

El tiempo geológico

Jorge S. da Silva | Profesor de Geografía egresado del IPA. Docente de Geología para el Profesorado de Geografía en el CERP de Florida. Curador del Museo de Geociencias de Tacuarembó.

Prosiguiendo con los temas vinculados con la Geografía Física, se expone de qué forma se datan las rocas y de qué se valieron los neocientíficos para afirmar que efectivamente la corteza terrestre está en permanentes cambios. Dejamos el tema vulcanismo, sismos y tsunamis para una próxima entrega.

De cómo se mide la edad de las rocas

¿Para qué se mide la edad de las rocas? La determinación de la edad de las rocas es fundamental para los geólogos, pues les es muy útil para la reconstrucción de la historia geológica de un territorio. Dicha reconstrucción es muy valiosa a la hora de buscar recursos de valor económico del subsuelo, sean de la naturaleza que sean.

Los geólogos determinan la edad de las rocas por dos métodos: uno relativo, basado en el contenido paleontológico de las rocas; el otro, basado en la desintegración de elementos radioactivos.

Método paleontológico

Este método es solo aplicable en rocas sedimentarias, es imposible que en rocas metamórficas se puedan mantener estructuras paleontológicas de valor determinativo. Esto suele ser sumamente importante, porque es imposible aplicar los métodos basados en la desintegración atómica a rocas producto de la acumulación de partículas de orígenes muy diversos, como lo son las rocas sedimentarias.

El concepto de fósil hace referencia a todo elemento que delate la presencia de la vida en la

roca en el momento de formarse, pueden ser huesos enteros, o partes de los mismos, conchas de moluscos, troncos de árboles o las marcas de su presencia, también se consideran fósiles las marcas dejadas del andar o las construcciones donde moraban los animales.

Los fósiles pueden ser visibles y medir hasta varios metros de tamaño, también los hay microscópicos, tan pequeños que cientos de los mismos caben en un milímetro cúbico, todos sanos y de diferentes especies. Estos microfósiles (diatomeas, radiolarios o foraminíferos) son de gran utilidad en la prospección y exploración de hidrocarburos, uranio entre otros.

Algunos fósiles muy específicos tuvieron una existencia muy breve en el tiempo, por lo que suelen ser muy valiosos como fósiles guías; los geólogos petroleros los buscan con mucha frecuencia.

Método basado en desintegración atómica

Es sabido que muchos elementos químicos tienen la particularidad de perder partículas a una velocidad constante a través del tiempo y transformarse en otro elemento químico. Conociendo las proporciones del elemento “madre” y del elemento resultante, se puede deducir el tiempo transcurrido desde que se originó la roca que lo contiene.

Aclaro que cuando una roca ígnea se está enfriando y se están ordenando los átomos en minerales, los átomos de uranio están en una proporción del cien por ciento en relación a los átomos de plomo. Pasado un tiempo, esa relación cambia, habiendo -por ejemplo- 95% de U y 5% de Pb, lo que equivale a roca bastante joven; si, por el contrario, encontramos una roca que tiene minerales con un contenido de 20% de U y 80% de Pb, se trata de una roca muy antigua.

Uranio-Plomo, Rubidio-Estroncio y Potasio-Argón, se usan para medir la edad en rocas de miles a miles de millones de años. Por el contrario, el Carbono 14 se usa solamente en rocas formadas en los últimos 50.000 años; casi no la usan los geólogos.

Columna cronoestratigráfica

Desde hace varios siglos se ha intentado dar orden a los tiempos geológicos, hoy se aceptan tres grandes categorías de unidades, ellas son:

- **Eón:** la más grande, abarca cientos a miles de millones de años, siendo la primera el Eón Hádico (cuando se formó, enfrió el planeta y consolidó la corteza terrestre).
- **Era:** grandes subdivisiones de los eones. Los trilobitas vivieron solamente en la Era Paleozoica o Primaria.
- **Período:** subdivisión de las eras; el Período Jurásico es muy rico en fósiles en el departamento de Tacuarembó.

Foto N° 1 - Columna estratigráfica del Uruguay, realizada en yeso. Las capas más antiguas de rocas se encuentran en la base de dicha columna.



Pruebas de la deriva continental

Alfred L. Wegener propuso la hipótesis de que los continentes han estado unidos (Pangea) y se separaron, basado fundamentalmente en evidencias paleontológicas, pero no propuso el mecanismo que llevó a la fragmentación de dicho paleocontinente.

En la actualidad se admite que en la historia de la Tierra ha habido varias pangeas y varias fragmentaciones, las que han cambiado permanentemente la distribución de los continentes y océanos. A continuación se exponen algunas pruebas de la deriva continental.

Paleontológicas

Los mesosaurios, pequeños reptiles acuáticos fósiles, y los glossopteris, representantes fósiles de la flora gondwánica que aparecen en África y en Sudamérica en las mismas rocas,

fueron los buques insignia para justificar la antigua unión entre estos dos continentes.

Mineralógicas

La edad de los minerales, medida por métodos de datación absoluta.

Petrográficas

La similitud de las formaciones geológicas, su origen y sus estructuras, hasta la respuesta geomorfológica es la misma en ambas márgenes del océano Atlántico.

Magnetismo terrestre

El paleomagnetismo remanente ha sido de gran valor para justificar no solo la similitud entre los continentes africano y sudamericano, sino también para demostrar la expansión del fondo oceánico. El principio de funcionamiento del paleomagnetismo radica en lo siguiente: cuando los magmas que dan origen a rocas volcánicas, los minerales magnéticos formados, se orientan según el polo magnético del momento, la reconstrucción de las posiciones de los continentes para un período geológico determinado es de valor irrefutable.

Cartografía submarina

El relevamiento cartográfico del fondo submarino, primero fue realizado por barcos científicos, por submarinos tripulados o robotizados. Los cartógrafos del fondo marino cuentan hoy con satélites muy sofisticados, que levantan cartas batimétricas con ínfimos errores.



Foto N° 2 - Aspecto general del fondo del océano Atlántico, procedimiento realizado con ayuda de tecnología satelital.

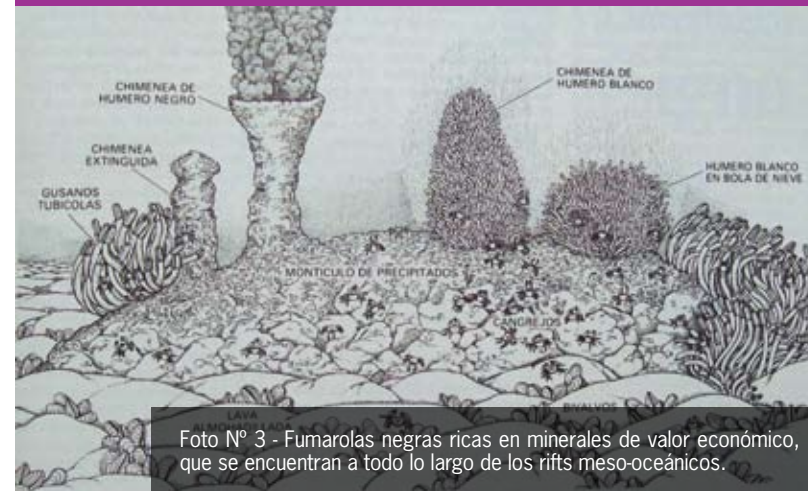


Foto N° 3 - Fumarolas negras ricas en minerales de valor económico, que se encuentran a todo lo largo de los rifts meso-oceánicos.

Consecuencias de la expansión de los fondos oceánicos

Hasta el inicio de la segunda mitad del siglo veinte, el fondo marino era virtualmente desconocido; a partir de ese momento se realizó un exhaustivo relevamiento de la topografía submarina. Primero se usaron barcos científicos, equipados con aparatos cada vez más sofisticados que barrían vastas áreas, y se comenzaron a confeccionar cartas de la topografía submarina. Luego, con ayuda de submarinos y finalmente con satélites artificiales equipados con cámaras que barrían todo el planeta con ondas radar, se llegó a obtener la verdadera geomorfología submarina. En realidad se descubrió un nuevo continente hasta ahora desconocido. La dificultad principal que encontraron los investigadores fue el poco interés demostrado por los organismos que proveían los fondos para investigar ese mundo oscuro; más atractivo era destinar dinero al estudio del planeta Venus.

Lo que se descubrió primero fue la existencia de una formidable cadena montañosa de 65.000 kilómetros de largo, que recorría el fondo de todos los océanos; la porción atlántica se la denomina **Meso Dorsal Atlántica**. En la parte central de dicha cadena montañosa se encontró un surco profundo, del que se desprendían gases calientes cargados de elementos químicos escasos a nivel continental. A ese surco se lo conoce con el nombre de **rift**. El mismo aparece aflorando en la isla de Islandia, la que se encuentra montada sobre la Meso Dorsal Atlántica.

Otras de las cosas descubiertas, muy interesantes, fueron las **fallas transformantes** ubicadas transversalmente a las cordilleras submarinas, donde con frecuencia se dan movimientos sísmicos (maremotos).

Otros elementos descubiertos de la geomorfología submarina fueron las **fosas marinas**, conocidas con el nombre inglés de **trench**.

Todos esos descubrimientos fueron la base para entender el mecanismo de funcionamiento global del planeta. Los científicos llegaron a la conclusión de que la corteza terrestre estaba compuesta por siete **placas** grandes más algunas pequeñas. Dichas placas no eran rígidas, por el contrario se regeneraban permanentemente en las mesodorsales oceánicas y se enterraban a la altura de las fosas marinas, sumergiéndose en el manto. Tal cual cintas transportadoras, portan los continentes y estos viajan, colisionan o se parten según la dinámica de las placas.

Sobre la base de todas estas conclusiones se llegó a la actual concepción de la dinámica global de la corteza terrestre, la que es totalmente opuesta a las teorías sostenidas antes de la década de 1970. Ahora todo se explica relacionándolo con la teoría de placas tectónicas no solo lo relacionado con el fondo oceánico, sino también con los grandes eventos que ocurren a nivel de los continentes.

Sobre la base de todas estas conclusiones se llegó a la actual concepción de la dinámica global de la corteza terrestre, la que es totalmente opuesta a las teorías sostenidas antes de la década de 1970. Ahora todo se explica relacionándolo con la teoría de placas tectónicas no solo lo relacionado con el fondo oceánico, sino también con los grandes eventos que ocurren a nivel de los continentes.

Procesos geodinámicos en la formación de la corteza terrestre

- De cómo surgió la corteza en la Tierra.
- Implicancias del manto en la dinámica de la corteza.
- Placas tectónicas.
- Continentes.
- Cratones.
- Terrenos.
- Formaciones geológicas.

Vulcanismo

- Volcanes y sus manifestaciones en la Geografía Física.
- Transformaciones de los paisajes.
- El caso del Volcán Parícutín en México.
- Las islas Hawai.

Regiones del planeta afectadas por el vulcanismo y su relación con la tectónica de placas

Los volcanes son construcciones rocosas en la superficie de la corteza terrestre, producto de materiales magmáticos que provienen de la propia corteza o directamente del manto. Los mismos pueden ser activos, inactivos o estar en erupción. Volcanes inactivos son aquellos volcanes que en principio “duermen” definitivamente. Volcanes activos son aquellos

que, si bien están apagados, cada tantos años despiertan y se manifiestan a veces violentamente frente a sus indefensos vecinos. Y volcanes en erupción son aquellos que en la actualidad tienen actividad, ya sea exhalando gases, cenizas o lavas en forma violenta o pacífica.

Existe una estrecha relación entre la localización de los volcanes y las zonas de bordes de las placas tectónicas.

La gran mayoría de los volcanes se origina en bordes convergentes de las placas tectónicas; resulta que al hundirse una placa y friccionarse con otra que también se está hundiendo, la energía que se desarrolla por la fricción provoca el derretimiento de los materiales; con frecuencia, esos materiales a muy altas temperaturas se encauzan por fisuras y salen a la superficie de la corteza formando volcanes.

Otro de los lugares donde se origina gran actividad volcánica es en los *rifts* en el fondo de los océanos, que cuando crecen mucho terminan aflorando de las superficies oceánicas conformando islas volcánicas, por ejemplo, Islandia.

Otro origen menos frecuente es el de los chorros de materiales magmáticos que afloran del fondo oceánico (conocidos como puntos calientes), dando lugar a gran actividad volcánica submarina que generalmente culmina en una isla, por ejemplo, las islas volcánicas de Hawai.

El antes, el durante y el después de la actividad volcánica

Síntomas de eminente actividad volcánica: aumento de la temperatura a nivel del suelo y pequeñas manifestaciones sísmicas registrables solo por sismógrafos. También pueden formarse fumarolas. Los animales se encuentran muy nerviosos.

La manifestación volcánica: caso del volcán Santa Helena y el volcán de Islandia, por tratarse de actividades volcánicas muy recientes, hay abundante literatura al respecto. Se sugiere buscar mayor información en internet.

Actividades post volcánicas: fumarolas y géiseres suelen durar muchos años en algunos volcanes. Otro fenómeno que ocurre asociado al volcán es el desplazamiento repentino de materiales movilizados por las aguas pluviales o por actividad sísmica de la región.

Consecuencias de la actividad volcánica en las poblaciones vecinas

- ▶ Nubes de gases tóxicos.
- ▶ Nubes de cenizas.
- ▶ Avances de las coladas de lavas.
- ▶ Derretimiento de las nieves e inundaciones.

Terremotos

Por qué surgen los terremotos

- ▶ Origen tectónico.
- ▶ Avalanchas.
- ▶ Hundimiento de minas.
- ▶ Explosiones.

Transformaciones del paisaje geográfico

- ▶ Desplazamientos verticales - Valdivia.
- ▶ Desplazamientos horizontales - Concepción.

Regiones afectadas por los terremotos

- ▶ Cinturón de fuego.

Cronología de una actividad sísmica

- ▶ El antes: acumulación de energía.
- ▶ El durante: unos pocos minutos.
- ▶ El después de la actividad: las réplicas.

Impactos en las poblaciones

- ▶ Hambre: cultivos.
- ▶ Enfermedades: aguas contaminadas.
- ▶ Falta de agua: se rompen cañerías.
- ▶ Energía: caen las columnas, y los cables dejan de transmitir energía.
- ▶ Viviendas: destruidas o peligrosas para vivir.
- ▶ Aparato gubernamental entra en caos.
- ▶ Reacción de la comunidad internacional.

Maremotos

Qué son y por qué son tan peligrosos

- ▶ Fallas transformantes.
- ▶ Tsunamis.

Los tsunamis en la historia

- ▶ 26/12/2004 - Indonesia.

Los científicos están estudiando cómo prevenir y evitar los efectos de los volcanes y terremotos

- ▶ Países en avanzadas de estudios sísmicos.
- ▶ Sismógrafos.
- ▶ Sensores infrarrojos.

Bibliografía consultada

HASS, Hans (1987): *Del pez al hombre*. Barcelona: Ed. Biblioteca Científica Salvat.

SOUTHWOOD, Richard (2004): *La historia de la vida*. Buenos Aires: Ed. El Ateneo.

WILSON, John Tuzo (1974): *Deriva continental y Tectónica de placas. Selecciones de Scientific American*. Madrid: Ed. Blume.