

EL PRECÁMBRICO 1 DE 3

LA CIENCIA Y LA BIBLIA HABLAN ACERCA DE LA TIERRA EN
SUS COMIENZOSBEN CLAUSEN¹

INTRODUCCION

¿Cómo se puede relacionar el modelo científico estándar sobre la historia del Universo y la Tierra con lo presentado en la Biblia? Esto no tiene una respuesta fácil, pero el Instituto de Investigación de Geociencia abordará esta pregunta en varias presentaciones resumiendo las diferentes partes de la columna geológica. Las divisiones estándares son: Precámbrico con poca vida, Paleozoico con vida antigua, el Mesozoico con vida intermedia y Cenozoico con vida reciente. Esta presentación comienza con el Precámbrico y está basado parcialmente en presentaciones del Consejo de Ciencia del Instituto de Investigación Bíblica y un viaje a terreno ocurrido en 1992 en Glacier View Ranch al sur del Parque Nacional Rocky Mountain en Colorado.

En la cronología estándar de la historia geológica de la Tierra, el Precámbrico cubre por lejos la fracción de tiempo más grande- 88% del total. Esto abarca el tiempo desde 4.56 Ga hasta cerca de 0.54 Ga, donde "Ga" significa giga annum o hace mil millones de años. El período de tiempo científico estándar se incluye puesto que muchos académicos Adventistas del Séptimo día están cómodos con largos periodos de tiempo para la materia inorgánica y creen que solo la vida se creó recientemente.

Puesto que este artículo intenta cubrir mucho material, la discusión se divide en tres partes. Las primeras dos partes presentan el modelo científico estándar, donde en algunos casos varios modelos se sugieren para un conjunto de información. *Ejemplos de diseño e ideas creacionistas están intercaladas en estas dos secciones.* La tercera parte presenta perspectivas creacionistas adicionales, aunque no hay mucha ciencia disponible. (Para datar la edad más joven, los creacionistas han pasado poco tiempo tratando de explicar el Precámbrico en términos de una creación reciente, con poca especulación y menos investigación científica.) Aquí están las tres secciones:

La primera sección resume el modelo estándar para la formación del Universo, Sistema Solar y Tierra, Luna, océanos, continentes y placas tectónicas. Se incluyen breves referencias al Universo, Sol, y Luna porque lo que sucede más allá de la Tierra prepara el camino para lo que sucede en

1 Instituto de Investigación de Ciencias de la Tierra 01 de febrero de, 2016

la Tierra durante el Precámbrico y el relato de Génesis 1.

La Segunda sección describe exposición rocosa del Precámbrico, así como la atmosfera, clima y vida Precámbrica. Se incluyen muchas fotos ilustrativas.

La tercera sección provee dos perspectivas sugeridas por los creacionistas: (1) un universo y vida reciente y (2) material inorgánico antiguo, pero vida reciente.

Algunos de los términos y conceptos abordados aquí son demasiado complejos para hacerles justicia en un solo artículo. Por esta razón, muchos enlaces a sitios web y referencias se incluyen para proveer más detalle y una comprensión más completa. El resumen del modelo estándar está basado especialmente en *The Story of Earth (La Historia de la Tierra)* de Hazen (2012). Hay disponible información adicional de un volumen erudito en *Earth's Oldest Rocks (Las Rocas más antiguas de la Tierra)* editado por Van Kranendonk et al. (2007). La web provee recursos adicionales tales como Encyclopedia Britannica, Michigan State University, Live Science, un sitio web de texto de geología histórica, una revista dedicada a *Investigación Precámbrica*, un video de YouTube, una buena escala de tiempo de resumen, y algunas caricaturas.

UNIVERSO



El Telescopio Espacial de Hubble de la NASA/ESA observe una de las más hermosas galaxias de nuestros cielos — Esta pequeña espíra conocida como NGC 4102, tiene un clase de atractivo diferente, con sus apretados brazos en espiral y discreta, pero con su encantadora apariencia. NGC 4102 queda en la constelación de la Ursa Major (La Osa Mayor).

En el modelo científico estándar, el universo comenzó en el Big Bang hace cerca de 14 mil millones de años. Cuando se sugirió por primera vez la idea de un universo en expansión en 1930, esta fue rechazada por la comunidad científica porque parecía sugerir un efecto sin una causa apuntando a una fuerza exterior como Dios. Por la década de 1960 el Big Bang fue aceptado luego de la observación de radiación ambiental de microondas que podía ser explicado por un universo denso, inicialmente caliente; sin embargo, los científicos continúan preguntándose (25 Enero, 2016) cómo comenzó el universo y qué vino antes del Big Bang. Un creacionista sugiere que hay una crisis en la cosmología (26 Enero, 2016)

El Big Bang creó quarks, que se fusionaron en protones y neutrones que luego formaron átomos como el hidrogeno y un ambiente donde la luz podía viajar a través del espacio. Estos átomos de hidrogeno se agruparon en estrellas que se volvieron calientes bajo presión gravitacional y comenzaron a quemarse por fusión nuclear, tal como en una bomba de hidrogeno. La "quema" significaba combinar cuatro protones o núcleos de hidrogeno (1H) en helio (4He).

Luego de que el hidrogeno se convirtiera en helio, el helio comenzaba a combinarse de modo que tres núcleos de helio se combinarían para formar carbono (12C), pero el carbono debe tener un estado de energía de resonancia excitado para que esto funcione. Antes de que se observara esta energía de resonancia de forma experimental, fue predicho por Fred Hoyle como un hecho necesario para que la naturaleza produzca carbono por evolución estelar. Ahora que ésta energía de resonancia ha sido descubierta, se ha sugerido como una evidencia de un diseño inteligente del núcleo del carbono, pero este argumento debe usarse con precaución.

Después de que se produce 12C , elementos más pesados se formaron por la adición de más núcleos de 4He para hacer elementos tales como el oxígeno (16O), magnesio (24Mg), silicón (32S), y Hierro (56Fe). Los átomos más pesados que el hierro requieren un aporte de energía, por lo que no se formaron hasta que una energía extra producto de una explosión supernova estuvo disponible para producir átomos de yodo, platino, oro, mercurio, plomo, uranio, etc. Estas explosiones estelares esparcieron por el espacio estos elementos, muchos de los cuales son exactamente los elementos necesarios para la vida.

SISTEMA SOLAR Y TIERRA

Remanentes de estas explosiones estelares formaron nubes de gas y polvo. Una de estas nubes nebulosas con toda su masa rotando en la misma

dirección se transformó en nuestro sistema solar con un gran bulto central que formó el sol y lo restante fusionándose en los planetas.

Este Sol es del tamaño ideal para la vida en la tierra: si fuera diez veces más grande se quemaría demasiado rápido, y si fuera diez veces más pequeño no proveería suficiente energía. Durante las etapas tempranas de la tierra, el sol solo tenía el 70% de su producción de luz actual. Esto podría sugerir un a tierra en sus comienzos mucho más fría, pero la evidencia de agua líquida para esa época indica que ese no era el caso. Esta Tierra “más calurosa de lo esperado” ha sido explicada por un efecto invernadero y porque en el pasado la tierra absorbía un porcentaje mayor de la energía del sol.

Un viento solar sopló los gases más ligeros desde el Sol a dónde los planetas gaseosos, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno orbitan ahora. El material más pesado permaneció más cerca del Sol y se acumuló en meteoritos y planetesimales (planetas pequeños) y con el tiempo en los planetas rocosos de Mercurio, Venus, Tierra, y Marte. Esta formación de Tierra ocurrió durante el período de “bombardeo intenso” de meteoritos en el Hadeano (4.5–4.0 Ga). Durante este tiempo la Tierra se diferenció teniendo un centro más denso de Hierro/Níquel y un menos denso manto de silicato. Un artículo reciente (28 Enero, 2016) resume un libro sobre el crecimiento y la diferenciación de la Tierra en sus comienzos.

Cerca de 10% de los meteoritos es hierro que alguna vez formó el centro de pequeños planetas y 90% son condritas ricos en silicato que alguna vez formó sus mantos. Ejemplos de hoy de estos meteoritos se encuentran más fácilmente en los campos de hielo Antárticos de la Tierra y el desierto de Sahara. El meteorito de hierro-níquel más grande que se conoce es el meteorito Hoba, exhibido cerca de Grootfontein en Namibia.

LUNA

En el modelo científico estándar, la Luna se formó dentro de un espacio de tiempo de cincuenta millones de años después del desarrollo del Sistema Solar. En un momento se pensó que la Luna se formó de una fracturación de la Tierra o al ser capturada de una órbita solar, o por acreción como lo había hecho la tierra. Nueva información de rocas lunares en los comienzos de los años 70 sin embargo, indicaron que estas teorías no eran satisfactorias. La Luna no tenía un centro de hierro y volátiles como agua, así que su composición era demasiado diferente a la de la Tierra.

Un nuevo modelo que se desarrolló en la mitad de los años 70 postulaba que un pequeño planeta llamado Theia en un momento ocupaba la misma órbita de la Tierra, hasta que chocó con la tierra y fue destruido por comple-

to. Los escombros de la colisión lanzados al espacio se fusionaron para formar la Luna (ver: Slattery, 1995; Choi, 2015). El impacto de Theia fue exacto- no falló, no fue torcido, ni muy frontal- y puede haber causado la inclinación de 23 grados de la Tierra. Colisiones similares pudieron haber causado que Venus rote hacia atrás y que Urano rote de lado. Sin embargo, un artículo reciente (29 Enero, 2016) sugiere que la Luna se produjo por una colisión frontal.

Inicialmente se pensó que la Luna orbitó la tierra a una distancia de cerca de 15,000 millas. En ese tiempo la Tierra habría rotado sobre sus ejes cada cinco horas, un eclipse solar habría ocurrido cada 84 horas, y la tierra habría tenido mareas monstruosas. Al alejarse la Luna de la Tierra en cerca de 4 cm por año, la Luna orbitaba la Tierra más rápido y la rotación de la Tierra fue más lenta debido a la conservación del momentum angular.

OCÉANOS

El agua es ubicua en nuestro Sistema Solar, en lunas y planetas, océanos subterráneos y volcanes. La Luna tiene hielo bajo su superficie y sus rocas son 750 partes por millón agua. Venus tenía agua en su historia temprana, pero se perdió debido al calor de un efecto invernadero descontrolado. Marte tiene un centro de metal, un manto de silicato, una atmosfera, y un océano global bajo su superficie de cientos de pies de profundidad. Perdió el agua de su superficie, pero evidencia de su existencia pasada se encuentra en arcilla rica en agua, canales de arroyos entrelazados, valles de ríos, y minerales formados de la evaporación de agua. La Tierra está entre estos dos planetas a la distancia ideal del Sol, o “Zona habitable”

Puesto que se supone que la Tierra se formó a partir de meteoritos, se espera que los volátiles encontrados en condritas hayan existido en los comienzos de la Tierra – nitrógeno, dióxido de carbono, gases sulfúricos, y agua. Sin embargo, una gran fracción de los volátiles esperados parece haber desaparecido, ya sea perdidos en el espacio debido a impactos como el de Theia o enterrados profundamente.

En los últimos treinta años se ha sugerido que el interior profundo de la Tierra puede tener vastas cantidades de agua. La zona de transición del manto podría contener hasta nueve veces más agua que los océanos y el manto inferior hasta dieciséis veces más. Bajo las altas presiones y temperaturas en lo profundo de la tierra, los minerales incorporan hidrogeno, que junto con su oxígeno, pueden producir agua. Este contenido de agua es evidente en magmas graníticos que comúnmente contienen 1-4% de agua y lavas volcánicas que causan vulcanismo explosivo como en el Monte St. Helens debido

a la liberación explosiva de vapor de agua presurizado.

De acuerdo con el modelo estándar, el agua de los comienzos de la tierra vino de los volátiles lanzados de los volcanes, de manera que se formaron mares poco profundos en unas pocas decenas de millones de años y se desarrollaron océanos entre 100 y 200 millones de años después de la formación de la Tierra. Los océanos tempranos eran más salados que hoy y aparentemente esa sal ha precipitado en depósitos de sal y evaporíticos- minerales formados de la evaporación de agua.

El agua posee propiedades químicas singulares necesarias para la vida (Hazen, 2012). Entre otras propiedades, es un solvente; tiene alta tensión de superficie haciendo posible la acción capilar en plantas vasculares; y se divide en Hidroxilo (OH-) e iones de Hidronio (H₃O+) importantes para reacciones pH ácido/básicas. Su alta capacidad de calor disminuye las fluctuaciones de temperatura de la Tierra a un rango aceptable para la vida. A diferencia de la mayoría de las sustancias, el agua se expande al congelarse; así el hielo tiene una densidad menor al agua y flotará. Si este no fuera el caso, las cuencas oceánicas se llenarían de hielo desde el fondo hacia arriba. Es un ingrediente básico en reacciones bioquímicas en nuestros cuerpos que son más de la mitad agua.

CONTINENTES Y PLACAS TECTÓNICAS

A través de la historia de la Tierra se ha diferenciado en un centro, un manto, y corteza oceánica y continental. Las placas de la corteza se forman al subir magma del manto a centros de propagación, y arcos volcánicos y se destruyen al descender las placas tectónicas nuevamente al manto en zonas de subducción. La diferenciación y movimiento se debe a efectos gravitacionales en roca de diferente densidad dependiendo de su contenido de calor y la disposición de átomos en sus minerales.

Las rocas de la Tierra están hechas de minerales y los minerales están compuestos principalmente de seis tipos de átomos: oxígeno, silicio, aluminio, magnesio, calcio, y hierro. Uno generalmente piensa en el oxígeno de la atmósfera, pero 99.99999% de él está en los minerales de la Tierra. El silicio es para las rocas inorgánicas lo que el carbono es para la vida orgánica, puesto que ambos forman cuatro enlaces con átomos que los rodean. Estos átomos de oxígeno y silicio juntos (SiO₂silicato) son los principales constituyentes de la Tierra y sus minerales silicatos.

La Tierra en sus comienzos era un océano de magma caliente cuyo calor venía de la colisión de fragmentos de meteorito, de mareas inducidas por la gravedad y de elementos radioactivos. Los océanos de magma se enfriaron

por conducción, convección y radiación. La Tierra caliente en sus comienzos se diferenció basada en densidad (in g/cms) que se relaciona con el contenido de silicato. Alto contenido de silicato significa rocas de baja densidad, así que las rocas cerca de la superficie de la Tierra generalmente tienen mayor contenido de silicato. La Tierra diferenciada consistía de un centro de hierro con poca cantidad de silicato y una densidad de 10-13, un manto con 45% de silicato y densidad de 3-4, y luego una corteza de basalto con 50% silicato y densidad 2.8-3.0. En comparación, rocas graníticas posteriores tienen un contenido de silicato de 60-75% y una densidad de 2.6-2.7. Hoy en día la sismología, el estudio de ondas de terremoto, es capaz de identificar un manto inferior hecho del mineral perovskita con una densidad de 3.1-3.4.

Durante los primeros 50 a 100 millones de años, una corteza de basalto se formó de 5% de derretimiento parcial del manto superior de peridotita. Las rocas no tienen solo una temperatura de derretimiento y las primeras partes en derretirse tienen un mayor contenido de silicato y una menor densidad que el resto. El basalto de menor densidad flotaba más que el manto y se elevó a la superficie formando islas volcánicas negras en los mares poco profundos de la Tierra.

Durante el Arqueano de 4.0 a 2.5 Ga, comenzó la actividad de la placa tectónica y se formaron las primeras pequeñas piezas de corteza continental granítica llamada *cratones*. La vida requiere atmósfera, océanos y tierra, pero “no se puede tener continentes sin granito, y no se puede tener granito sin llevar agua a lo profundo de la Tierra...por lo tanto en algún punto comenzaron las placas tectónicas y empezaron a traer grandes cantidades de agua abajo al manto. La gran pregunta es ¿cuándo sucedió eso? (ver artículo 21 Enero, 2016) John Baumgardner sugiere que las placas tectónicas catastróficas comenzaron en el diluvio del Génesis. La energía de calor conduciendo la actividad tectónica vino de la convección en el manto, pero el gatillo puede haber sido el impacto de un asteroide. La diferenciación a granito es parte de la tendencia de separación y concentración elemental: los seis principales elementos se separaron del hidrógeno y el helio por un viento solar; el manto de silicato de la Tierra se separó del centro de hierro; la corteza de basalto se separó del manto; agua y otros volátiles se separaron de la roca; y ahora el granito se separó del basalto. El resultado final es una corteza continental de baja densidad hecha de roca granítica rica en silicato, sodio, potasio, agua y rastros de elementos. Sus principales minerales son cuarzo que eventualmente formó las playas de arena y feldespato que eventualmente se descompuso en suelo rico en arcilla.

El Proterozoico desde 2.5 a 0.5 Ga está marcado por el comienzo de placas tectónicas modernas, incluyendo volcanes y terremotos. La actividad de placa tectónica (Condie, 1998; Rino et al., 2004; Hawkesworth et al., 2010)

causó que los cratones se movieran y se combinaran para formar los continentes y de vez en cuando un solo supercontinente. Pangea, que se formó alrededor de 0.3 Ga es el ejemplo más conocido de un supercontinente, pero es más reciente que el Precámbrico. Ejemplos más antiguos en el Precámbrico incluyen, Rodinia (1.0-0.6 Ga), Columbia/Nuna (1.9-1.4 Ga), y un más conjetural Kenorland (2.7-2.5 Ga) y Vaalbara (3.1-2.8 Ga). De estos, Andrew Snelling habla brevemente de Rodinia y su modelo de inundación de placa tectónica. Los ciclos de supercontinente son tema de estudio continuo.

REFERENCES

- Charles Q. Choi (2015). "How the Moon Formed: Violent Cosmic Crash Theory Gets Double Boost." April 8, 2015.
- Kent C. Condie (1998). "Episodic continental growth and supercontinents: a mantle avalanche connection?" *Earth and Planetary Science Letters*, v.163, p.97-108.
- J. Hawkesworth, B. Dhuime, A. B. Pietranik, P. A. Cawood, A. I. S. Kemp, and C. D. Storey (2010). "The generation and evolution of the continental crust." *Journal of the Geological Society, London*, v.167, p.229-248.
- Robert M. Hazen (2012). *The Story of Earth: The First 4.5 Billion Years, from Stardust to Living Planet*. Penguin Group: Viking; see also <https://eos.org/articles/new-nova-tv-show-explores-coevolution-of-rocks-and-life>
- Rino, T. Komiya, B. F. Windley, I. Katayama, A. Motoki, and T. Hirata (2004). "Major episodic increases of continental crustal growth determined from zircon ages of river sands: implications for mantle overturns in the Early Precambrian." *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, v.146, p.369-394.
- Wayne Slattery (1994 sic). "Where Did the Moon Come From? Part I." *Geoscience Reports*, n.18, p.1-3.
- Wayne Slattery (1995). "Where Did the Moon Come From? Part II." *Geoscience Reports*, n.19, p.1-3.
- Martin J. van Kranendonk, R. Hugh Smithies, and Vickie C. Bennett, eds. (2007). *Earth's Oldest Rocks*. Elsevier.