

EL PRECÁMBRICO PARTE 2 DE 3

LA CIENCIA Y LA BIBLIA HABLAN SOBRE LA TIERRA EN SUS COMIENZOS

BEN CLAUSEN¹

Puesto que este artículo intenta cubrir mucho material, la discusión se divide en tres partes, ésta es la segunda. Aquí hay un resumen de 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.
- La segunda sección describe exposición rocosa del Precámbrico, así como la atmosfera, clima y vida Precámbrica. SE incluyen muchas fotos ilustrativas. Se incluyen ejemplos de diseño e ideas creacionistas.
- La tercera sección provee dos perspectivas sugeridas por los creacionistas: (1) un universo y vida reciente y (2) material inorgánico viejo, pero vida reciente.

POSICIONES DE ROCA PRECAMBRICA

Grandes áreas de cratones Precámbricos se exponen en lo que son llamados escudos en Australia, la parte central de Canadá, África central (fig. 2) y occidental (fig. 1), la región Báltica (fig. 3) y grandes partes de China, Brasil (fig. 4) y Argentina e India.



FIGURA 1: The 0.7-0.5 Ga Roca granítica Olumo, Abeokuta, Nigeria.

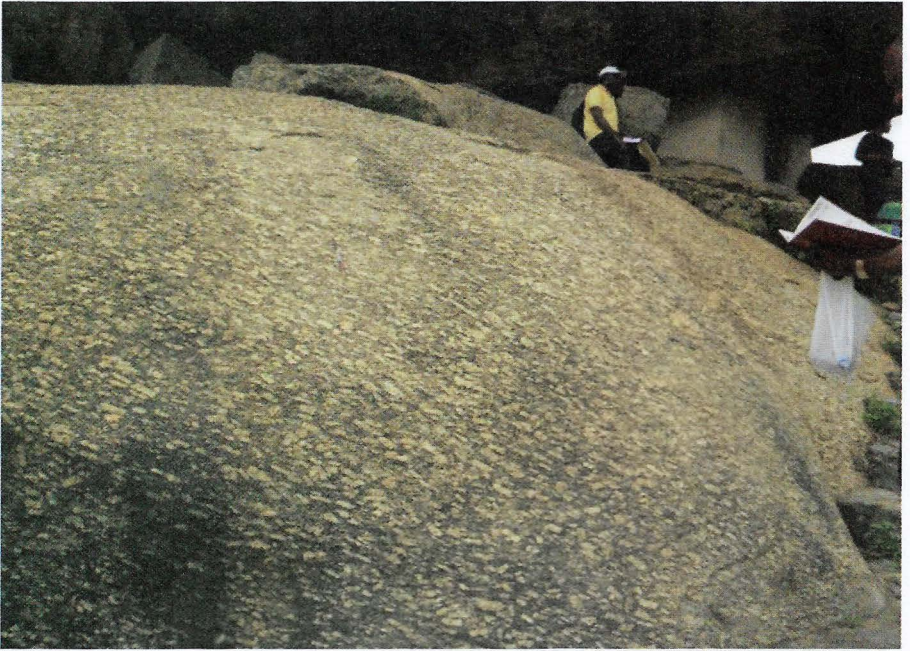


FIGURA 1a: Los cristales de feldespato alineados sugieren una dirección del flujo del magma. (Schlüter, 2008, p.198)



FIGURA 2. Bandas graníticas de gneiss que contienen mineral de feldespato con potasio Rosado ubicado al norte de Kampala, Uganda.



FIGURA 2: Estas rocas metamórficas Paleoproterozoicas (2.5-1.6 Ga) son parte del sistema Buganda-Toro cinturón plegado de Ruwenzori. (Schlüter 2008, p.263)



FIGURA 3: Gneis metamórfica en bandas y plegadas 2.7 Ga en la Isla Stolbikha en el mar Blanco en el noroeste de Rusia.



FIGURA 3: En esta foto la gneis se muestra con rocas que contienen eclogitas-metamórficas formadas a altas temperaturas (750°C) y presiones (14 kilo bares, o alrededor de 40 km de profundidad) consistentes en granates rojas y minerales de omfacita (piroxenas) verdes. (Peltonen et al., 2008, p.40, stop 4.1)



FIGURA 4: Un corte de un camino que exhibe 0.58 Ga Itu Granito cerca de la ciudad de Itu, Brasil. El granito A-tipo (inorgánico) fue emplazado en medio de las placas tectónicas más que en el borde. (Janasi, 2009).

Muchos pequeños afloramientos de rocas Precámbricas se exponen como rocas base en otras partes del mundo como Corea (fig.5), Perú (fig. 6), Monte Sinaí (fig. 7), y el sur de Israel en Timnah (Snelling, 2010). Afloramientos en Estados Unidos se encuentran en lugares como el norte de Michigan, el fondo del Gran Cañón, las Montañas Rocosas de Colorado (fig.9), Nuevo México (fig.10), y las Cordilleras Transversales del sur de California (fig.11). Algunos de los primeros cratones en formarse por el 3.3 Ga fueron el Kaapvaal y Zimbabue (fig. 12) en el sur de África y los cratones Pilbara y Yilgarn en Australia. Algunos de las otras tres docenas de cratones incluyen: los cratones El Esclavo y Superior en Canadá, tres en Groenlandia, y cratones en Escandinavia y la Antártica.



FIGURA 5. Gneis precámbrica en bandas metamórficas del macizo de Gyeonggi cerca de Gapyeong, Korea con una edad estimada de of 2-3 Ga. (Jwa, 2005)



FIGURA 6. Cañón en un gneis precámbrico, al sur de Ocucaje cerca de Ica, Perú. Nuestra datación de rubidio-estroncio sugiere que estas rocas podrían tener una edad isotópica de 2.5 Ga.



FIGURA 7. Monte Sinaí granito con una edad aproximada de 1 Ga. Ver información general por el creacionista, Andrew Snelling.

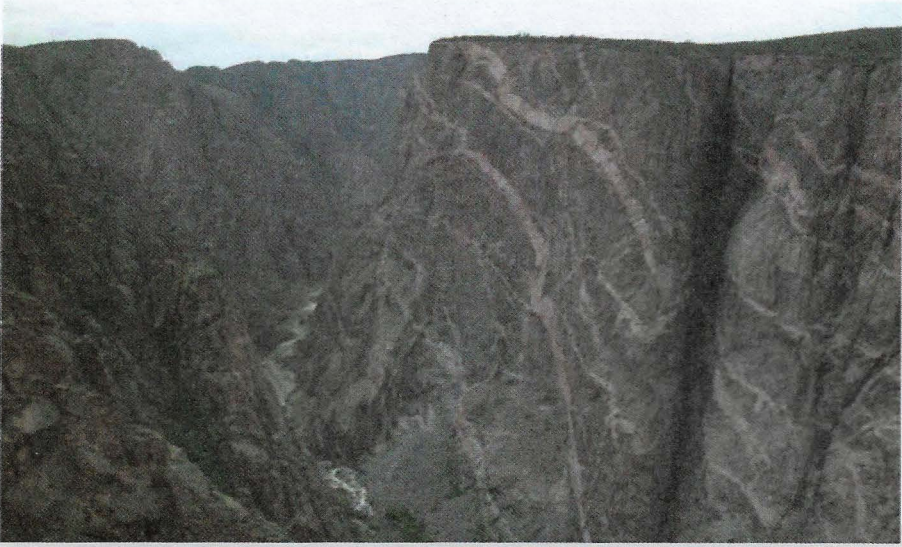


FIGURA 8. Gneis metamórfica gris de 1.7 Ga y esquistos en las paredes del Cañón Negro en Gunnison, Colorado. Las rocas formadas durante la colisión de una antigua isla volcánica con la parte del sur del cratón de Wyoming. Los diques de la Mesa Vernal granítica (cuarzo monzonita) de color más claro fueron introducidos alrededor 1.4 Ga. Un enfriamiento lento permitió que se formaran grandes cristales de potasio feldespato rosado. (Matthews et al., 2003, p.53).

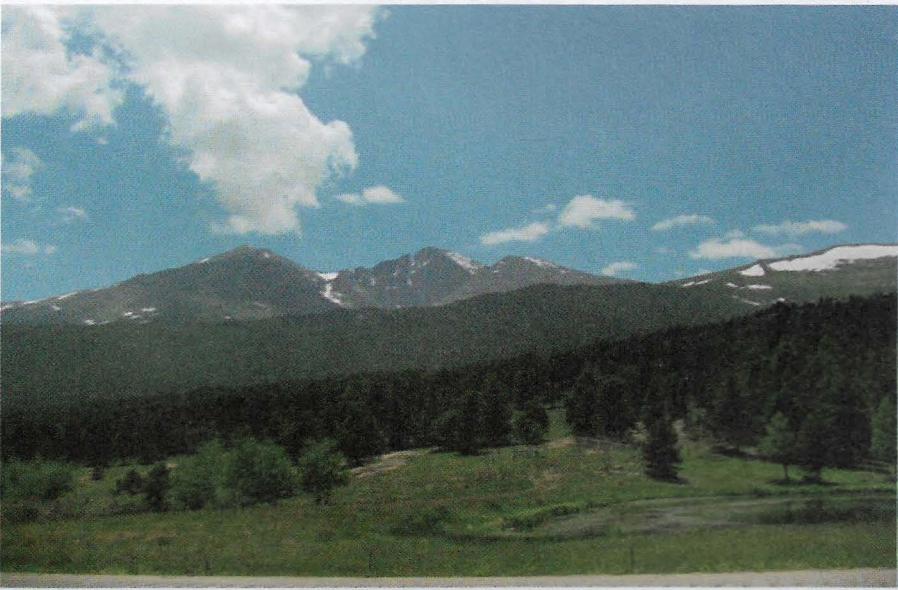


FIGURA 9. El Pico Largo en el Parque Nacional de las Montañas Rocallosas es uno de los picos más elevados en Colorado con una altura de 14,256 pies (4,345 metros). Esta hecho de 1.4 Ga de granito de Penacho de Plata que en otros lugares permite el oro y la plata. (Lovering and Tweto, 1953)



FIGURA 10: El 1.4 Ga granito de Sandia muestra potasio feldespatos rosados que pueden ser usados para fechar radiométricamente.



FIGURA 11. Gneis metamórfica en bandas 1.7 Ga cerca de las Cataratas del Bosque en las Montañas de San Bernardino al sur de California. (Barth et al., 2000) Note la escala del lápiz.



FIGURA 12. Roca granítica precámbrica (2.6 Ga) del cratón de Zimbabue cómo se ve desde la tumba de Cecil Rhodes en el Parque Nacional de Matopos cerca de Bulawayo, Zimbabue.

Después de que se formaran los cratones, estos erosionaron para producir depósitos sedimentarios entre ellos y algunos chocaron debido a movimiento de placa tectónica temprana. Las colisiones produjeron actividad volcánica, intrusiones graníticas, y metamorfismos de los sedimentos que muy a menudo resultaron en rocas verdes. Estos cinturones de pliegues móviles de granito –piedra verde, son comunes entre variados cratones expuestos en los continentes. Algunas rocas volcánicas se metieron bajo el agua formando estructuras con forma de almohada, eg., en Rusia (fig 13). Sud África (fig. 14), y Michigan (fig. 15). Otras rocas volcánicas resultaron del derretimiento del manto especialmente en altas temperaturas produciendo las singulares Komatitas altas en magnesio, nombradas por el Rio Komati (fig. 16) en Sud África; un buen ejemplo de Komatitas vienen del oeste de Rusia (fig. 17)



FIGURA 13. La lava almohadillada de 2.8 Ga de la banda de roca verde el cratón de Karelia cerca de Kostomuksha, Rusia próxima de la frontera con Finlandia. La estructura elipsoidal es interpretada como el resultado de un rápido enfriamiento de lava volcánica introducida debajo del agua. (Peltonen et al., 2008, p.98, stop 6.12)

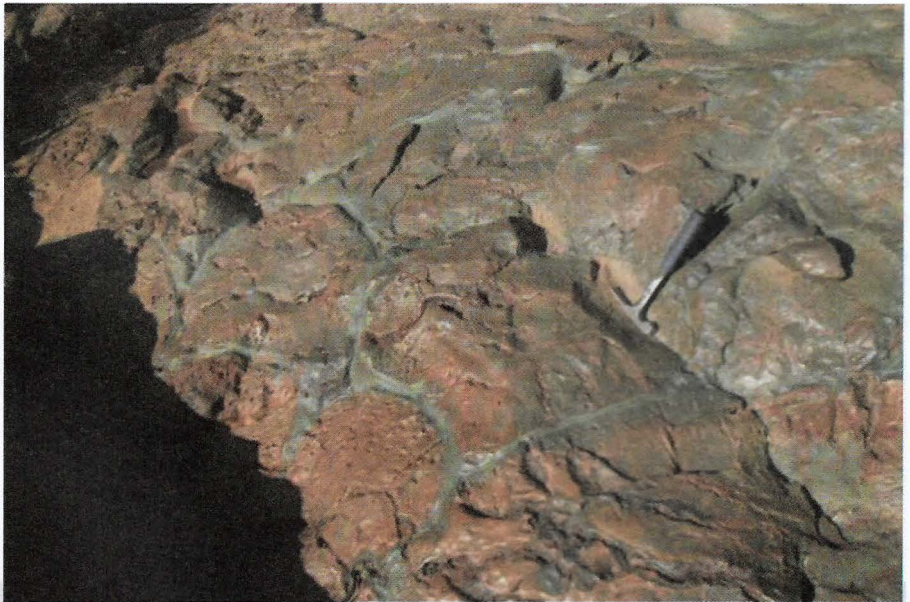


FIGURA 14. Basalto almohadillado de 3.3 Ga en el grupo de Onverwacht en la base del cinturón de Greenstone en Barberton, al este de Johannesburg, Sud África. (Moyen et al., 2007, p.26, stop 6)



FIGURA 15. Estructuras de lava almohadillada (con estrías glaciales superficiales) en basaltos volcánicos metamorfoseados de aproximadamente 2.7 Ga En el cordón de piedra verde de Mona Schist en Marquette en la Península Superior de Michigan.

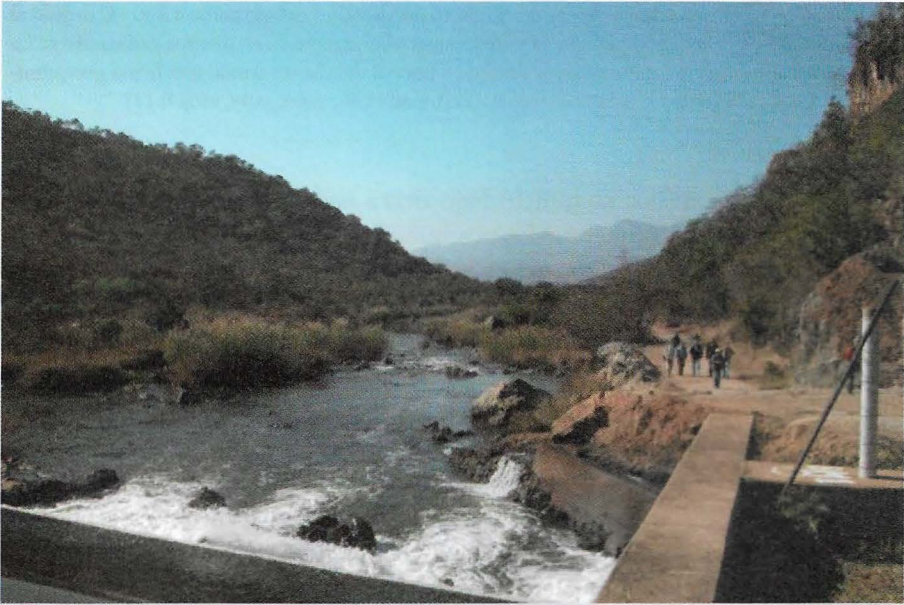


FIGURA 16. El río Komati en el área de Barberton al este de Johannesburgo, Sur África. Este es el lugar donde la komatita tomo su nombre. (Moyen et al., 2007, p.25-26, stop 0)



FIGURA 17. Lava de Komatiite de 2.8 Ga cinturón de piedra verde cerca del lugar de la Fig. 13. La textura grasosa común y distintiva que se muestra aquí consiste de cristales afilados de mineral oliviano fundido. Es el resultado de la rápida cristalización de lava líquida en el margen del flujo. La Komatiite es una roca volcánica ultramáfica derivada del manto que significa que su composición es cercana a la de la tierra primitiva y se diferencia muy poco de ella. En general, se limita a rocas de edad Arcaica cuando el manto puede haber estado como a 500 ° C debido al calor residual de la acreción planetaria y una mayor abundancia de elementos radioactivos. La alta temperatura resultó en una mayor fundición parcial del manto dando una firma geoquímica diferente en la lava extraída. (Peltonen et al., 2008, p.98, stop 6.11)

Magma granítico se infiltró bajo tierra para formar cámaras como en Namibia (fig. 18), para quebrar la roca huésped como en el este de Sud África (fig. 19) y para mezclarse con rocas huésped como cerca de Ciudad del Cabo (fig. 20). Ígneos, actividad magmática asociada con movimiento de cratones producidos por grandes zanjas de rocas bajas en silicato como la Gran Zanja en Zimbabue e infiltraciones de ígneos en capas como en Skaergaard en Groenlandia y el Complejo Bushveld en Sud África que son importantes fuentes de elementos del grupo platino. Sedimentos metamorfoseados incluyen arenisca, caliza y esquisto con turbiedades en Sud África (fig. 21) como un ejemplo. Otros ejemplos de cinturones de pliegues incluyen: varios cinturones de pliegues Pan-Africanos de 0.9-0.5 Ga en Zambia (fig. 22) entre los cratones de Congo y Zimbabue que son una importante fuente de cobre, el complejo de granito-piedra verde Barberton 3.5-3.2 Ga, en Sud África entre los cratones Zimbabue y Kaapvaal que exhibe roca piedra verde (fig.23) y el Cinturón Isua de piedra verde, 3.8 Ga en Groenlandia que es uno de los más antiguos.

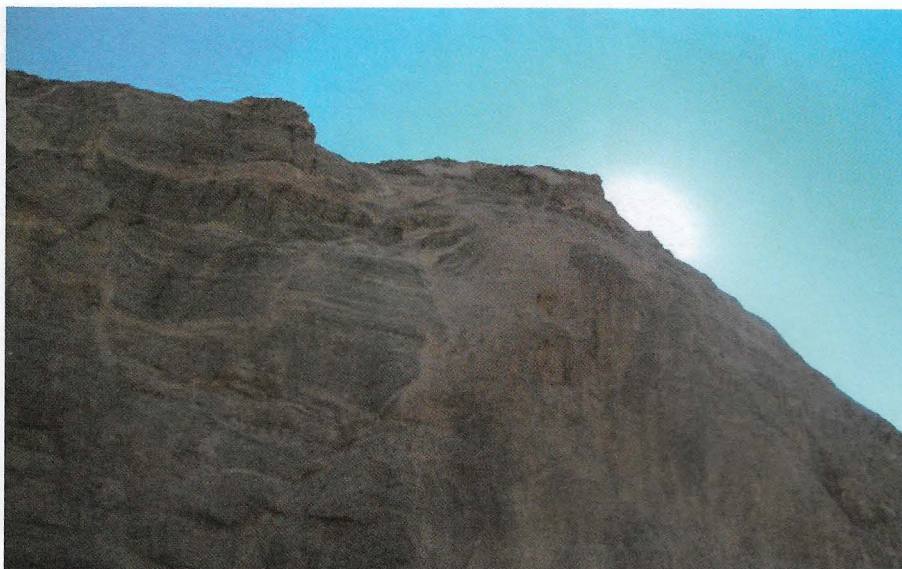


FIGURA 18. Una 0.5 Ga intrusión granítica (rosada) dentro de una gneis metamórfica (gris) de 0.8-0.5 Ga En el cinturón de Damara en las riveras del Khan al este de Swakopmund, Namibia. El cinturón de sedimentos de Damara fueron depositados en medio de la dislocación de la convergencia de los cratones del Congo y del Kalahri luego fueron metamorfoseados con intrusiones de magma. La dimensión vertical de aproximadamente 100 m. (Kisters et al., 2007, p.34, stop 3.5)



FIGURA 19. Magma rosada de 3.45 Ga El brote de plutón granítico se introdujo en las rocas metamórficas grises en el grupo de Onverwacht en la base del cinturón de Roca verde en Barberton, al este de Johannesburgo, Sud África. El magma brecciates (separó) las rocas metamórficas. (Moyen et al., 2007, p.31, stop 2.4)



FIGURA 20. El conjunto de Granito del Cabo (rosado) introdujo el 0.8-0.6 Ga las areniscas y pizarras metamorfoseadas de Malmesbury (negras) alrededor de 0.63 Ga como se ve en el contacto de Sea Point, Ciudad del Cabo, Sud África. Los puntos blancos son cristales de feldespato. Después de enfriarse y levantarse, el granito y la roca metamorfoseada fueron erosionados a una penillanura en la cual el Supe conjunto del Cabo Ordovician fue depositado y ahora forma la Montaña de la Mesa. El contacto del Sea Point se hizo famoso por las observaciones de Charles Darwin publicadas en 1844. Para más información, ver University of Cape Town and the creationist, Tas Walker.



FIGURA 21. Turbiditas del grupo de Onverwacht de 3.3 Ga en la base del cinturón de piedra verde de Barberton, al este de Johannesburgo, Sud África. El curso alternado y los fines sedimentos granulados en la turbidita se considera que fueron depositados rápidamente bajo el agua. (Moyen et al., 2007, p.25, stop 2)



FIGURA 22. Las areniscas y pizarras metamorfoseadas aparecen como esquistos y cuarcitas en un corte de camino en Munal Hills al sureste de Lusaka, Zambia. Esta 1.1 Ga Formación Nega es parte de la zona de pliegues del Zambezi entre los cratones del Congo y el Zimbabue.



Figure 22: Una aproximación a cuarzo en forma de arqueada implica una alta presión que exprimió y apretó las capas sedimentarias. (Johnson, 2007)



FIGURA 23. Piedra verde (roja desgastada) de 3.2 Ga del grupo del Fig Tree en el cinturón de piedra verde de Barberton, al este de Johannesburgo, Sud África. La estructura en forma de salchicha o boudinge (arco) se debe al apriete de las capas durante la alta presión de la metamorfosis. (Moyen et al., 2007, p.56, stop 5.4.c)

Numerosas estructuras de impacto se encuentran en el Precámbrico, tales como el gran Domo Vredefort (Fig.24) en Sud África, formado en 2 Ga y la estructura Sudbury en Ontario, Canadá, formado por un bólido de 10-15 km, en 1.8 Ga. En muchos lugares existe una inconsistencia entre las rocas Precámbricas y los sedimentos Cámbricos con fósiles por sobre ellas, e.g., en Colorado Springs (Fig. 25). Sin embargo, en algunos pocos lugares la inconsistencia en el registro sedimentario puede faltar, e.g., en Marruecos (Schmitt, 1978) y Terranova (Hutchinson, 1962; Narbonne et al., 1987; Brasier et al., 1994).



FIGURA 23. Piedra verde (roja desgastada) de 3.2 Ga del grupo del Fig Tree en el cinturón de piedra verde de Barberton, al este de Johannesburgo, Sud África. La estructura en forma de salchicha o boudinge (arco) se debe al apriete de las capas durante la alta presión de la metamorfosis. (Moyen et al., 2007, p.56, stop 5.4.c)

Numerosas estructuras de impacto se encuentran en el Precámbrico, tales como el gran Domo Vredefort (Fig.24) en Sud África, formado en 2 Ga y la estructura Sudbury en Ontario, Canadá, formado por un bólido de 10-15 km, en 1.8 Ga. En muchos lugares existe una inconsistencia entre la rocas Precámbricas y los sedimentos Cambrianos con fósiles por sobre ellas, e.g., en Colorado Springs (Fig. 25). Sin embargo, en algunos pocos lugares la inconsistencia en el registro sedimentario puede faltar, e.g., en Marruecos (Schmitt, 1978) y Terranova (Hutchinson, 1962; Narbonne et al., 1987; Brasier et al., 1994).

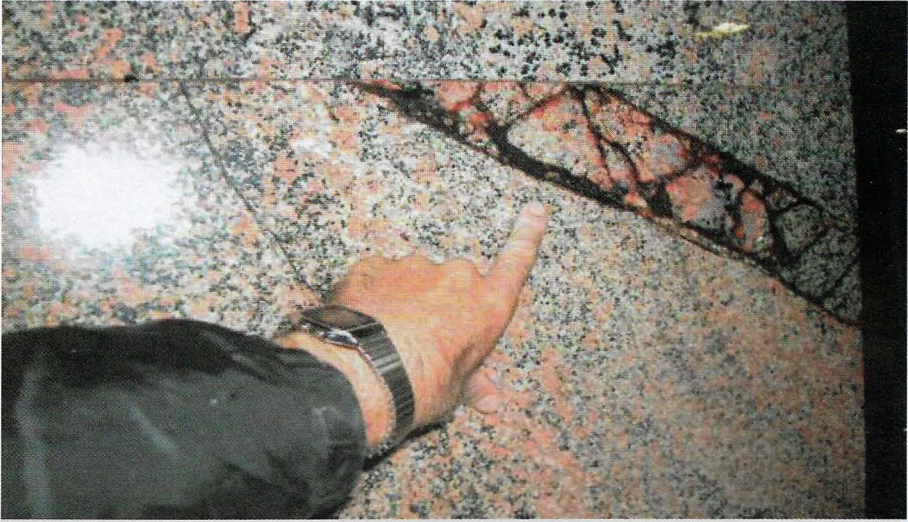


FIGURA 24. Fractura llena con pseudotaquilita en una losa de 3.3 Ga el Granito Vredefort en uno de los pilares del aeropuerto de Johannesburgo, Sud África. La fractura es interpretada como el resultado de un catastrófico impacto de un meteorito que fragmento el granito, haciendo fluido brevemente parte de la roca antes de solidificar a la pseudotaquilita en la matriz negra. El 2 Ga impacto del meteorito es el más antiguo que se preserva de tal estructura en la Tierra. El meteorito de entre 10-15 km de largo formó un cráter de unos 250-300 km de ancho y de 5 km de profundidad causando un evento sísmico de magnitud 14. Hoy día el Domo Vredefort Dome a unos 120 km al sureste de Johannesburgo es una cadena semicircular de Colinas de alrededor de unos 80 km de diámetro que sobrepasan en unos 20 km las capas de las rocas. (McCarthy and Rubidge, 2005, p.132)



FIGURA 25. El contacto incomodo (arco) entre la 1.1 Ga granito del Pico Pike abajo y la horizontal Cuarcita Cambriana Sawatch arriba, cerca de Colorado Springs, Colorado.

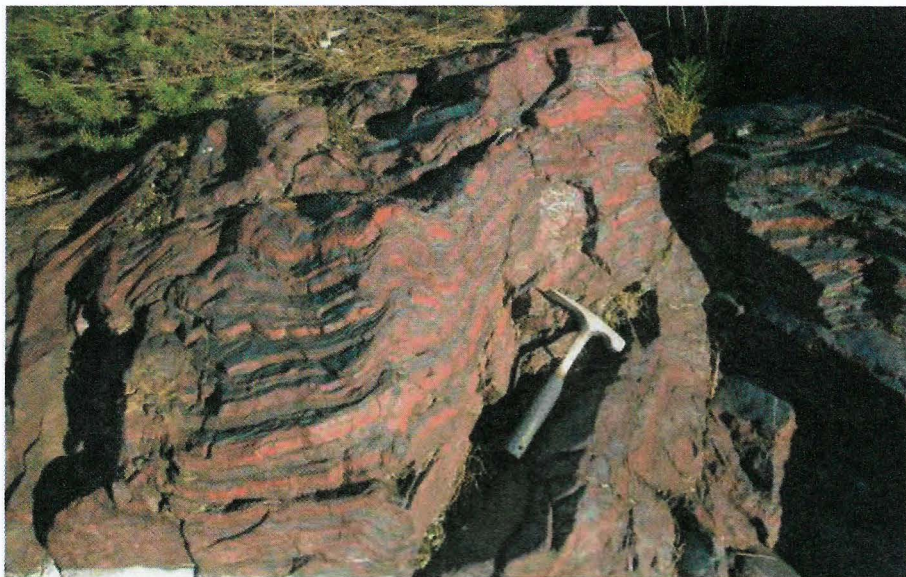


FIGURA 26. Una formación de hierro en bandas (BIF) de la Formación de Hierro Negaunee localizada en Jasper Knob, Ishpeming en el distrito de Marquette en la Península Superior de Michigan. La 2 Ga BIF consiste en bandas plegadas, alternando bandas espejos de hematitas gris (Fe_2O_3) y rojas, de cuarcita manchada de hierro (SiO_2) a menudo llamada Jasperita. Las capas han sido diversamente interpretadas como el resultado de alternar ciclos de las condiciones en los océanos de óxia (oxígeno presente) y anoxia (ausencia de oxígeno) donde el hierro fue oxidado (a Fe^{3+}) y precipitados en forma de capas rojas y entonces no oxidada (permaneciendo como Fe^{2+}) para las capas grises, respectivamente. Uno de las muchas teorías sugiere que la primera bacteria foto sintetizada produjo el oxígeno que oxidó el hierro. BIFs a menudo se extraen de mineral de hierro.



FIGURA 27. Depósito de hierro de Kostomuksha es parte del cinturón de piedra verde de 2.8 Ga cerca del lugar de la Fig. 13. Este depósito consiste de roca volcánica sedimentaria y de esquistos. (Peltonen et al., 2008, p.96, stop 6.7)

FIGURA 28. Estromatolitos de 2.2 Ga Kona Dolomite (una piedra caliza de magnesio) en la ruta US 41 a través del centro de Bienvenida del Estado de Michigan cerca de Marquette en la Península Superior de Michigan. La estratificación de la cúpula es interpretada como el resultado de alfombras pegajosas de partículas sedimentarias de cianobacterias atrapadas en un patrón estacional o como el resultado de inundaciones periódicas.

Un Segundo gran evento de oxidación ocurrió en el Precámbrico tardío, cuando aumentó el oxígeno de 1% a 20%. Esto puede haber sucedido debido a brotes de alga causados por fósforo o reacción entre microbios y minerales arcillosos. La concentración actual de 20% de oxígeno en la atmósfera es ideal: menos no sería suficiente para animales activos y complejos, y más haría difícil mantener el fuego bajo control.

CLIMA

Se encuentran evidencias de eventos de enfriamiento en el Precámbrico en 2.9, 2.4-2.2, y 1.4 Ga, pero la evidencia de glaciación es especialmente prominente cerca del fin, durante lo que es llamado Snowball Earth (Tierra Bola de nieve). Esta evidencia viene de rocas raspadas por movimiento glacial, morrenas de rocas revueltas arrastradas por glaciares, y rocas llamadas tillitas que caen de los glaciares. Un paper trascendental (Hoffman et al., 1998) llamado "Una Tierra Bola de nieve Neoproterozoica" describe tillitas de la Costa Skeleton de Namibia sugiriendo que existieron glaciares al nivel del mar cerca del ecuador, lo cual indicaría que la Tierra completa se habría congelado. Otros han abogado por una versión menos extrema, donde la Tierra no se habría congelado totalmente, dando como resultado una bola de aguanieve en vez de una bola de nieve.

Los eventos de enfriamiento del fin del Precámbrico se consideran parte de un ciclo de enfriamiento/calentamiento resultado de dióxido de carbono inconsistente en la atmósfera. El clima glacial fue resultado de un masivo brote de algas fotosintéticas que sacaron CO_2 del aire y removieron el efecto invernadero. Un aumento de nieve blanca y hielo reflejó el calor del Sol de vuelta al espacio dando una retroalimentación positiva al enfriamiento. El rápido crecimiento de algas concentró carbono ligero isotópico dejando el carbono pesado isotópico para ser incorporado en depósitos de caliza contemporáneos en 0.79-0.74 Ga. Más tarde cuando disminuyó la actividad microbiana, el CO_2 empezó a aumentar en la atmósfera resultando en un efecto invernadero y causando que los isótopos de carbono en la caliza se volvieran más ligeros. Estas calizas depositadas al final del ciclo glacial y por sobre los depósitos glaciales se llaman "cap carbonates" (sedimentos de carbonato). Este ciclo bola de nieve/invernadero probablemente ocurrió tres veces alre-

dedor de la glaciación Sturtian de 0.73 Ga, la glaciación Marinoan de 0.65 Ga, y la glaciación Gaskiers de 0.58 Ga,

VIDA PRECAMBRICA (imágenes y descripciones)

En el modelo científico estándar (Schopf, 1983; Mesler and Cleaves, 2015), los organismos vivientes se desarrollaron en el Arcaico con la primera evidencia de bacteria encontrada alrededor de 3.5 Ga. Es cierto que las bio moléculas complejas son ubicuas y se encuentran en fumarolas calientes bajo el mar, corrientes acidas, piscinas hirviendo, rocas antárticas congeladas, y partículas de polvo estratosféricas. De hecho, la mitad de la biomasa de la Tierra se encuentra millas bajo su superficie. Los componentes de azúcares, aminoácidos, y lípidos pueden formarse fácilmente por radiación ultravioleta o la radiación ionizante violenta de un rayo, o más suaves reacciones de tipo oxidación/reducción. Estos componentes pueden incluso juntarse en macro moléculas. Thomas Gold y otros han sugerido que las bio moléculas de metano y petróleo podrían ser abiogénicas y venir de lo profundo de la tierra, en vez de ser producidos por organismos vivos. Sin embargo, hacer solo moléculas diestras o siniestras es un “desafío abrumador” y desarrollar moléculas que se auto repliquen es el “más grande enigma.” (Hazen, 2012) Se ha sugerido varias veces que las moléculas orgánicas se formaron sobre superficies minerales, o en un mundo lípido, o en un mundo RNA. Aunque muchos escenarios se han sugerido para el desarrollo de la vida a partir de la no-vida, ninguno es muy convincente.

La evidencia más prominente para la vida en el Precámbrico son estromatolitos aparentemente formados a partir de alfombras microbianas. Estas estructuras geológicas concéntricas se interpretan como habiendo sido resultado de organismos unicelulares creciendo en sabanas que atrapan partículas sedimentarias sobre las cuales la próxima alfombra de bacteria crecería. Ejemplos de nuestros días de ellos se encuentran en la Shark Bay, Australia. Ejemplos del Precámbrico se encuentran en el fondo del Gran Cañon (Wise, 2005), en la Península Superior de Michigan (Fig. 28) en el sur de África, y muchos otros lugares.

Evidencia de vida multicelular no se encuentra hasta el final del Precámbrico en el periodo Ediacarano (antes Vendico) 0.640.54 Ga. Fósiles de cuerpos blandos exhibiendo impresiones simétricas se reconocieron de rocas de 0.58 Ga en el Ediacara del sur de Australia. Más impresionantes son los fósiles de la formación Doushantuo de 0.63 Ga del sur de China que exhiben grupos de células que se interpreta son huevos y embriones de animal.

Después del Precámbrico, los organismos vivos se propagaron rápidamente en lo que se llama la explosión Cámbrica de trilobites, almejas, braquiópodos, briozoos, esponjas, corales cuerno, y muchas otras nuevas formas de vida. Se puede ver la capa exacta donde este cambio abrupto del Precámbrico al Cámbrico ocurrió en Marruecos. El Esquisto Burgess, que se hizo famoso gracias al libro de Stephen Jay Gould *Wonderful Life* (Vida Maravillosa) (1990), es otro ejemplo principal de esta explosión de formas de vida.

REFERENCES

1. Andrew P. Barth, Joseph L. Wooden, Drew S. Coleman, and C. Mark Fanning (2000). "Geochronology of the Proterozoic basement of southwestern North America, and the origin and evolution of the Mojave crustal province." *Tectonics*, v.19, n.4, p.616-629.
2. Martin Brasier, John Cowie, and Michael Taylor (1994). "Decision on the Precambrian-Cambrian boundary stratotype." *Episodes*, v.17, n.1&2, p.3-8.
3. J. Fountain (1982). "On the Geology and Structure of the Country around Bulawayo." *Annals of the Zimbabwe Geological Survey*, v.8, p.9-20.
4. Stephen Jay Gould (1990). *Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History*. W. W. Norton.
5. 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>
6. Paul F. Hoffman, Alan J. Kaufman, Galen P. Halverson, and Daniel P. Schrag (1998). "A Neoproterozoic Snowball Earth." *Science*, v.281, n.5381, p.1342-1346, 28 Aug.
7. D. Hutchinson (1962). *Cambrian Stratigraphy and Trilobite Faunas of Southeastern Newfoundland*. Geological Survey of Canada, Bulletin 88.
8. Valdecir Janasi, Silvio R. F. Vlach, Mario da Costa Campos Neto, and Horstpeter H. G. J. Ulbrich (2009). "Associated A-type subalkaline and high-K calc-alkaline granites in the Itu Granite Province, southeastern Brazil: petrological and Tectonic significance." *Canadian Mineralogist*, v.47, n.6, p.1505-1526.
9. P. Johnson, B. De Waele, D. Evans, W. Banda, F. Tembo, J. A. Milton, and K. Tani (2007). "Geochronology of the Zambezi Supracrustal Sequence, Southern Zambia: A Record of Neoproterozoic Divergent Processes along the southern Margin of the Congo Craton." *Journal of Geology*, v.115, p.355-374.
10. Yong-Joo Jwa (2005). "Possible source rocks of Mesozoic granites in South Korea: implications for crustal evolution in NE Asia. IN: S. Ishihara, W. E. Stephens, S. L. Harley, M. Arima, and T. Nakajima, eds., Fifth Hutton symposium: the origin of granites and related rocks: *Geological Society of America Special Paper* 389, p. 181-198.
11. Alex Kisters, Charlie Hoffmann, and Rob Ward (2007). "FT1 Pre-conference field trip to the Pan-African granites of the Damara Belt, Namibia." 6th International Hutton Symposium on the origin of granites and related rocks, 24-29 June 2007, 51p.
12. S. Lovering and Ogden Tweto (1953). *Geology and Ore Deposits of the Boulder County Tungsten District, Colorado*. U. G. Geological Survey Professional Paper 245.
13. Vincent Matthews, Katie KellerLynn, and Betty Fox, eds. (2009). *Messages in Stone: Colorado's Colorful Geology*. Colorado Geological Survey.
14. Terence McCarthy and Bruce Rubidge (2005). *The Story of Earth & Life: A southern African perspective on a 4.6-billion-year journey*. Struik Publishers, a division of New Holland.
15. Bill Mesler and H. James Cleaves II (2015). *A Brief History of Creation: Science and the Search*

for the Origin of Life. W. W. Norton.

16. Jean-François Moyen, Gary Stevens, and Alex Kisters (2007). "FT2 Post-conference field trip to the Mesoarchaean Barberton Granite-Greenstone terrain." 6th International Hutton Symposium on the origin of granites and related rocks, 7-12 July 2007, 168p.
 17. Guy M. Narbonne, Paul M. Myrow, Ed Landing, and Michael M. Anderson (1987). "A candidate stratotype for the Precambrian-Cambrian boundary, Fortune Head, Burin Peninsula, southeastern Newfoundland." *Canadian Journal of Earth Sciences*, v.24, n.7, p.1277-1293, 10.1139/e87-124.
 18. Petri Peltonen, Pentti Hölttä, and Alexander Slabunov (2008). "Karelian Craton transect (Finland, Russia): Precambrian greenstone belts, ophiolites and eclogites." 33rd International Geological Congress excursion No 18, July 28 – August 4, 2008, 131p.
 19. William Schopf, ed. (1983). *Earth's Earliest Biosphere: Its Origin and Evolution*. Princeton University Press.
 20. Thomas Schlüter (2008). *Geological Atlas of Africa*. Springer.
 21. Schmitt (1978). "Stromatolites from the Tiout Section, Precambrian-Cambrian boundary beds, Anti-Atlas, Morocco." *Geological Magazine*, v.115, p.95-100, March.
 22. Andrew A. Snelling (2010). "The Geology of Israel within the Biblical Creation-Flood Framework of History: 1. The pre-Flood Rocks." *Answers Research Journal*, v.3, p.165-190.
- Kurt P. Wise and Andrew A. Snelling (2005). "A Note on the Pre-Flood/Flood Boundary in the Grand Canyon." *Origins*, n.58, p.7-29.