

El comienzo de la Vida en la Tierra se puede deducir a través de los fósiles más antiguos, encontrados principalmente en Australia y en Groenlandia. Se trata de estromatolitos de hace alrededor de 3.6 Ba (billones de años), aunque su carácter orgánico es discutido por algunos científicos.

El origen inorgánico-químico de la Vida fue, entre otros, defendido por Wächtershäuser (4). Según este autor, la vida habría surgido cuando algunas moléculas se unieron en la superficie de algunos minerales, como la pirita, en donde tuvieron lugar procesos químicos-bioquímicos. Un modelo análogo para el origen de la Vida, donde los minerales arcillosos son los que catalizan los procesos químicos-bioquímicos, es defendido por Ferris (5).

Parece haber cierto acuerdo entre los bioquímicos y los geólogos en el sentido de que gran parte de la Vida surgió en los fondos oceánicos en relación con la actividad geológica de hace aproximadamente 3.9 Ba. En las primeras etapas estaría formada por microorganismos anaeróbicos debido a que éstos se generarían a grandes profundidades (ej. 2000-500 m) añadido a la falta de oxígeno en aquellos tiempos geológicos.

Con el crecimiento de la corteza oceánica, que acarrió la disminución en espesor del nivel de las aguas (500-20 m), la fotosíntesis producida por la proliferación de la micro-macroflora, principalmente diversas especies de algas, junto con una temperatura adecuada (80-40°C), facilitó la proliferación y evolución de organismos aeróbicos (6). Estas condiciones adecuadas

para la Vida y su evolución se han dado en la Tierra en los fondos oceánicos poco profundos, definidos geológicamente como Dorsales Oceánicas activas desde hace al menos 3.6 Ba y en la actualidad. Como ejemplo de su presente actividad se pueden citar los trabajos sobre las dorsales, principalmente la Gran Dorsal Atlántica (7) en donde actualmente se pudieran estar generando formas de vida primitiva, análogas a las que existieron, por ejemplo, hace 3 Ba.

De esta pequeña introducción sobre la Vida se pueden plantear importantes preguntas, entre las que deben destacarse:

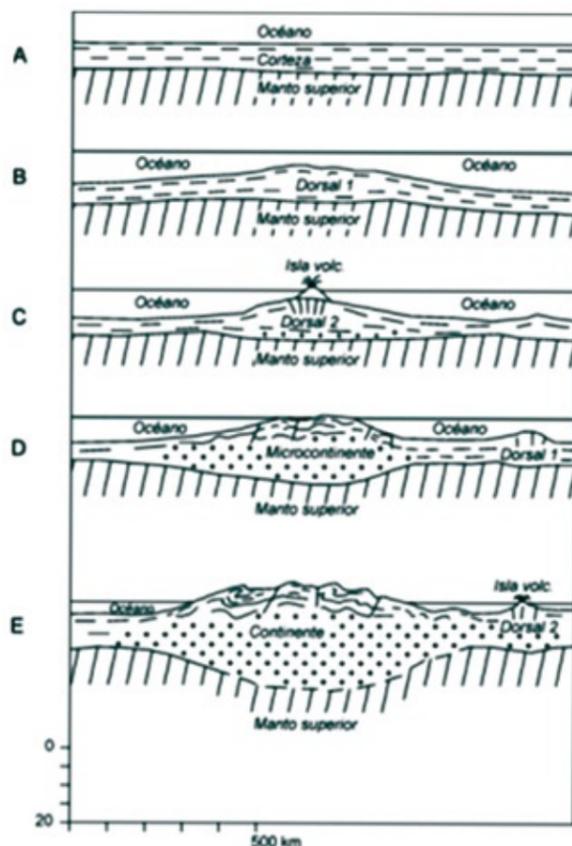
- ¿Qué relación puede tener un microorganismo oceánico anaeróbico con mamíferos inteligentes como el Homo sapiens? Esta pregunta, muy importante, que se sale de los objetivos de esta pequeña aportación, es abordada diferencialmente por aquellos que defienden el Creacionismo, que son minoritarios, y por aquellos que defienden, como Darwin, el Evolucionismo. Creemos que dentro de la teoría más racional, evolucionista, aún subsisten etapas, gaps, entre diferentes especies que, con el interés científico actual, podrán subsanarse en el futuro.
- ¿Vinieron los primitivos microorganismos del espacio exterior (ej. cometas, meteoritos), o fueron generados en la Tierra?. Sobre esta pregunta ya hemos adelantado que la inmensa mayoría de los científicos considera que las primeras formas de vida surgieron en la Tierra hace alrededor de 3.6 Ba, de reacciones químicas-bioquímicas en los fondos oceánicos poco profundos y activos geológicamente (dorsales). Entre las condiciones químicas-bioquímicas primordiales para formar especies celulares, debemos destacar las reacciones de componentes gaseosos para producir aminoácidos, formación de polipéptidos, que incluyen ARN y ADN, y la aparición de membranas.

## **“El comienzo de la Vida en la Tierra se puede deducir a través de los fósiles más antiguos, estromatolitos de hace alrededor de 3,6 billones de años”.**

La primera pregunta que debemos hacernos es: ¿Qué entendemos por Vida?. La Vida podría definirse como un proceso continuo entre la geoquímica y la bioquímica en donde la síntesis de aminoácidos en ambientes oceánicos hidrotermales parece ser que fue muy importante (1,2,3).

La Vida está representada en la Tierra desde microorganismos (ej. bacterias) que viven en ambientes oceánicos con poco o nada de oxígeno, aguas sulfurosas calientes, etc, hasta los mamíferos continentales más evolucionados (primates-especie humana).

Origen y evolución de la corteza desde hace 3.9 billones de años (A) hasta la actualidad (E). Explicación en el texto.



primeros procesos geológicos, desde 4.6 hasta 3.9 Ba. Las características principales de estos aproximadamente 0.7 Ba son las de una Tierra afectada por una muy elevada energía térmica, liberada principalmente de la acreción dinámica en su origen (análoga a la de los impactos meteoríticos). A esta energía debemos añadir la liberada por los isótopos radiactivos de vida larga y corta. Esto hizo que gran parte del agua y otros compuestos estuvieran formando la atmósfera primitiva que envolvía una corteza primitiva no apta para la vida ( $T > 400^{\circ}\text{C}$ ). Con el enfriamiento, esta atmósfera daría lugar a la formación de las capas acuosas terrestres, principalmente océanos, envuelta por una atmósfera sin oxígeno y donde los principales componentes fueron:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SH}_2$  y otros.

Debemos resaltar que la acreción dinámica de la Tierra facilitó el almacenamiento de una gran energía interna asociada a cambios de fase-polimórficos y cambios electrónicos, los cuales podrían explicar el origen de muchos procesos y fenómenos geológicos (8).

Nuestra siguiente pregunta es: ¿Cómo comenzaron los procesos geológicos hace alrededor de 3.9 Ba? Hay varias teorías pero las más importantes los relacionan directa o indirectamente con el origen de la Luna: impacto de un gran meteorito sobre la Tierra que al mismo tiempo que formó la Luna, por eyección de una gran masa terrestre, ésta quedó atrapada dentro del campo gravitatorio terrestre. Otros científicos opinan que la Luna es parte de una gran masa celeste que

durante su errática órbita solar-extrasolar fue atrapada por el campo gravitatorio de la Tierra hace 3.9 Ba.

Siguiendo el esquema geológico evolutivo de la figura podemos definir cinco grandes etapas geológicas:

- A) Después de la etapa pregeológica de la Tierra al comienzo de la Geología, hace 3.9 Ba, estaría formada, además de las capas internas del manto y núcleo, por una atmósfera primitiva (sin oxígeno) y grandes extensiones (océanos) de agua más o menos salada que cubrirían enteramente la parte externa de la Tierra (corteza). Este enorme océano tendría una profundidad media de 5-6 Km, el cual descansaba sobre un basamento de rocas graníticas o basálticas cuyo origen es muy discutido.
- B) Es una etapa geológica que podría situarse alrededor de los 3.6-3.0 Ba. En esta larga etapa surgen los primeros procesos geológicos en los fondos marinos que, en algunos casos más favorables, aparecen asociados al origen de primitivas formas de vida anaeróbica. Esta corteza, que se originó por segregación-transformación del manto superior, de unos 6-10 Km de espesor, estaba cubierta por una capa acuosa marina de 3-4 Km.
- C) Se intenta representar una amplia etapa geológica, 3.0-2.5 Ba, donde la corteza aparece cubierta por aguas oceánicas que no so-

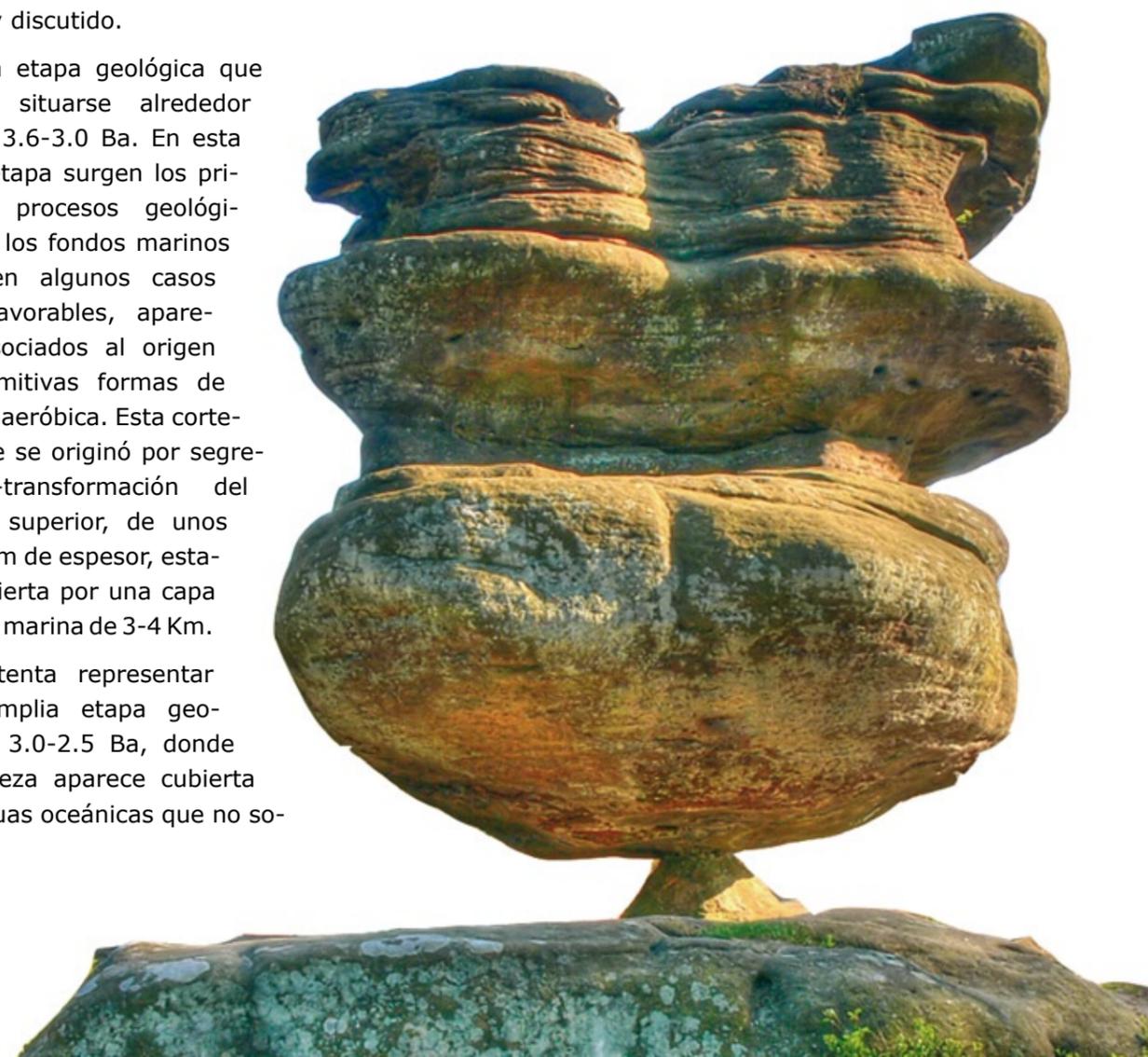
brepasan el kilómetro de espesor, siendo lo normal de 0-200 metros. Aquí las condiciones para la generación y evolución de la vida son muy favorables: elevada oxigenación, temperatura adecuada, presencia de compuestos y minerales catalizadores, etc. Estas condiciones son las que se dieron y se dan actualmente en zonas oceánicas definidas como dorsales.

D) Sigue el engrosamiento durante esta etapa geológica (2.5-0.5 Ba), en donde la corteza media alcanza los 15-20 Km de espesor. Esto hizo que muchas zonas corticales afloraran sobre las aguas oceánicas formando desde islas hasta microcontinentes, al mismo tiempo que las diferentes formas de vida evolucionaban según sus particulares ambientes

- Otra importante pregunta es: ¿Cómo evolucionaron los primeros organismos desde zonas oceánicas, más o menos profundas, hasta zonas continentales de más o menos altitud? Esta pregunta, en gran parte, se podría contestar a través de un conocimiento geológico sobre el origen y evolución de la corteza terrestre a través de los tiempos geológicos.

## “¿Cómo comenzaron los procesos geológicos hace 3,9 millones de años? Las teorías más importantes los relacionan con el origen de la Luna”

En la Tierra desde su origen, hace aproximadamente 4.6 Ba, se pueden diferenciar dos etapas temporales muy bien definidas. La primera, que podemos definir como pre-geológica, abarca desde su origen hasta el comienzo de los



geológicos-bioquímicos, como lo demuestra la abundancia y diversidad de restos fósiles. Muchas formas de vida fueron endémicas al haberse desarrollado en ambientes aislados. Esto ocurrió, entre otras islas, en Madagascar, Polinesia y la Isla de Pascua.

E) Esta amplia etapa geológica (desde hace 0.5 Ba hasta la actualidad) puede definirse como la de la explosión de la vida, donde la vida no sólo se caracteriza por la gran abundancia de sus formas sino por la existencia de cierto "parentesco evolutivo" entre muchas de ellas, como ocurre con la gran familia de los Eucariotas, en donde la principal atención está puesta en el origen y evolución de los homínidos en los últimos 3 millones de años. Durante estos últimos

500 millones de la historia geológica, la mayor parte de los continentes, formados en tiempos anteriores (desde 3.9 Ba), afloraron sobre las aguas oceánicas. Esto hizo que la vida evolucionara en diferentes ambientes geológicos-ambientales según tres tipos de cortezas terrestres:

- Cortezas continentales antiguas, espesor de 25 a 70 Km, en donde, entre otras formas de vida, se desarrollaron y evolucionaron los grandes mamíferos continentales.
- Cortezas oceánicas modernas, principalmente dorsales oceánicas, en donde formas de vida primitivas están generándose al mismo tiempo que otras más evolucionadas, por ejemplo grandes mamíferos oceánicos como la ballena.
- Cortezas intermedias en donde convergen formas de vida primitivas que están asociadas a otras de carácter más evolucionado.

Como una última reflexión sobre la vida podríamos plantear la siguiente pregunta: ¿Puede existir alguna forma de vida en el Universo extraterrestre? Creemos que sí, puesto que, de un simple dato estadístico, se puede deducir que, en los millones de estrellas que forman las galaxias, pueden existir sistemas planetarios donde alguno de ellos pudo haber reunido las condiciones favorables para el origen (y evolución?) de alguna forma de vida: oxígeno, océanos, activador geológico, etc (dorsales extraterrestres). La presencia de formas de vida más o menos evolucionadas, y principalmente de homínidos-Homo sapiens, no deja de ser especulativa.

### REFERENCIAS

- (1) Chyba, C:F: & Sagan, C. (1992) Nature, 355, 125-132.
- (2) Wills, C. & Bada, J. (2000) Perseus Publ. Cambridge, 320 pp.
- (3) Nisbet, E.G & Sleep, N.H. (2001) Nature, 409, 1083-1091.
- (4) Wächtershäuser, G. (1988) Microbio. Rev., 52, 452-484.
- (5) Ferris, J.P. (2005) Elements, 1, 145-149.
- (6) Marshall, W.L. (1994) Geochim. Cosmochim. Acta, 58, 2099-2106.
- (7) Delaney, J.R. et al. (1988) Science, 281, 222-230. (8) Sánchez Cela, V. (2000) Univ. Zaragoza.

Vicente Sánchez Cela  
Departamento de Ciencias de la Tierra  
Miembro del Senatus Científico

**¿S**ólo en el Planeta Tierra se han reunido las condiciones favorables para la vida?

**¿P**odría ser ésta la imagen de otro planeta?