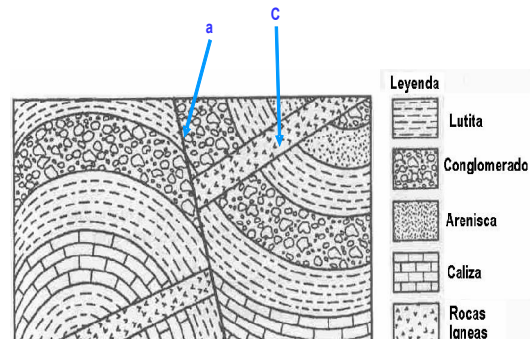


Fig. 86

9) Indica, razonadamente, cuál de las fallas (A o B) que se observan en la figura 87 es más antigua.

.....

.....

.....

.....

.....

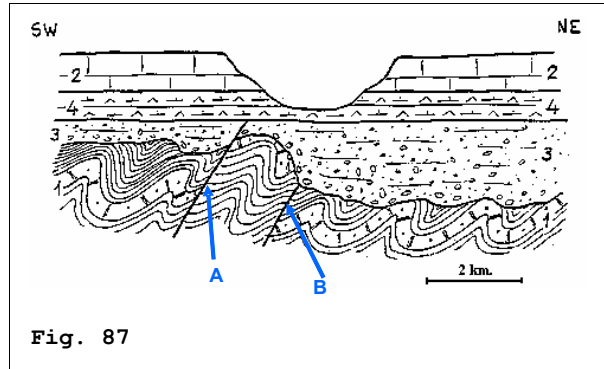
.....

.....

.....

.....

.....



10) Indica, razonadamente, cuándo se produjo la falla que se observa en la figura 88.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

