

La Tierra es tan antigua que los períodos de su historia se miden en millones de años.

Se denomina tiempo geológico al tiempo que transcurre desde el origen de la Tierra hasta la actualidad.

Los métodos de datación han permitido conocer que la Tierra tiene un largo pasado y que el hombre es un recién llegado a este planeta.

El pasado geológico de la Tierra acumula cambios en la disposición de los continentes, en la atmósfera, en el clima y en la biosfera.

En esta Unidad estudiarás el origen de la Tierra, diferenciarás los métodos de datación absoluta y relativa, entenderás cómo se forman los fósiles y la importancia que tienen en Geología y conocerás los acontecimientos más relevantes de la historia de la Tierra y los seres vivos que sucesivamente han ido apareciendo.

Módulo III (Optativo)

Ampliación de Biología-Geología.

**Unidad 1**

## Índice

<b>1</b>	<b>El origen de la Tierra</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>La Tierra, un planeta en continuo cambio</b>	<b>4</b>
2.1	Cambios paleogeográficos	4
2.2	Cambios del clima	5
2.3	Cambios en la atmósfera	5
2.4	Cambios en la biodiversidad	5
<b>3</b>	<b>El tiempo geológico: la edad de la Tierra</b>	<b>6</b>
3.1	Datación relativa	7
3.2	La datación absoluta	8
3.3	Principios del uniformismo y del actualismo	9
<b>4</b>	<b>Los fósiles</b>	<b>10</b>
4.1	La fosilización	10
4.2	Importancia de los fósiles	11
<b>5</b>	<b>Las grandes divisiones de la historia de la Tierra</b>	<b>12</b>
5.1	El calendario geológico	12
5.2	Tiempo Precámbrico	13
5.3	El Fanerozoico (544 m.a. a hoy)	16

## 1 El origen de la Tierra

### La formación del sistema solar

Han surgido diversas teorías que intentan explicar el origen del Sistema Solar y la Tierra. En la actualidad, la más aceptada es la **teoría nebular**, también llamada de los **planetesimales**.

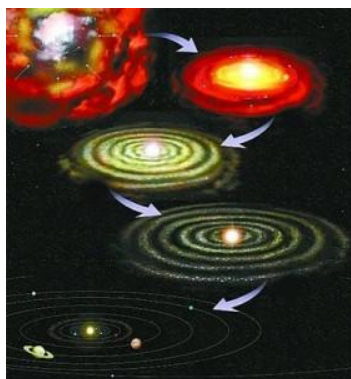


Imagen 1. Formación del sistema solar. <http://www.hablandodeciencia.com/>

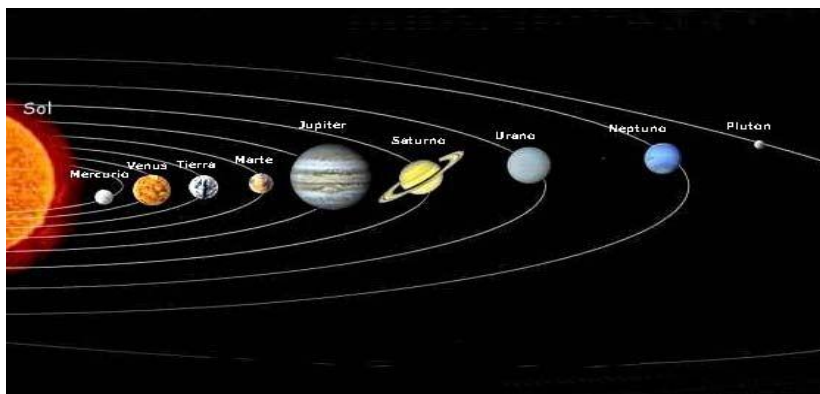


Imagen 2. Sistema solar. <http://www.fotosimagenes.org/>

Esta teoría plantea el origen del Sistema Solar a partir del gas y polvo cósmico de una nebulosa que comenzó a contraerse debido, posiblemente, a la onda expansiva producida por la explosión de una supernova. Sus partículas giraban formando un gigantesco disco. La mayor parte de la materia que constituía la nube se concentró en la parte central y dio origen al Sol, el resto de la materia permaneció girando alrededor del Sol, en forma de disco aplanado. Este disco se fragmentó y originó pequeñas acumulaciones de materia, denominadas **planetesimales**, en diferentes órbitas. Se producían choques y fusiones que generaron estructuras mayores que constituyeron los futuros planetas, entre ellos la Tierra. Durante millones de años después de su formación, **la Tierra** siguió recibiendo el impacto de otros planetesimales y meteoritos, y continuó incrementando su masa. Este bombardeo contribuyó a aumentar la temperatura del planeta y, en consecuencia, provocó su fusión.

La fusión del planeta fue la causa de la distribución de los materiales del interior de la Tierra en sucesivas capas, de acuerdo con su densidad: los elementos pesados, como el hierro y el níquel, se hundieron y formaron el **núcleo**; los materiales más ligeros, se dispusieron en el exterior y formaron la **corteza y el manto**; los materiales gaseosos (dióxido de carbono, vapor de agua, nitrógeno, y cantidades menores de otros gases) escaparon del interior de la Tierra, como ocurre ahora en las erupciones volcánicas, y formaron la **atmósfera** que la rodea. La aparición de la vida provocó, más tarde, una transformación de la atmósfera.

Cuando la temperatura de la atmósfera disminuyó lo suficiente, el vapor de agua se condensó y formó nubes que precipitaron enormes cantidades de agua sobre la corteza aún caliente. Finalmente, cuando la corteza se enfrió, el agua líquida se fue acumulando en las depresiones y originó los mares y océanos que constituyeron la **hidrosfera primitiva**.

Esto ocurrió hace 4.500 millones de años.

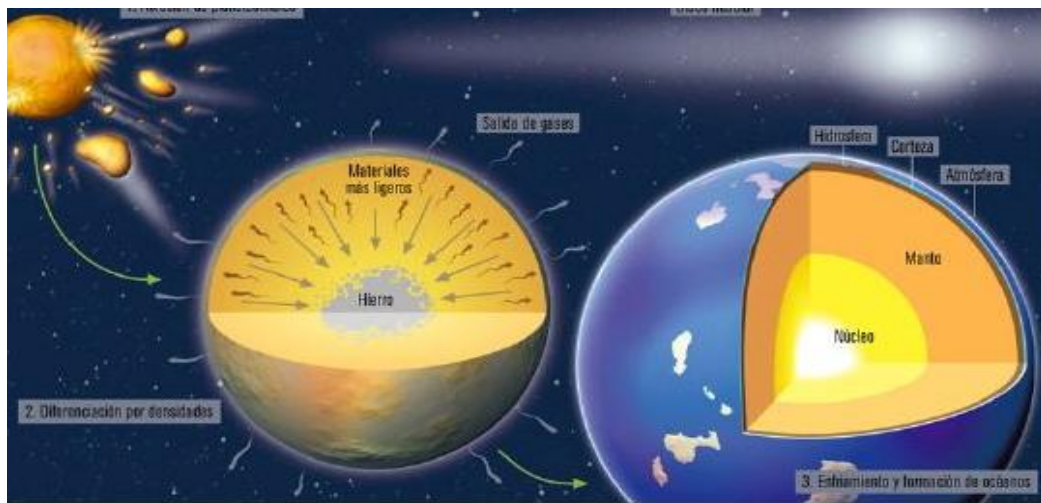


Imagen 3. Formación de la Tierra  
<http://www.fotosimagenes.org/>

## 2 La Tierra, un planeta en continuo cambio

La Tierra no ha permanecido invariable a lo largo de su historia, desde su formación hasta la actualidad ha experimentado muchos cambios hasta llegar al estado actual y, previsiblemente, lo seguirá haciendo en el futuro, entre esos cambios están:

### 2.1 Cambios paleogeográficos

Desde su formación, los continentes y océanos del planeta no han cesado de cambiar como consecuencia de los movimientos de las placas litosféricas.

Estos desplazamientos provocan la apertura y el cierre de los océanos, el alejamiento, el acercamiento y la colisión de los continentes y la formación de las cordilleras.

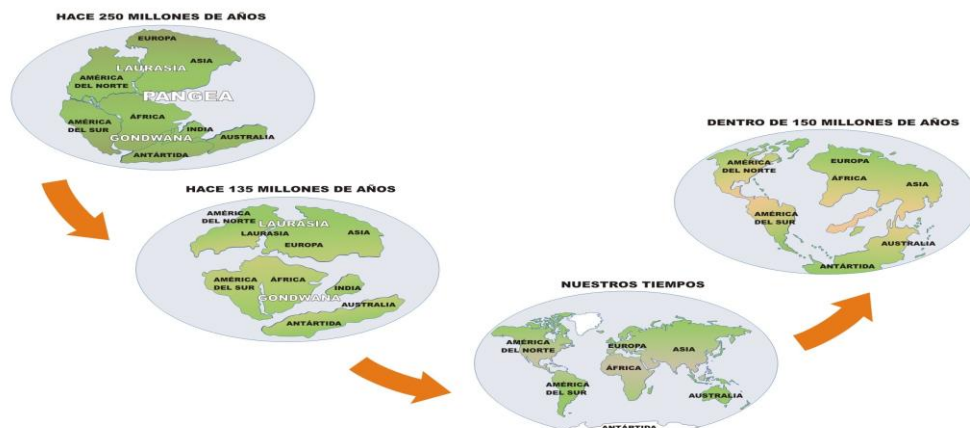


Imagen 4. Evolución de los continentes. <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>

## 2.2 Cambios del clima

En la historia de la Tierra, alternan las etapas cálidas o de invernadero con los períodos fríos o **glaciaciones**. Durante los periodos glaciares el hielo avanza desde los polos y cubre gran parte de los continentes y los océanos. Durante la última glaciación el hielo llegó a cubrir el 30% de las tierras emergidas y alcanzó un espesor de unos 4.000 metros.

Se conocen periodos glaciares en todas las eras. En la actualidad vivimos un periodo interglacial, que comenzó hace unos 10.000 años.

Podemos conocer el clima que tuvo la Tierra en otras épocas con ayuda de las rocas. En las épocas cálidas se forman grandes depósitos de sal (evaporitas), al evaporarse el agua de los océanos; en las épocas frías se acumulan sedimentos arrastrados por los glaciares (morrenas), que originan un tipo de conglomerado especial, llamado tillita.

## 2.3 Cambios en la atmósfera

La diferencia más importante de la atmósfera primitiva con la actual es que no había oxígeno y, por el contrario, era mucho más abundante el dióxido de carbono.

Tampoco existía la **capa protectora de ozono**, porque éste se forma a partir del oxígeno.

La aparición del oxígeno y la reducción del dióxido de carbono se deben a los organismos fotosintéticos. Además, la formación de la capa de ozono permitió a muchos organismos pasar del medio acuático al terrestre.

## 2.4 Cambios en la biodiversidad

Tras épocas de aumento del número de especies y grupos se suceden períodos, normalmente bruscos, de extinción de especies.

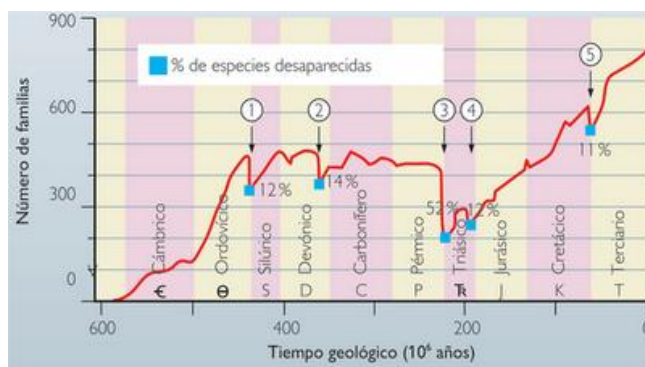


Imagen 5. Las grandes extinciones de seres vivos.

<http://rosacambioglobal.blogspot.com.es/>

Según los paleontólogos, a lo largo de la historia de la vida ha habido cinco grandes extinciones: al final del Ordovícico (1), en el Devónico (2), al final del Pérmico (3), al final del Triásico (4) y al final del Cretácico (5). Después de cada una de estas crisis biológicas se ha producido un periodo de recuperación. La gran pérdida de biodiversidad de la actualidad nos hace pensar en que podríamos encontrarnos en la sexta gran extinción.

### 3 El tiempo geológico: la edad de la Tierra



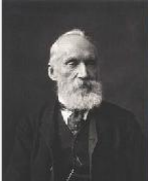


Se denomina tiempo geológico al periodo que transcurre desde el origen de la Tierra hasta la actualidad.

La Tierra es tan antigua que los períodos de su historia se miden en millones de años.

Las primeras estimaciones sobre la edad de nuestro planeta se basaron en la información contenida en la Biblia.

En la actualidad, la edad de La Tierra se estima en unos 4.500 millones de años.

**Algunas hipótesis sobre la edad de la Tierra**

 <small>James Ussher</small>	 <small>Charles Darwin</small>	 <small>William Thomson</small>	 <small>Thomas Huxley</small>	 <small>Marie Curie</small>
<a href="https://commons.wikimedia.org">commons.wikimedia.org</a>	<a href="https://commons.wikimedia.org">commons.wikimedia.org</a>	<a href="https://commons.wikimedia.org">commons.wikimedia.org</a>	<a href="https://commons.wikimedia.org">commons.wikimedia.org</a>	<a href="https://ro.wikipedia.org">ro.wikipedia.org</a>
El arzobispo James Ussher, en el siglo XVII, estimó que la Tierra había sido creada en el 4.004 a.C., para ello sumó las edades de los patriarcas judíos del Antiguo Testamento.	En el S. XIX, Darwin, propuso la edad de 300 millones de años, basándose en argumentos como la velocidad de sedimentación.	En 1862 dató la edad de la Tierra entre 29 y 90 m.a., para ello se basaba en el tiempo que tardaría el planeta en enfriarse partiendo de una bola fundida.	Rebatió a Thomson, argumentando que partía de datos erróneos. Se necesitaría mucho más tiempo para que ocurran procesos, como por ejemplo la evolución de una especie o la erosión de una cordillera.	En el siglo XX se ha logrado la datación precisa de las rocas terrestres, gracias al descubrimiento de la radiactividad por Marie Curie, P. Curie y Becquerel.

La historia está constituida por una sucesión de acontecimientos.

Para contar la historia de la Tierra debemos ordenar los acontecimientos que conocemos.

La ordenación puede realizarse de dos formas:

- **Datación relativa:** se trata de ordenar rocas, fósiles o acontecimientos de más antiguos a más modernos, sin precisar los años que tienen.
- **Datación absoluta:** Consiste en poner fecha a los materiales o sucesos, es decir, precisar los años que tienen.

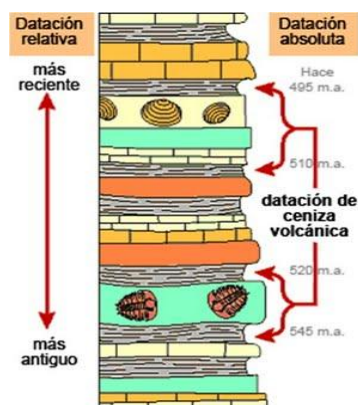


Imagen 6. Métodos de datación  
<http://3.bp.blogspot.com/>

### 3.1 Datación relativa

Método que se utiliza para ordenar acontecimientos geológicos, rocas o fósiles, sin conocer el momento exacto en que se producen, sin asignarles su edad concreta en millones de años.

Principios que se utilizan:

- Principio de superposición de estratos.
- Principio de superposición de sucesos o de acontecimientos.
- Principio de la superposición faunística.

#### 3.1.1. Principio de la superposición de estratos

**Los estratos** se forman a partir de los sedimentos que se depositan horizontalmente en el fondo de una cuenca sedimentaria. Cada estrato representa un breve episodio de la historia de la Tierra.

En una serie de estratos sin deformar, los estratos inferiores son más antiguos, ya que se depositaron primero, que los que tienen por encima, que son cada vez más modernos.



Imagen 7. Principio de superposición de estratos. <http://www.fotosimagenes.org/>

#### 3.1.2. Principio de superposición de sucesos o acontecimientos

Un proceso geológico siempre es posterior a los materiales a los que afecta y anterior a los materiales a los que no afecta y a los procesos que le afectan a él.

#### 3.1.3. Principio de la sucesión faunística

Los fósiles de los estratos inferiores son más antiguos que los hallados en los superiores.

Una vez determinada la antigüedad relativa de los fósiles podemos utilizarlos para reconocer la edad relativa de estratos de diferentes lugares.

Los estratos de diferentes lugares que contienen un mismo fósil se depositaron en la misma época y, por tanto, tienen la misma edad.



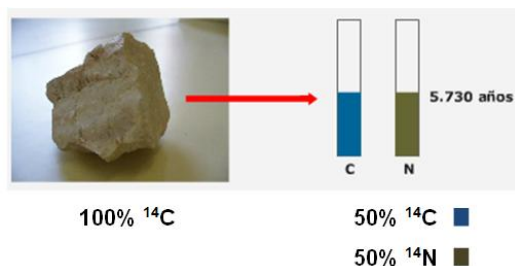
Imagen 8. Principio de sucesión faunística. <http://www.fotosimagenes.org/>

### 3.2 La datación absoluta

La datación absoluta consiste en determinar la edad concreta, en millones de años, en la que tuvieron lugar los acontecimientos geológicos.

Existen diferentes métodos que permiten asignar la edad absoluta de un determinado acontecimiento geológico. De todos ellos, el más útil es el **método radiométrico**. Este método se basa en el hecho de que existen elementos químicos que son inestables y con el tiempo se transforman en elementos químicos estables. Se convierten así en otros isótopos o elementos diferentes, a la vez que liberan energía (éste es el principio básico de la obtención de energía nuclear). Por ejemplo, el carbono 14 se transforma en nitrógeno 14; el uranio 238 se transforma en plomo 206.

El tiempo que tarda un elemento en pasar de una a otra forma es característico de cada uno y se hace a un ritmo absolutamente preciso y constante, si medimos la cantidad inicial estimada de uno de esos elementos y la cantidad final, sabremos con bastante fiabilidad el tiempo que ha transcurrido. Existe un parámetro que es propio de cada elemento radiactivo: el llamado tiempo de vida media o **período de semidesintegración (T)**. Es el tiempo que debe transcurrir para que una masa inicial de un elemento radiactivo se reduzca a la mitad; por ejemplo, el carbono 14 tiene un período  $T = 5.730$  años lo cual significa que una masa de 100 gramos de  $^{14}\text{C}$  tardará 5.730 años en reducirse a 50 gramos.



Como la edad de la Tierra se calcula en unos 4.500 millones de años, la escala geológica terrestre toma como unidad el **millón de años (m.a.)**.

Imagen 9. Periodo de semidesintegración del  $^{14}\text{C}$  <http://recursostic.educacion.es>



### Vida media de los isótopos radiactivos más utilizados.

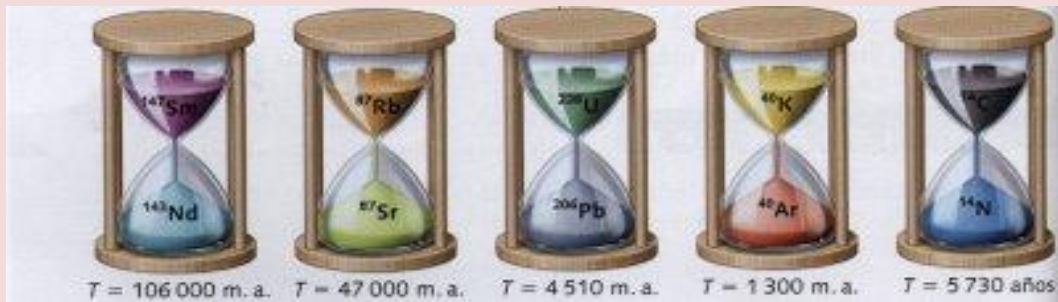


Imagen 10. <http://lahistoriadelaTierraat.blogspot.com/>

- El samario 147 - neodimio 143, con  $T = 106.000$  millones de años.
- El rubidio 87 - estroncio 87, con  $T = 47.000$  millones de años.
- El uranio 238 - plomo 206, con  $T = 4.510$  millones de años.
- El potasio 40 - argón 40, con  $T = 1.300$  millones de años. Es el más usado, sobre todo porque funciona con rocas ígneas, rocas que son muy abundantes en la Tierra y actúan como trampas, encerrando a otros tipos de rocas.
- El carbono 14 - nitrógeno 14, con  $T = 5.730$  años. Se usa para datar materiales orgánicos.

Como acabamos de ver, el estudio de las rocas en general y de las rocas sedimentarias en particular, la estratigrafía o estudio de la disposición de las rocas sedimentarias y el estudio de los fósiles, junto con la cronología, nos van a permitir reconstruir la historia de nuestro planeta.

Aparte de esas fuentes de información y conocimiento, existe otra más, es el hecho de que la Tierra siempre ha funcionado igual, desde el punto de vista de la geología.

En el siglo XVII Hutton presenta las ideas del actualismo y Lyell en el siglo XIX lo desarrolla y sienta sus bases.

### 3.3 Principios del uniformismo y del actualismo

**Uniformismo:** Las leyes que rigen los procesos naturales han permanecido uniformes a lo largo del tiempo geológico.

**Actualismo:** “El presente es la clave del pasado”. Los fenómenos y procesos que están actuando hoy son los mismos que han actuado durante los tiempos geológicos, y producen los mismos efectos.

Los procesos geológicos terrestres siempre han sido los mismos y siempre han actuado de la misma manera, por lo que los procesos que podemos estudiar hoy en día (magmatismo, deriva continental, sedimentación, etc.), han sucedido igual en otros momentos de la historia de la Tierra.

Dicho de otro modo: lo que estudiamos hoy nos aporta información sobre lo que sucedió en el pasado.

Con toda esta información podemos, en la actualidad, hacernos una idea de los cambios que se han obrado en la Tierra desde su creación.

Por ejemplo:

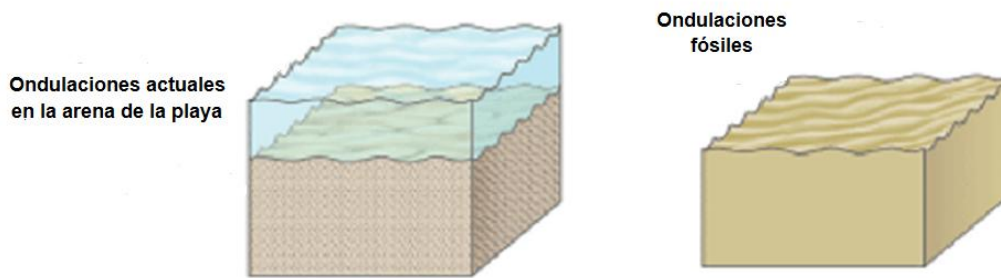


Imagen 11. Las ondulaciones en las arenas de una playa, actuales y fósiles, son similares.  
<http://recursostic.educacion.es>

## 4 Los fósiles

---

### ¿Qué información nos dan los fósiles?

Se denominan fósiles a los restos de seres vivos, o de su actividad, conservados en las rocas.

Lo más frecuente es que fosilicen las **partes duras** y menos alterables de animales y plantas, como huesos, conchas, caparazones, dientes, troncos, frutos, etc.

En muchas ocasiones, el organismo ha desaparecido por completo, pero el hueco ha sido rellenado por materia mineral y queda el **molde**, como sucede frecuentemente con las conchas.

También se consideran fósiles las **huellas** o impresiones marcadas en las rocas por organismos de cuerpo blando, como gusanos o medusas; las pisadas dejadas al desplazarse; las **galerías** construidas como vivienda o los **coprolitos** (excrementos).

No suelen fosilizar animales o vegetales completos, salvo si se da una serie de condiciones especiales, que les permiten quedar incluidos en materiales que les preservan de la putrefacción, como el asfalto o la resina, o haber padecido una muerte por congelación.

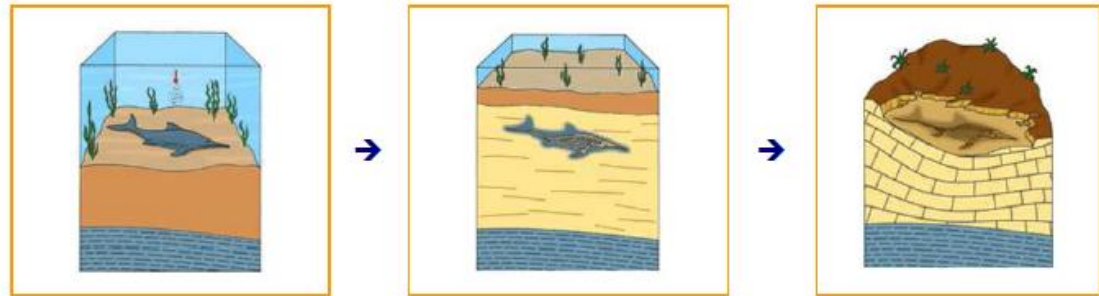
Se han encontrado insectos y arácnidos incluidos en ámbar, rinocerontes en asfalto, mamuts congelados en el suelo siberiano o troncos de árboles enterrados bajo una capa de cenizas volcánicas. En estos casos se puede estudiar la anatomía completa del organismo, ya que ha sufrido pocos cambios.

### 4.1 La fosilización

En el proceso de fosilización lo normal es que se produzca una mineralización de los restos orgánicos en la que se intercambien, molécula a molécula, sus componentes orgánicos o inorgánicos por otros minerales, normalmente de sílice, carbonatos, hierro, etc.

Este proceso dura millones de años.

Los restos de seres vivos que se encuentran a la intemperie se descomponen rápidamente por la acción combinada de los agentes geológicos externos y de los hongos y bacterias, pero pueden fosilizar si quedan cubiertos por un material que los aísla del contacto con la atmósfera.



Muerte, acumulación del cadáver

Enterramiento, descomposición de partes blandas y diagénesis

Erosión y desenterramiento

Imagen 12. Proceso de fosilización. <http://www.edu.xunta.es/web/>

## 4.2 Importancia de los fósiles

La **paleontología** es la parte de la Geología que estudia los fósiles.

**Los fósiles** constituyen una fuente de información muy valiosa. Su estudio permite conocer:

- **Cómo fue la vida en el pasado.**

Los fósiles son los únicos documentos acerca de los organismos que poblaron la tierra en el pasado. Un análisis de los fósiles permite conocer la forma, el tamaño o la anatomía del organismo, así como su modo de vida, su alimentación o su distribución geográfica.

- **En qué ambiente se formó la roca que lo contiene.**

Cada organismo ocupa un hábitat determinado, que puede ser marino o continental, de clima cálido o frío, húmedo o seco.

El sedimento que enterró al organismo se transformó en la roca que hoy contiene el fósil, de manera que el ambiente en que vivió suele ser el mismo en el que se formó la roca. Esto nos permite saber si una zona que hoy es continental lo fue o no en el pasado y el clima que había.

- **Cuándo se formó la roca que lo contiene.**

Los seres vivos han ido evolucionando a lo largo de la historia de la Tierra. Por esta razón, los organismos de cualquier época no coinciden con los de un periodo anterior o posterior. Así, si conocemos el período durante el que vivió un organismo podremos conocer la edad de la roca.

Pero no todos los fósiles se pueden utilizar para datar las rocas. Los fósiles más valiosos son los que corresponden a especies que vivieron durante un corto período de tiempo de la historia de la Tierra, pero que lograron una gran dispersión geográfica. A estos fósiles se les denomina **fósiles-guía**.



**Nummulites:** eran grandes foraminíferos (un tipo de protozoos), con una concha formada por un disco plano. Vivieron en los mares cálidos del hemisferio norte durante el Mioceno, en el Terciario.



**Ammonites:** fueron moluscos cefalópodos, como los pulpos y los calamares, con conchas externas enrolladas y de simetría bilateral. Vivieron en los mares mesozoicos.



**Trilobites:** un grupo de artrópodos marinos que vivió durante toda la era primaria o Paleozoico (unos 300 millones de años). Son el grupo fósil más diverso y en él se incluyen alrededor de 5 000 especies conocidas.

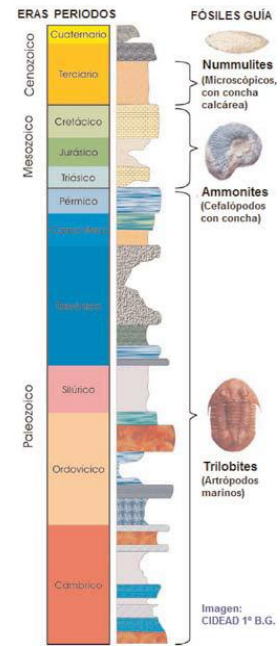


Imagen 13. Ejemplos de fósiles guía. <http://recursostic.educacion.es/>

Los **fósiles guía** son especies que sólo existieron durante cortos períodos de tiempo pero durante los cuales colonizaron extensas áreas.

## 5 Las grandes divisiones de la historia de la Tierra

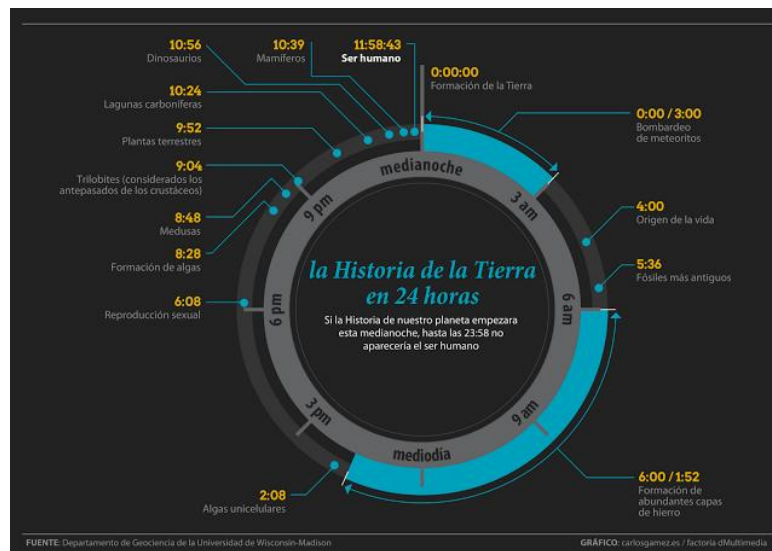


Imagen 14. Historia de la Tierra en un día. <http://www.fotosimagenes.org/>

### 5.1 El calendario geológico

Los geólogos han establecido un calendario geológico que divide la historia de la Tierra en eones, eras, periodos, épocas y subdivisiones menores. Estas divisiones están basadas en

evidencias de grandes acontecimientos que han quedado grabados en las rocas, como grandes fenómenos tectónicos, cambios en la sedimentación y cambios en los restos fósiles.

Las divisiones más amplias de este calendario reciben el nombre de **eones**, pues abarcan periodos de tiempo del rango de miles de millones de años.

Eón		Era	Período		Epoca	
Fanerozoico (544 ma a hoy)	Cenozoica (65 ma a hoy)	Cuaternario (1.8 ma a hoy)	Holoceno (11,000 años a hoy)		Pleistoceno (1.8 ma a 11,000 años)	
			Plioceno (5 a 1.8 ma)			
			Terciario (65 a 1.8 ma)	Neógeno (23 a 1.8 ma)		Mioceno (23 a 5 ma)
				Paleógeno (65 a 23 ma)		Eoceno (54 a 38 ma)
		Mesozoica (245 a 65 ma)	Cretácico (146 a 65 ma)		Oligoceno (38 a 23 ma)	
			Jurásico (208 a 146 ma)		Paleoceno (65 a 54 ma)	
			Triásico (245 a 208 ma)			
			Pérmico (286 a 245 ma)			
			Carbonífero (360 a 286 ma)			
			Devónico (410 a 360 ma)			
	Paleozoica (544 a 245 ma)	Silúrico (440 a 410 ma)				
		Ordovícico (505 a 440 ma)				
		Cámbrico (544 a 505 ma)				
Tiempo Precámbrico (4.500 a 544 ma)	Proterozoico (2500 a 544 ma)					
	Arcaico (3800 a 2500 ma)					
	Hádico (4500 a 3800 ma)					

Imagen 15. Principales divisiones de la historia de la Tierra.  
<http://recursostic.educacion.es/>

## 5.2 Tiempo Precámbrico

Se trata de una división un tanto artificial de la historia de la Tierra. Agrupa todo el tiempo transcurrido hasta la diversificación biológica producida a finales del Proterozoico y que da paso al Fanerozoico. Constituye el 89% de la historia terrestre y en él suceden algunos de los hechos más importantes de la historia de nuestro planeta, tales como su propia formación, la aparición de la vida o la formación de los primigenios continentes.

Tiempo Precámbrico se suele organizar en tres divisiones cronológicas:

- Eón **Hádico** (4.500 a 3.800 m.a.)
- Eón **Arcaico** (3.800 a 2.500 m.a.)
- Eón **Proterozoico** (2.500 a 540 m.a.)

### 5.2.1. La Tierra en el Hádico (4.500 a 3.800 m.a.)



Este periodo fue el más convulso de la historia de la Tierra, por este motivo tomó su nombre de **Hades**, dios griego de los infiernos.

Imagen 16. La Tierra en el Hádico. <http://recursostic.educacion.es/>

Abarca el periodo geológico anterior a las primeras rocas conservadas.

#### Principales acontecimientos del Hádico:

- Se diferenciaron las capas sólidas: núcleo, manto y una primitiva corteza.
- Formación de la primera atmósfera (sin oxígeno).
- Gran bombardeo meteorítico.
- Formación de la Luna.
- Formación de océanos primitivos.
- Probablemente la vida ya existiera al final del Hádico.

### 5.2.2. La Tierra en el Arcaico (3.800 a 2.500 m.a.) y Proterozoico (2.500 a 540 m.a.)

Comienza el Arcaico hace 3.800 m.a., edad de las primeras rocas sedimentarias conocidas y depositadas en ambiente marino. Representan la primera evidencia de hidrosfera.

#### Principales eventos de estos dos eones:

- Cesa la lluvia de meteoritos.
- Primeros continentes.
- Inicio de la tectónica de placas.
- Comienza a liberarse oxígeno hacia la atmósfera que se hace oxidante.
- Probablemente existieron varias pangeas, la última conocida como **Rodinia** se reunió hace unos 1000 m.a.

- Coincidiendo con la ruptura de **Rodinia** los continentes se cubrieron de hielo, Tierra Blanca o periodo **Criogénico**, el más frío de la historia.

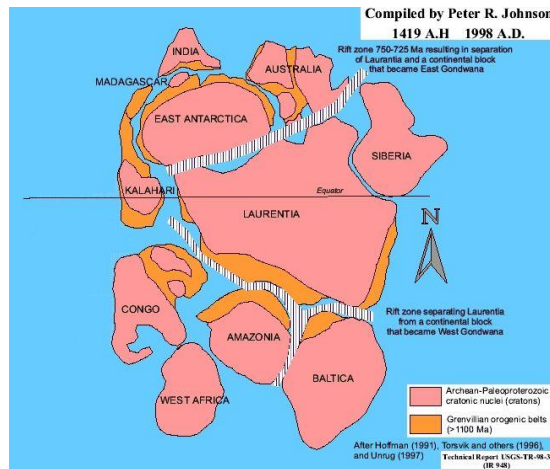


Imagen 17. Reconstrucción hipotética de Rodinia. <http://www.fotosimagenes.org/>

### 5.2.3. La vida en el Precámbrico

- Los primeros seres vivos serían **procariontes anaerobios**. De su existencia nos han llegado microfósiles con edades máximas de unos 3.500 m.a. Los primeros procariontes se nutrían de las abundantes moléculas orgánicas que existían en los mares arcaicos, eran **heterótrofos**, cuando esas moléculas escasearon surgieron los primeros **autótrofos fotosintéticos**, las **cianobacterias**, hace unos 2.000 m.a. y su actividad empobreció la atmósfera en CO<sub>2</sub> y la enriqueció en O<sub>2</sub>. La presencia de oxígeno provoca el surgimiento de los primeros organismos con **respiración aerobia**.
- Hace unos 1.500 m.a. aparecen las primeras células **eucariotas**.
- Hacia el final del Proterozoico, surgen los primeros organismos pluricelulares: esponjas, celentéreos. Seres de cuerpo blando que han dejado pocos restos fósiles conocidos como **fauna de Ediacara**, localidad australiana donde se descubrieron.



Imagen 18. Estromatolitos.

<http://recursostic.educacion.es/>

Durante el proterozoico, las cianobacterias agrupadas en colonias, formaron unas rocas llamadas estromatolitos.







Imagen 20. Evolución de los continentes en el Paleozoico. <http://www.fotosimagenes.org/>

### 5.3.2. La vida en el Paleozoico

- Se da la diversificación de los invertebrados: aparecen los primeros animales con concha, y los primeros crustáceos y corales. Destacan los **trilobites**, artrópodos con el cuerpo trilobulado y dividido en segmentos que se extinguieron al final de esta era, se utilizan como fósiles guía, y los **graptolites**, organismos planctónicos coloniales que desaparecieron rápidamente, se utilizan también como fósiles guía.
- Aparecen los vertebrados, los primeros en aparecer fueron los **peces acorazados**.
- Los animales salen del agua y colonizan el medio terrestre, aparecen los insectos, los **anfibios** y los primeros **reptiles**.
- Las plantas colonizan el medio terrestre, aparecen las primeras plantas vasculares, entre ellas hay que destacar los **helechos gigantes** que formaron grandes bosques y originaron extensos yacimientos de carbón.



Trilobites y cruciana, pista fósil de su desplazamiento por el fondo de los océanos.

<http://upload.wikimedia.org/>  
<http://commons.wikimedia.org/>



Graptolites. Animales coloniales, muchos fósiles de graptolites se asemejan a jeroglíficos escritos en la roca, de ahí su nombre.

<http://commons.wikimedia.org/>



Helechos gigantes. <http://recursos.cnice.mec.es/>



Peces acorazados, la parte anterior de su cuerpo estaba recubierta de placas óseas.

<http://es.wikipedia.org/>

Imagen 21. Fósiles del Paleozoico.

El final del Paleozoico está marcado por una profunda crisis biológica en la que desapareció la mayoría de las formas de vida tanto animales como vegetales

### 5.3.3. La Tierra en el Mesozoico (245 a 65 m.a.)

#### Principales eventos:

- Se produjo la fragmentación de **Pangea**.
- Surgen los continentes y océanos actuales.
- La fragmentación de Pangea pudo ser la causa de una importante subida del nivel del mar, la mitad de los continentes quedaron inundados y se depositaron potentes capas de calizas y yacimientos de petróleo.
- Fue una época cálida, no se registraron glaciaciones.

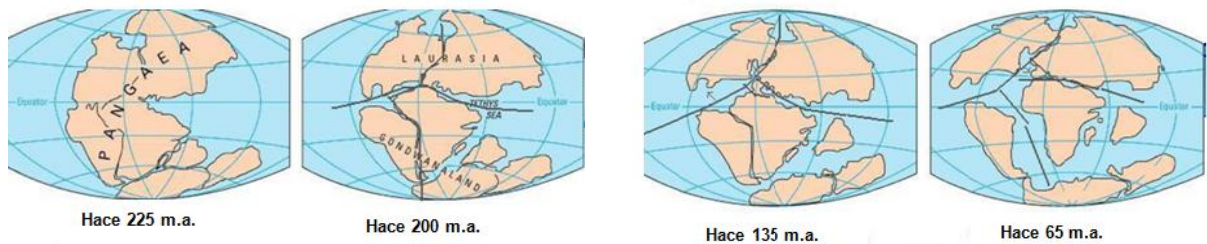


Imagen 22. Evolución de los continentes en el Mesozoico. <http://www.fotosimágenes.org/>

### 5.3.4. La vida en el Mesozoico

- Destacan los **ammonites** y **belemnites**, moluscos cefalópodos marinos, fósiles característicos de esta era.
- Aparecen los **dinosaurios** y otros grandes reptiles, que se extenderán por todos los mares y continentes y dominarán la Tierra.
- Surgen los **mamíferos** y **las aves**.
- Se originan las **plantas con flores**.



Ammonites, molusco cefalópodo con concha externa en espiral, dividida internamente en cámaras.  
<http://commons.wikimedia.org/>



Belemnites, molusco cefalópodo con una concha interna maciza y alargada.  
<http://upload.wikimedia.org/>



Pterosaurio, dinosaurio aéreo.  
<http://www.fotosimagenes.org/>



Ictiosaurio, dinosaurio acuático.  
<http://creationwiki.org/>

Imagen 23. Fósiles del Mesozoico.

### 5.3.5. La Tierra en el Cenozoico (65 m.a. a hoy)

Principales eventos:

- Los continentes fragmentados de Pangea continúan su separación hasta la posición actual.
- Se elevaron las grandes cordilleras actuales como los **Alpes, los Pirineos, el Himalaya**, al colisionar los fragmentos de Pangea.
- El clima se enfrió y, en el Cuaternario, grandes casquetes de hielo se extendieron por los continentes del hemisferio norte, este periodo se caracteriza por la alternancia de **épocas glaciares**, cuatro en total, seguidas de otras más cálidas denominadas interglaciares.

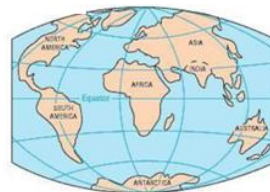


Imagen 24. Los continentes hoy. <http://www.fotosimagenes.org/>

### 5.3.6. La vida en el Cenozoico

- Diversificación de mamíferos y aves.
- Durante el Terciario proliferan en los océanos un grupo de protozoos encapsulados gigantes (del tamaño de una moneda), los **Nummulites** que se extinguieron al final de este periodo.
- Diversificación de las plantas con flores.
- Aparecen los **homínidos**.
- Aparece la **especie humana**.



Nummulites.  
<http://www.fotosimagenes.org/>



Meshippus, fue un antepasado del caballo, vivió en Norteamérica hace unos 30 m.a.  
<http://en.wikipedia.org/>



Smilodon, felinos conocidos como “dientes de sable” vivieron en América hace entre 2,5 m.a. y 10.000 años.  
<http://en.wikipedia.org/>

Imagen 25. Fósiles del Cenozoico.

Unidades de tiempo de la escala de tiempo geológico				Desarrollo de plantas y animales				
Eón	Era	Periodo	Época					
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	0,01	Desarrollo de los seres humanos  “Edad de los mamíferos”  Extinción de los dinosaurios y muchas otras especies			
			Pleistoceno	1,6				
		Terciario	Plioceno	5,3				
			Mioceno	23,7				
			Oligoceno	36,6				
			Eoceno	57,8				
	Mesozoico	Cretácico	144	“Edad de los Reptiles”	Primeras plantas con flores  Primeras aves  Dinosaurios dominantes			
			Jurásico			208		
			Triásico			245		
			Pérmico			286		
			Carbonífero			320		
	Paleozoico	Devónico	408	“Edad de los peces”	Extinción de trilobites, primeros reptiles, grandes pantanos carboníferos, anfibios abundantes.  Primeros insectos fósiles, peces dominantes, primeras plantas terrestres.  Primeros peces, trilobites dominantes, primeros organismos con concha.			
			Silúrico			438		
			Ordovícico	505				
			Cámbrico	570				
			Proterozoico	Arcaico		2500	Primeros organismos pluricelulares	
						3800		Primeros organismos unicelulares
						4600		Edad de las rocas antiguas
								Origen de la Tierra

Imagen 26. <http://www.biologiaonline.com.ar/>

## **Glosario:**

**Autótrofo:** Organismo capaz de elaborar sus propios compuestos orgánicos a partir de sustancias inorgánicas.

**Cronología:** Sistema de medida del tiempo para fijar el instante en que tiene lugar un fenómeno.

**Datación:** Asignación de edad o época, relativa (por correlación) o numérica (en años por indicadores físico-químicos), a una formación o proceso geológico, roca, mineral, agua o fósil.

**Diagénesis:** Proceso en virtud del cual un sedimento experimenta alteraciones, tanto en su textura y estructura (compactación, recristalización) como en su composición (cementación), y se transforma en una roca sedimentaria.

**Eones:** Representan las mayores extensiones de tiempo, equivalente a un tiempo de 1000 millones de años.

**Época:** Es una subdivisión de un periodo; como lo es el caso del periodo terciario que posee las épocas de Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno, Plioceno.

**Era:** Varía desde decenas hasta centenares de millones de años. Tomando importantes procesos geológicos y biológicos.

**Estrato:** Masa de rocas que constituye los terrenos sedimentarios.

**Fósil:** Restos de seres vivos o de su actividad vital, conservados generalmente en las rocas, a veces lo hacen en sustancias como el ámbar o el hielo.

**Fósil característico:** Fósil de especies que vivieron en cortos periodos de tiempo y tuvieron una amplia dispersión geográfica.

**Heterótrofo:** Organismo que no puede sintetizar su propia materia orgánica a partir de la inorgánica.

**Orogenia:** Conjunto de procesos geológicos que dan lugar a la generación de cordilleras.

**Paleogeografía:** Estudio de la distribución de las tierras y de los mares en tiempos pasados.

**Periodos:** Son una subdivisión de una era. Se pueden subdividir en unidades más pequeñas denominadas épocas (Ej. Triásico, Jurásico, Cretácico), que son correspondientes a la era mesozoica), caracterizados por cambios menos profundos en comparación con las eras.

## Actividades

1. ¿Qué antigüedad tiene la Tierra? ¿A partir de que descubrimiento se ha conocido este dato? ¿Cuántos años llevan los seres vivos en ella?
2. ¿Qué son los planetesimales? ¿Cómo se originaron?
3. ¿Cómo se explica la estructura de la Tierra en capas?
4. ¿Cómo se formó la primitiva atmósfera? ¿En qué se diferencia de la actual?
5. ¿Cuál fue el origen de los mares?
6. ¿Cómo han llegado a saber los científicos los acontecimientos que han tenido lugar en la Tierra a lo largo de su historia?
7. ¿Qué diferencias existen entre la datación relativa y la datación absoluta?
8. Explica en qué consiste el principio de sucesión de acontecimientos.
9. ¿Qué es el periodo de semidesintegración? ¿Para qué puede servir?
10. ¿Qué es un fósil? ¿Qué es un fósil guía?
11. ¿En qué consiste el proceso de fosilización?
12. ¿Por qué no puede haber fósiles de las partes blandas de los organismos? ¿Se han conservado en alguna situación?
13. Identifica los fósiles:



Imagen 27. <http://recursos.cnice.mec.es>

14. Ordena los fósiles de la actividad anterior según su aparición. ¿Qué fósiles podemos encontrar en la misma roca?
15. Ordena los estratos aplicando el principio de superposición de estratos.

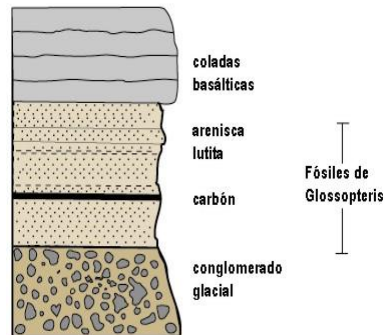


Imagen 28. [www.profesorenlinea.cl](http://www.profesorenlinea.cl)

16. ¿Qué estratos tienen la misma edad? ¿Por qué lo sabes? Explícalo.

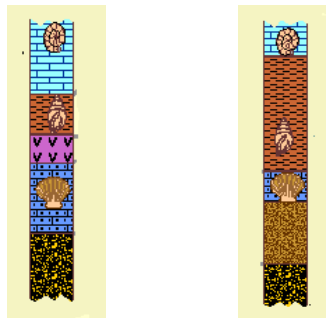


Imagen 29. <http://www.fotosimágenes.org/>

17. Define el principio de sucesión faunística.
18. ¿Qué dice el principio del actualismo?
19. ¿Por qué podemos saber que han existido glaciaciones en el pasado?
20. ¿Cuáles fueron los acontecimientos más importantes del Precámbrico?
21. ¿Cuándo colonizaron los seres vivos el medio terrestre?
22. ¿A qué tipo de fósiles pertenecen los trilobites?
23. Indica dos fósiles característicos del Mesozoico.
24. ¿Qué ocurrió con los continentes en el Paleozoico?
25. ¿Cómo era el clima en el Mesozoico?
26. ¿Cuántos millones de años hace que se extinguieron los dinosaurios? ¿Convivieron con los humanos?

27. ¿Cuándo ocurrieron las dos extinciones más importantes de seres vivos?
28. ¿Cuándo aparecieron los reptiles? ¿Y las aves?
29. Indica los principales acontecimientos del Cuaternario.
30. ¿Cuál es la especie más característica del Cuaternario?
31. ¿Cuáles son las plantas que caracterizan el Cenozoico?
32. ¿Cuáles son los animales que caracterizan el Cenozoico?

### Ejercicios de auto comprobación

1. Verdadero o falso:

- a) *Los componentes del sistema solar se formaron a partir de gas y polvo cósmico.*
- b) *De las acumulaciones de materia que giraban alrededor del Sol se formaron los planetesimales.*
- c) *Uno de los gases que escapó del interior de la Tierra fue el oxígeno.*
- d) *La fusión del planeta originó la distribución de los materiales del interior en capas.*

2. Relaciona:

- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| 1. 4.004 años a. C.   | a) Actualidad.      |
| 2. Entre 20 y 90 m.a. | b) William Thomson. |
| 3. Más de 90 m.a.     | c) James Ussher.    |
| 4. 4.500 m.a.         | d) Thomas Huxley.   |

3. Señala las correctas:

- a) *El supercontinente Pangea se ha formado y disgregado una sola vez.*
- b) *La aparición del oxígeno en la Tierra se debe a la fotosíntesis.*
- c) *Los procesos que actúan sobre la superficie terrestre son los mismos que han actuado en tiempos pasados.*
- d) *Los sedimentos se depositan en capas horizontales, el primero en depositarse se encuentra debajo y el último en formarse arriba.*
- e) *Un acontecimiento es posterior a las rocas que afecta y anterior a las rocas a las que no afecta.*
- f) *Los fósiles de capas sedimentarias inferiores son más antiguos que los fósiles de capas superiores.*



**4.** El periodo de semidesintegración:

- a) *Es de 4.510 millones de años para el carbono-nitrógeno.*
- b) *Es el tiempo que tarda en enfriarse una roca, debido a la radiactividad.*
- c) *Se utiliza en cronología relativa.*
- d) *Es el tiempo que tarda en desintegrarse la mitad de una masa de isótopos radiactivos.*

**5.** La fosilización:

- a) *Afecta a las partes blandas de un ser vivo.*
- b) *Puede afectar a actividad de los seres vivos.*
- c) *Es el estudio de los fósiles.*
- d) *Puede originar "coprolitos".*

**6.** Los fósiles:

- a) *Se utilizan en cronología absoluta.*
- b) *Son restos de seres vivos.*
- c) *Se encuentran siempre en zonas oceánicas.*
- d) *Se conocen también con el nombre de fósiles guía.*

**7.** La cronología absoluta:

- a) *Utiliza isótopos radiactivos para conocer la edad de una roca.*
- b) *Se basa en el orden en que se disponen los estratos.*
- c) *Utiliza los fósiles.*
- d) *Sirve para correlacionar estrato.*

**8.** Indica el eón o la era correspondiente:

- *Aparición del género Homo.*
- *Desaparición de los dinosaurios.*
- *Fragmentación del Pangea I.*
- *Formación de la Tierra.*
- *Aparición de las células eucarióticas.*
- *Aparición de los vertebrados.*
- *La atmósfera se hace oxidante.*
- *Aparición de la vida.*

9. Ordena cronológicamente: Hádico, Jurásico, Holoceno, Arcaico, Pérmico, Paleógeno, Carbonífero y Cámbrico.

10. Indica cuáles son característicos del mesozoico:

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| 1. Angiospermas. | 6. Primates.    |
| 2. Trilobites.   | 7. Dinosaurios. |
| 3. Equinodermos. | 8. Ammonites.   |
| 4. Gimnospermas. | 9. Mamíferos.   |
| 5. Helechos.     |                 |

11. Verdadero o falso:

- a) *La datación relativa nos permite conocer la edad de las rocas en millones de años.*
- b) *Si encontramos sedimentos glaciares en una zona podemos afirmar que en algún tiempo estuvo ocupada por el hielo.*
- c) *Si conocemos la edad de un fósil podemos saber la edad exacta del estrato que lo contiene.*
- d) *El tiempo que tarda un elemento inestable en reducirse a la mitad nos permite conocer la edad exacta de una roca.*

12. Ordena los procesos que se tienen que dar para que se forme un fósil:

- *Muerte del organismo.*
- *Sustitución de compuestos orgánicos por minerales.*
- *Depósito de sedimentos.*
- *Paso de millones de años.*

13. Relaciona con la época en que vivió:

- |                       |                            |
|-----------------------|----------------------------|
| • <i>Mesozoico.</i>   | • <i>Mandíbula humana.</i> |
| • <i>Paleozoico.</i>  | • <i>Cráneo de roedor.</i> |
| • <i>Terciaria.</i>   | • <i>Dinosaurios.</i>      |
| • <i>Cuaternario.</i> | • <i>Trilobites.</i>       |

14. Ordena:

- *Primeras células.*
- *Primeros mamíferos.*
- *Primeros peces.*
- *Origen de la Tierra.*
- *La atmósfera comienza a tener oxígeno.*
- *Extinción de los dinosaurios.*

15. ¿Qué es cierto de los fósiles?

- a) *Que son restos de seres vivos que vivieron en épocas pasadas.*
- b) *Que todos ellos son restos de las partes duras del organismo (huesos, conchas, etc.).*
- c) *Que pueden aparecer en cualquier tipo de roca.*
- d) *Que son siempre restos de animales (incluyendo el petróleo).*

16. ¿Cuál no es una característica de un fósil-guía?

- a) *Tener una amplia distribución geográfica.*
- b) *Tener un gran tamaño.*
- c) *Ser abundante.*
- d) *Que su aparición, evolución y extinción fueran (en términos geológicos) rápidas.*

17. Desde el punto de vista de los seres vivos, el Mesozoico se caracteriza por:

- a) *El dominio de reptiles y aparición de mamíferos y aves.*
- b) *El dominio de Angiospermas y aparición de las plantas con fruto.*
- c) *El dominio de helechos e invertebrados.*
- d) *El dominio de homínidos.*

18. En el Hádico ocurrió:

- a) *Conquista de la Tierra por los seres vivos.*
- b) *Formación de la Luna.*
- c) *Formación de la capa de ozono.*
- d) *Aparición de los invertebrados.*

19. En su origen la Tierra era:

- a) *Una masa fundida.*
- b) *Una masa sólida.*
- c) *Un conjunto de fragmentos rocosos.*
- d) *Una masa congelada.*

20. La cronología relativa nos permite conocer:

- a) *En qué año sucedió algo.*
- b) *Cuando sucedió un proceso con relación a otro.*
- c) *Cuánto tiempo hace que sucedió algo.*
- d) *Cuándo sucedió un proceso.*

**21.** La Tierra se puede dividir en los eones:

- a) *Primario, Secundario, Terciario y Cuaternario.*
- b) *Precámbrico y Fanerozoico.*
- c) *Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico.*
- d) *Hádico, Arcaico, Proterozoico y Fanerozoico.*

**22.** A partir del principio de superposición de estratos sabemos que:

- a) *Estratos verticales son más modernos que los horizontales.*
- b) *Los estratos más modernos se encuentran encima de los más antiguos.*
- c) *Dos estratos con el mismo grosor tienen la misma edad.*
- d) *Cuanto mayor es el grosor del estrato más moderno es.*

**23.** Los fósiles son:

- a) *Restos de seres vivos.*
- b) *Restos mineralizados de seres vivos.*
- c) *Restos de actividad vital.*
- d) *Todo es cierto.*

**24.** ¿Qué seres vivos fosilizan mejor?

- a) *Los que viven en el suelo.*
- b) *Los que tienen partes duras.*
- c) *Los más abundantes.*
- d) *Los que viven en zonas frías.*

**25.** El principio del actualismo dice:

- a) *Actualmente la Tierra cambia.*
- b) *Los procesos que ocurren hoy también ocurrieron en el pasado.*
- c) *El pasado es la clave del presente.*
- d) *La Paleontología es una ciencia actual.*

**26.** De lo siguiente, ¿qué define mejor el Cuaternario?

- a) *Aparición de los reptiles.*
- b) *Glaciaciones y homínidos.*
- c) *Deriva continental.*
- d) *Formación de Pangea.*

## Soluciones a los ejercicios de autocomprobación

### 1. Verdadero o falso:

- a) *Los componentes del sistema solar se formaron a partir de gas y polvo cósmico.*  
**Verdadero.**
- b) *De las acumulaciones de materia que giraba alrededor del Sol se formaron los planetesimales.* **Verdadero.**
- c) *Uno de los gases que escapó del interior de la Tierra fue el oxígeno.* **Falso, no había oxígeno.**
- d) *La fusión del planeta originó la distribución de los materiales del interior en capas.*  
**Verdadero, se distribuyeron según su densidad.**

### 2. Relaciona:

- |                       |   |                     |
|-----------------------|---|---------------------|
| 1. 4.004 años a. C.   | → | a) Actualidad.      |
| 2. Entre 20 y 90 m.a. | → | b) William Thomson. |
| 3. Más de 90 m.a.     | → | c) James Ussher.    |
| 4. 4.500 m.a.         | → | d) Thomas Huxley.   |

### 3. Señala las correctas:

- b) *La aparición del oxígeno en la Tierra se debe a la fotosíntesis.*
- c) *Los procesos que actúan sobre la superficie terrestre son los mismos que han actuado en tiempos pasados.*
- d) *Los sedimentos se depositan en capas horizontales, el primero en depositarse se encuentra debajo y el último en formarse arriba.*
- e) *Un acontecimiento es posterior a las rocas que afecta y anterior a las rocas a las que no afecta.*
- f) *Los fósiles de capas sedimentarias inferiores son más antiguos que los fósiles de capas superiores.*

### 4. El periodo de semidesintegración:

- a) *Es de 4.510 millones de años para el carbono-nitrógeno.*

### 5. La fosilización:

- d) *Puede originar "coprolitos".*

### 6. Los fósiles:

- b) *Son restos de seres vivos.*

7. La cronología absoluta:

a) *Utiliza isótopos radiactivos para conocer la edad de una roca.*

8. Indica el eón o la era correspondiente:

- *Aparición del género Homo. Cenozoico, Cuaternario.*
- *Desaparición de los dinosaurios. Mesozoico. Cretácico.*
- *Fragmentación del Pangea I. Mesozoico.*
- *Formación de la Tierra. Hádico.*
- *Aparición de las células eucarióticas. Proterozoico.*
- *Aparición de los vertebrados. Paleozoico.*
- *La atmósfera se hace oxidante. Arcaico.*
- *Aparición de la vida. Arcaico.*

9. Ordena cronológicamente: Hádico, Arcaico, Cámbrico, Carbonífero, Pérmico, Jurásico, Paleógeno y Holoceno.

10. Indica cuáles son característicos del Mesozoico:

7. *Dinosaurios.*

8. *Ammonites.*

11. Verdadero o falso:

- a) *La datación relativa nos permite conocer la edad de las rocas en millones de años. Verdadero.*
- b) *Si encontramos sedimentos glaciares en una zona podemos afirmar que en algún tiempo estuvo ocupada por el hielo. Verdadero.*
- c) *Si conocemos la edad de un fósil podemos saber la edad exacta del estrato que lo contiene. Falso.*
- d) *El tiempo que tarda un elemento inestable en reducirse a la mitad nos permite conocer la edad exacta de una roca. Verdadero.*

12. Ordena los procesos que se tienen que dar para que se forme un fósil:

- *Muerte del organismo.1.*
- *Sustitución de compuestos orgánicos por minerales.3.*
- *Depósito de sedimentos.2.*
- *Paso de millones de años.4.*

13. Relaciona con la época en que vivió:

- *Mesozoico.* → *Mandíbula humana.*
- *Paleozoico.* → *Cráneo de roedor.*
- *Terciaria.* → *Dinosaurios.*
- *Cuaternario.* → *Trilobites.*

14. Ordena:

- *Primeras células.2.*
- *Primeros mamíferos.5.*
- *Primeros peces.4.*
- *Origen de la Tierra.1.*
- *La atmósfera comienza a tener oxígeno.3.*
- *Extinción de los dinosaurios.6.*

15. ¿Qué es cierto de los fósiles?

- a) *Que son restos de seres vivos que vivieron en épocas pasadas.*

16. ¿Cuál no es una característica de un fósil-guía?

- b) *Tener un gran tamaño.*

17. Desde el punto de vista de los seres vivos, el Mesozoico se caracteriza por:

- a) *El dominio de reptiles y aparición de mamíferos y aves.*

18. En el Hádico ocurrió:

- b) *Formación de la Luna.*

19. En su origen la Tierra era:

- a) *Una masa fundida.*

20. La cronología relativa nos permite conocer:

- b) *Cuando sucedió un proceso con relación a otro.*

21. La Tierra se puede dividir en los eones:

- d) *Hádico, Arcaico, Proterozoico y Fanerozoico.*

22. A partir del principio de superposición de estratos sabemos que:

- b) *Los estratos más modernos se encuentran encima de los más antiguos.*

**23.** Los fósiles son:

*d) Todo es cierto.*

**24.** ¿Qué seres vivos fosilizan mejor?:

*b) Los que tienen partes duras.*

**25.** El principio del actualismo dice:

*b) Los procesos que ocurren hoy también ocurrieron en el pasado.*

**26.** De lo siguiente, ¿qué define mejor el Cuaternario?

*b) Glaciaciones y homínidos.*

### **Bibliografía recomendada**

[www.canalciencia.com/fosil/index.html](http://www.canalciencia.com/fosil/index.html)

[www.ucmp.berkeley.edu/help/timeform.html](http://www.ucmp.berkeley.edu/help/timeform.html)

<http://e-ducativa.catedu.es>

<http://recursostic.educacion.es>