

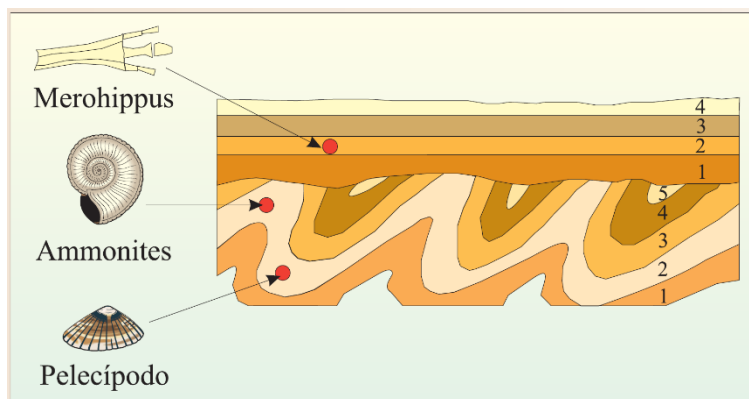
Boletín de Actividades (I)

Los fósiles y la historia de la Tierra

1. En el estado de California (Estados Unidos), las ciudades de San Francisco y San Diego están separadas actualmente por una distancia de unos 740 km en línea recta. Estas ciudades se encuentran a ambos lados de una gran falla de desplazamiento horizontal de forma que ambas ciudades tienden a aproximarse en el tiempo. Se pide:
 - (a) Suponiendo que la velocidad media de aproximación entre ambas ciudades por deslizamiento de la falla es de 3.5 cm/año, calcula cuándo estarán ambas ciudades en el mismo paralelo.
 - (b) Explica qué distancia se ahorrará una persona recién nacida hoy que al final de su vida (80 años) viaje en línea recta entre ambas ciudades.
 - (c) ¿La velocidad de acercamiento es mayor o menor que la velocidad de desplazamiento de una tortuga? ¿En qué sentido podría ser este fenómeno un ejemplo en el que se pone de manifiesto la escala geológica del tiempo?



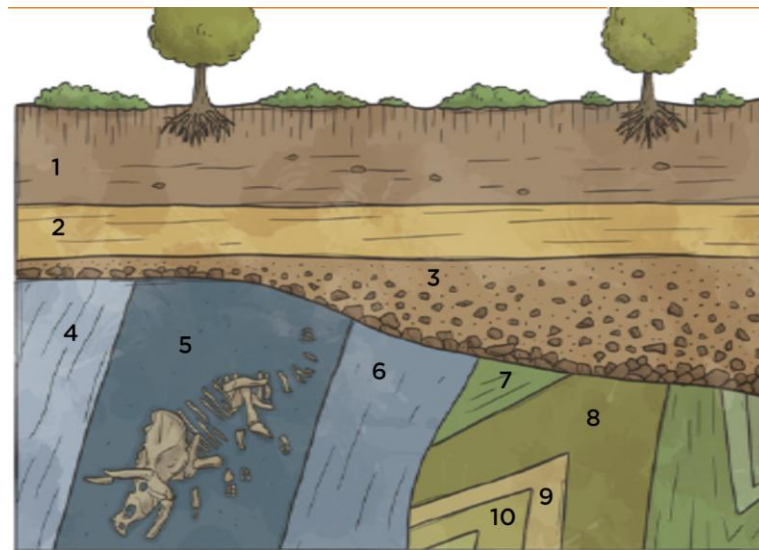
2. En un corte geológico se encuentran dos series estratigráficas, A y B. En el estrato nº 2 de la serie A se encontraron fósiles de Ammonites y Pelecípodos y en el nº 2 de la serie B se encontraron fósiles de Équidos como el Merohippus. Se pide:
 - (a) ¿Sabrías decir a qué era pertenece cada serie estratigráfica de esta formación? Razona la respuesta.
 - (b) Ordena todos los materiales de mayor a menor antigüedad, explicando en qué condiciones debieron producirse.
 - (c) ¿Cabe esperar fósiles de Trilobites en el estrato nº 3 de la primera serie? ¿Por qué?
 - (d) Indica en qué ambiente sedimentario se formaron los estratos de la primera y la segunda serie estratigráfica.
3. Imagina que en una excavación se encuentran, en un mismo estrato, dos fósiles de animales que vivieron en épocas separadas por más de 50 millones de años. Escribe un pequeño texto en el que des una explicación a este acontecimiento.



4. La imagen A corresponde a una roca con gran cantidad de fósiles y su aspecto se parece al que se puede ver en la imagen B que corresponde a una playa actual. Por eso, se deduce que lo que se ve en la imagen A se formó hace millones de años en una playa. Observa la imagen C, explica qué se ve en ella y deduce a partir de los principios del actualismo, qué pueden significar esas marcas.



5. Aplica los principios de estratigrafía para ordenar, del más antiguo al más moderno, los estratos de la serie que puedes ver en la ilustración de la página siguiente.



6. Lee la siguiente información y responde a la cuestión que se plantea al final:

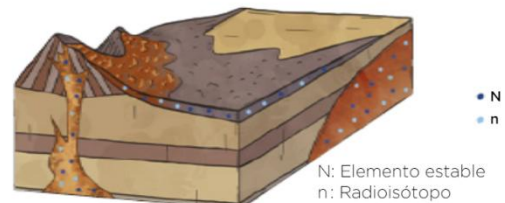
“La **datación absoluta** consiste en determinar, con cifras concretas, la edad de una roca, un estrato o un suceso geológico. Hay varios métodos para lograr la datación absoluta, pero el más ampliamente utilizado es el **método de datación por radioisótopos**. Este método se basa en una característica que se da en determinadas rocas (en especial en las magmáticas): la presencia, en la composición de la roca, de isótopos radiactivos.

Los **isótopos** son átomos de un mismo elemento químico cuyos núcleos tienen una cantidad diferente de neutrones. La mayoría de los elementos tienen más de un isótopo natural. Algunos de estos isótopos (los radioisótopos o isótopos radiactivos) son inestables, por lo que **se desintegran espontáneamente** (emiten energía y partículas subatómicas, y se transforman en un elemento derivado más ligero).

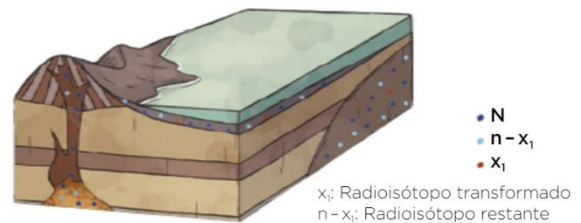
La desintegración radiactiva sucede a un ritmo conocido y característico de cada isótopo, que tiene un **período de semidesintegración o vida media** (que es el tiempo que tarda una muestra del elemento en reducir su cantidad de radioisótopos a la mitad). Según esto, para calcular la edad de una muestra de roca se procede como se indica en la ilustración.”

Busca información sobre la datación con radioisótopos y haz un listado con al menos cinco isótopos radiactivos que se usen para estas técnicas.

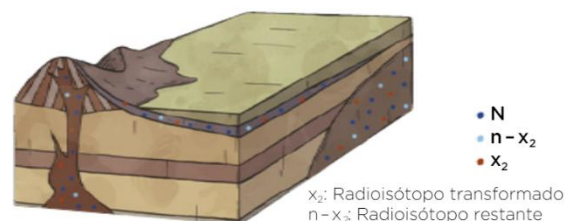
- 1 Cuando una roca se está formando, incorpora minerales que pueden contener elementos con isótopos radiactivos. Los más interesantes para la datación son el potasio 40 (que se desintegra a argón 40 con una vida media de 1310 millones de años, y el uranio 238, que se desintegra a plomo 206 con una vida media de 4 468 m. a.).



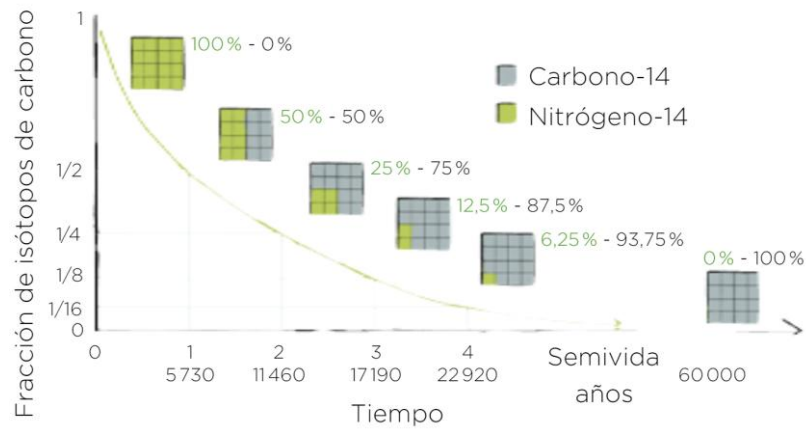
- 2 La roca ya formada deja de incorporar minerales. En estos minerales, cada elemento tiene una proporción natural de radioisótopos (la proporción inicial) que comienzan a desintegrarse a un ritmo constante.



- 3 Al realizar la datación, se mide la proporción final de radioisótopos y sus derivados que quedan en la roca. Esta proporción corresponde al paso de una determinada cantidad de tiempo desde la formación de la roca.



7. Observa la siguiente gráfica y contesta a las siguientes cuestiones:



- ¿A qué método de datación corresponde?
- Explica brevemente en qué consiste.
- ¿Qué edad máxima de materiales permite datar el isótopo de la gráfica? Investiga sobre otros isótopos adecuados para períodos de tiempo más largos.

8. En una roca se mide la siguiente proporción de isótopos: $1/8$ ^{40}K y $7/8$ ^{40}Ar . ¿Cuál es la edad de la roca?

1. (a) Puesto que ambas ciudades se acercan cada año 3.5 cm, para superar los 740 km = 74.000.000 cm, tendría que pasar:

$$t = 74\,000\,000\text{ cm} \cdot \frac{1\text{ año}}{3.5\text{ cm}} = 21\,142\,857\text{ años}$$

(b) Si la velocidad media de acercamiento es de 3.5 cm/año, al cabo de 80 años el acercamiento (Δe) de ambas ciudades será:

$$\Delta e = 80\text{ años} \cdot \frac{3.5\text{ cm}}{1\text{ año}} = 280\text{ cm}$$

Es decir, se ahorraría algo menos de tres metros.

(c) Aunque no sabemos la velocidad de una tortuga, podemos pensar que cualquier tortuga recorrerá en un año mucho más de 3.5 cm. Por lo tanto, su velocidad será mayor que la de acercamiento de las dos ciudades.

Cuando hablamos de escala geológica nos referimos a que la mayoría de los procesos geológicos ocurren mucho más lento que los procesos a los que estamos acostumbrados a observar. Si comparamos el acercamiento de las dos ciudades con cualquier desplazamiento que estemos acostumbrado a ver, observamos que, a lo largo de toda una vida, 80 años, se han acercado menos de 3 metros. Incluso una tortuga se desplazaría mucho más en ese tiempo.

2. Para poder contestar debemos tener en cuenta el concepto de fósil característico y cuáles son los que caracterizan a cada era. Supondremos que una serie estratigráfica se forma en un tiempo menor al de duración de una era geológica.

(a) Puesto que el estrato nº 2 de la serie A tiene el fósil Ammonites, que es característico de la era Secundaria o Mesozoico, deducimos que la serie A se formó en la era Secundaria. En cambio, la serie B, que contiene el estrato que lleva fósiles de Équidos, debió formarse posteriormente, en la era Terciaria.

(b) Siguiendo el principio de superposición estratigráfica, primero se depositarían los materiales de la primera serie, desde el nº 1 al nº 4, durante la era secundaria. Posteriormente se produce una interrupción, estando expuesto los materiales a la intemperie, lo que queda registrado por una superficie irregular de erosión. A continuación, los materiales debieron sumergirse pues aparecen los estratos nº 1 al 3 de una nueva serie en contacto discordante, ya en la era terciaria. (c) El fósil Trilobites es más antiguo que el Ammonites, siendo característico de la era primaria, por lo que es imposible que existan fósiles

de esta especie posteriormente al periodo del Ammonites, además de que la serie corresponde a la era secundaria, no a la primaria.

(d) Es evidente que la primera serie, con fósiles marinos como Ammonites, Pelecípodos, se formó en un ambiente marino. En cambio, los materiales correspondientes a la segunda serie debieron formarse en un mar continental o un gran lago, a juzgar por la presencia de restos de caballos, animales terrestres que vivirían cerca de estos humedales.

3. Respuesta abierta. En la argumentación pueden aparecer las siguientes posibles hipótesis para la presencia en un mismo estrato de seres vivos que vivieron con 50 m.a. de diferencia:

- El estrato ha tardado 50 millones de años en formarse, por ejemplo, se pudo detener la sedimentación y mucho después reactivarse, de manera que el peso de estratos posteriores habría activado el proceso de diagénesis y la formación del estrato de roca.
- En el estrato podrían encontrarse los fósiles de dos especies que vivieron durante un amplio período tiempo geológico y que convivieron durante un breve período de tiempo, que coincidiría con el momento en el que se depositaron los sedimentos que darían lugar a este estrato de roca.
- Aparentemente es el mismo estrato, pero se trata de dos estratos diferentes, que se han desplazado debido a una falla, situándose los fósiles en el mismo nivel.

4. En esta actividad se debe aplicar los principios del actualismo a un caso práctico. El actualismo considera que las mismas leyes físicas, químicas y biológicas que actúan hoy, lo hicieron también en el pasado geológico y con consecuencias similares. Por tanto, si hoy en día un animal camina por el lodo y deja sus huellas, también un dinosaurio pudo dejar sus huellas en un terreno blando que quedara posteriormente enterrado, fosilizándose los rastros del animal.

5. En esta actividad, se debe aplicar los principios de estratigrafía para ordenar los estratos de las series del corte de la imagen. Se aprecian dos series de estratos, una más antigua, que se ha visto alterada, ya que los estratos se encuentran inclinados, y sobre ella, otra serie con estratos horizontales. Aplicando los principios de superposición y principio de sucesión de acontecimientos, podemos deducir que los primeros sedimentos depositados son los que formaron los estratos del 10 al 7, todos ellos se plegaron; sobre ellos aparece una nueva serie sedimentaria, que

abarca los estratos 6, 5 y 4, que también se han visto afectados por fuerzas compresivas, pues aparecen en posición casi vertical; por último y en este orden se depositan los estratos 3, 2 y 1. Por tanto el orden de deposición es : 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1.

6. Los elementos químicos con isótopos radiactivos se pueden clasificar en grupos o series, de tal manera que cualquier elemento del grupo está formado por la desintegración del elemento anterior a él. Junto con los principios estratigráficos, los métodos de datación radiométrica se utilizan en geocronología para establecer la escala temporal geológica.

Entre las técnicas más conocidas están la datación mediante series como:

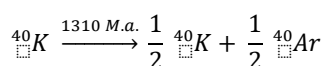
- La serie potasio-argón, empezando por el potasio-40 y acabando por el argón-40 ($t_{1/2} = 1310$ millones de años).
- La serie del carbono-14, empezando por carbono-14 y acabando por el nitrógeno-14 ($t_{1/2} = 5730$ de años).
- La serie uranio-radio, empezando con el uranio-238 y acabando en el plomo-206 ($t_{1/2} = 4468$ millones de años).
- La serie del torio, empezando con el torio-232 y acabando en el plomo-208 ($t_{1/2} = 14000$ millones de años).
- La serie rubidio-estroncio, empezando con el rubidio-87 y acabando con el estroncio-87 ($t_{1/2} = 48800$ millones de años).

7. (a) Se trata del método de datación absoluta.

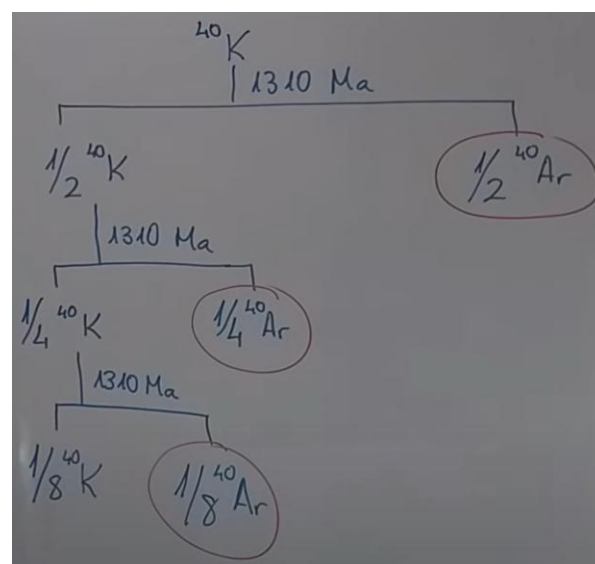
(b) Este método se basa la presencia de isótopos radiactivos en algunas rocas, algunos de estos isótopos son inestables, y se desintegran espontáneamente transformándose en un elemento derivado más ligero. Como la desintegración radiactiva sucede a un ritmo conocido y característico de cada isótopo, permite calcular la edad de una muestra de roca.

(c) La edad máxima que permite datar el método de carbono-nitrógeno es de 60.000 años. El método potasio-argón permite datar muestras desde 10.000 hasta varios miles de millones años.

8. Según la bibliografía, el isótopo radiactivo de ^{40}K tiene un periodo de semidesintegración de 1310 millones de años, según la reacción:



Por lo tanto, si partimos de una cantidad determinada de ^{40}K , cuando pasen 1310 millones de años nos quedará la mitad ($1/2$), cuando pasen otros 1310 millones de años nos quedará la mitad de la mitad ($1/4$) y cuando pasen otros 1310 millones de años nos quedará la mitad de la mitad de la mitad ($1/8$). Todo esto se recoge en el siguiente esquema:



Como se observa en el esquema, se obtienen 7/8 de ^{40}Ar (al ser estable, se deben sumar las cantidades obtenidas):

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{7}{8}$$

Por lo tanto, la edad de la roca es:

$$\text{Edad} = 1310 \text{ M.a.} \times 3 = 3930 \text{ millones de años.}$$