

**D**espués de escuchar cálculos acerca de la edad de la tierra que oscilan entre 6.000 y más de 4.000 millones de años, puedes haberte preguntado: “¿Qué relación existe entre la edad de la tierra y la vida y mis convicciones religiosas?” Efectivamente, hay una relación entre ambas pues lo que crees sobre este asunto refleja tu percepción de la confianza que se puede tener en la Biblia. También hacen una diferencia importante en la forma en que interpretas las hipótesis formuladas por la ciencia y la información que se da en la Biblia.

Como cristianos creyentes en la Biblia, aceptamos como un hecho que Dios creó el planeta Tierra y siendo seres inteligentes, luchamos para entender la creación de Dios usando las herramientas analíticas ofrecidas por la ciencia humana. Uno de los métodos más ampliamente usados para calcular la edad de nuestro planeta es el de la datación radioactiva, el cual se basa en el análisis de la radioactividad en la materia. En este artículo exploraremos lo que la datación radioactiva nos puede decir acerca de la edad de la tierra y de nuestro sistema solar, y las implicaciones que trae aparejada sobre nuestra interpretación del relato bíblico de la creación.

### Una breve historia

El estudio de la desintegración radioactiva (la descomposición natural y espontánea de los átomos) comenzó hace menos de un siglo. En 1896, el físico francés Henri Becquerel informó a la Academia de Ciencias de París acerca de la desintegración radioactiva en el uranio. Ya en 1904 Lord Ernest Rutherford reconoció la posibilidad de observar la desintegración radioactiva para determinar el paso del tiempo. Dos años más tarde, Rutherford y Soddy calcularon que la edad de una muestra de uranio encontrada en el Estado de Connecticut, Estados Unidos, era de 550 millones de años.

A pesar de que sus primeras aplicaciones eran prometedoras, la datación radiométrica no fue explotada plenamente hasta muchos años más tarde. La mayor actividad radiocronológica se llevó a cabo después de la Segunda Guerra mundial. El famoso libro de W. J. Libby, *Datación radiocarbónica*, fue publicado hace un poco más de 30 años. Por lo tanto, como un elemento científico relativamente nuevo, la datación radiométrica todavía plantea muchas preguntas sin contestar.

### Definición

Para tratar la pregunta que hemos planteado al comienzo, es necesario que estemos familiarizados, aunque sea superficialmente, con el proceso de desintegración radioactiva que se estudia para determinar la edad radiométrica. En pocas

palabras, la datación radiométrica trata de establecer la edad de la materia basada en la relación de isótopos “padres” e isótopos “hijos” y la constancia de los índices de desintegración de isótopos radioactivos presentes en ella. (Algunos autores utilizan la designación de elemento radiogénico para referirse a un elemento originado por otro elemento padre radioactivo desintegrado). Los isótopos son dos o más átomos cuyos

# El Génesis y la Edad de la Tierra

## *Qué nos dice la datación radiométrica*

núcleos tienen el mismo número de protones pero un número diferente de neutrones. Los núcleos atómicos de los isótopos radioactivos son inestables. Al cambiar a una configuración más estable, los núcleos se libran de partículas subatómicas, diferentes elementos y exceso de energía. Este proceso es conocido como descomposición o desintegración. Al continuar la desintegración radioactiva, el material radioactivo padre (como por ejemplo el uranio) es transformado en productos hijos más o menos estables (como el torio, etc.). Este proceso continúa hasta que se logra un producto hijo estable (en el caso del uranio, es el plomo).

El tiempo requerido para la desintegración de la mitad del material padre original es conocido como “vida media” de un isótopo. Estas vidas medias van desde las que son demasiado cortas para ser medidas (menos de 0,000.000.001 segundos) hasta las que son extremadamente largas (más de

Clyde L.  
Webster, Jr.

1.000 millones de años). Se supone que un isótopo radioactivo dado tiene una edad infinita después de pasar de 7 a 10 vidas medias, porque después de este punto es estadísticamente imposible detectar con precisión la presencia del isótopo padre. Un objeto infinitamente viejo con respecto a todos los isótopos no presentaría ninguna evidencia de radioactividad, porque los isótopos radioactivos se habrían desintegrado completamente en productos hijos estables. Aunque se usa y acepta ampliamente la datación radiométrica, está lejos de estar libre de problemas, como veremos a continuación.

### Nuestro sistema solar

El hecho de que encontramos isótopos radioactivos presentes en los materiales de la Tierra, la Luna y los meteoritos, sugiere con vehemencia que nuestro sistema solar tiene una edad finita. ¿Se puede calcular esta edad? Se podría obtener una edad mínima y máxima probable para la formación de nuestro sistema solar por medio de un análisis de la proporción de isótopos radioactivos, la relación de isótopos padre e hijo, e isótopos radioactivos ausentes. Por ejemplo, el uranio-238 tiene una vida media de 4.000.000.047 de años. Observando la limitación mencionada anteriormente, que no permite cálculos cronológicos más allá de 7-10 "vidas medias", podríamos concluir que la presencia de uranio-238 en el sistema solar implica una edad máxima de alrededor de 45 mil millones de años para su consolidación. Podría refinarse aún más esta cifra analizando la relación uranio-235:uranio-238, que implica una edad máxima de alrededor de 5.000 millones de años.

Se puede obtener una edad mínima para la consolidación del sistema solar por medio del mismo método de análisis de la relación padre-hijo y prestando atención a los casos en los que se encuentran isótopos hijos con definida ausencia de isótopos padres. Por ejemplo, el samario-146, con una vida media de alrededor de 100 millones de años, no se encuentra en depósitos naturales. Sin embargo, está presente su producto hijo estable, neodimio-142. Por lo tanto, un cálculo de 10 vidas medias establecería una edad mínima para la consolidación de aproximadamente de 1.000 millones de años. Este proceso nos lleva a la interesante conclusión de que la edad radiométrica de los planetas, lunas y meteoritos de nuestro sistema solar podría variar entre 1-5 mil millones de años.

### Diferentes técnicas

Para medir la relación padre:hijo de diferentes elementos encontrados en una muestra, se usa una variedad de técnicas radiométricas como, por ejemplo, potasio-argón, rubidio-estroncio, entre otros. Esta variedad de técnicas permite que los científicos interpreten la edad aproximada en la cual un espécimen experimentó eventos importantes tales como su formación elemental (nucleogénesis), solidificación, calentamiento, refundición, golpes, mezcla con otros materiales, exposición al agua o a la radiación de alta energía.

Los investigadores que llevan a cabo más de una medición de edad radiométrica en una muestra dada no se sorprenden cuando las edades resultantes están en desacuerdo. Esta discrepancia implica que la muestra bajo estudio pudo haber experimentado más de un evento que alteró su edad. Estos eventos afectaron de diferentes maneras a los distintos isótopos de la muestra. Las discrepancias pueden proveer una comprensión útil acerca de la datación de los eventos que ha experimentado la muestra.

En muchos casos, las técnicas de datación radiométrica química y físicamente independientes coincidirán. Estas edades concordantes a menudo señalan eventos físicamente significativos y no se las puede descartar fácilmente. Un evento tal es la concordancia que se observa entre las numerosas determinaciones de edad radiométrica para la consolidación de nuestro sistema solar. Sin embargo, antes de que podamos establecer la edad de nuestro sistema solar, es crucial notar que la concordancia de edades radiométricas no implica automáticamente una correspondencia directa entre la edad radiométrica y el tiempo real.

### Edad radiométrica y tiempo real

Puede suponerse que la edad radiométrica y cronológica son equivalentes solamente si se cumplen los siguientes criterios:

1. Las condiciones iniciales se especifican con un alto grado de precisión. En otras palabras, se debe saber con toda exactitud si hubo presente inicialmente cualquier producto radioactivo padre o hijo.
2. Las constantes de desintegración radioactiva bajo estudio han permanecido inalterables durante la existencia de la composición mineral.
3. La muestra ha permanecido como una muestra cerrada. En otras palabras, la muestra ha sido aislada química y físicamente desde su mineralización.

### Reajustando los relojes

Es importante que comprendamos que el clima académico en el cual se desarrollaron las técnicas de datación radiométrica presuponía largos períodos de tiempo para el desarrollo de las formas de vida a través de la evolución, lo cual promovió la búsqueda de tales períodos.

Esta corriente de pensamiento produjo también una suposición ingenua e injustificada: que los "relojes" radiométricos de la materia se reajustan a cero cuando se mueve la materia debido a la acción ígnea o sedimentaria (por ejemplo, los flujos de lava y los depósitos fluviales, respectivamente) más bien que la retención parcial o total de su "información de edad" durante su transporte.

En el proceso de fosilización (cuando el material de una forma orgánica, tal como una planta o animal, es reemplazado por un material mineral) la hipótesis de puesta a cero sugiere que la edad radiométrica del material mineral en el fósil o sus alrededores es también la edad real mínima del fósil. El apoyo inadecuado de tal aplicación de la hipótesis de puesta a cero podría describirse como si apoyara una "broma de cementerio", pues se asemejaría al intento de una persona de calcular la edad de un cadáver enterrado verificando la edad de la capa de suelo de encima y de debajo del ataúd en vez de leer la lápida. No debiéramos decir que cualquier individuo que use la hipótesis de puesta a cero apoya esta "broma de cementerio", sino más bien considerar que tales ejemplos dan énfasis a un concepto importante que generalmente es pasado por alto. Expresándolo en forma simple, no podemos esperar que las edades radiométricas de los componentes minerales del suelo en un cementerio establezcan necesariamente la edad de los ocupantes de las tumbas.

Mientras las abundantes evidencias apoyan la hipótesis de puesta a cero de varios sistemas de cronómetro radiométrico durante el transporte ígneo o metamorfosis de minerales, lo que no se publicita tan profusamente es que la literatura científica también certifica la herencia de características de edades radiométricas previamente establecidas durante el proceso de transporte metamórfico e ígneo. En algunas situaciones, las características de edad, medidas independientemente, han sobrevivido eventos volcánicos. La supervivencia de tales características de edad, puede estar en cualquier punto entre presente en su totalidad o totalmente ausente. Veamos algunas ilustraciones.

La edad de potasio-argón (K-Ar) de una corriente volcánica del monte Rangitoto en Auckland, Nueva Zelanda, se calcula de 485.000 años. Sin embargo, esta erupción destruyó un bosque cuyos árboles tienen una fecha de carbono-14 ¡menor de 300 años!

## Edades

© Néstor Rasi, Buenos Aires, Argentina



Las rocas de lava del monte Capulín, en el noreste de Nuevo México, Estados Unidos, tienen alrededor de cuatro veces tanto del producto hijo radiogénico argón-40 del que se esperaba que se hubiera acumulado durante la edad de esta roca. Además, si la roca fuera tan vieja como su edad radiométrica determinada, ¿debería ser de potasio puro!<sup>2</sup> Se han informado también otras incongruencias.<sup>3</sup>

En 1976 se informó que algunos sedimentos recientemente depositados en el fondo del Mar de Ross, en la Antártica, mostraban una edad de rubidio-estroncio (Rb/Sr) de 250 millones de años en lugar de la edad cero que podría anticiparse debido al origen reciente de los depósitos sedimentarios. Un estudio adicional reveló que las dos áreas de origen de los sedimentos para el Mar de Ross, las montañas trans-antárticas y las montañas antárticas del oeste, tenían edades de Rb/Sr de 450-470 millones de años y 75-175 millones de años respectivamente.<sup>4</sup> Puede verse fácilmente que los sedimentos del Mar de Ross no experimentaron la hipotética puesta del reloj a cero, sino que son una mezcla de las características radiométricas de las áreas de origen.

Las edades radiométricas mayores que las esperadas se atribuyen a varios factores, como ser: un incompleto reajuste del reloj radiométrico en la formación del mineral, una eliminación parcial del isótopo padre o una infusión del isótopo hijo después de la formación del mineral. Por otro lado, las edades radiométricas menores que las esperadas son atribuidas a la eliminación parcial del isótopo hijo después de la formación del mineral o a una infusión del isótopo padre.

Esta clase de ilustraciones son numerosas; pero creo que prueban mi argumento: cuando tratamos principalmente con materiales sedimentarios, y con fósiles en particular, parece muy probable que las edades radiométricas representan más razonablemente las características iniciales del material de origen en el cual los

organismos fueron enterrados que el momento de su entierro.

Ahora que hemos determinado que los fósiles no comparten necesariamente la misma edad radiométrica que la roca circundante, enfrentamos el desafío restante de determinar el significado de las características radiométricas. Ten en cuenta que estas características no solamente representan las características radiométricas iniciales de la materia analizada sino también cualquier cambio que se haya producido por calor, agua, etc., durante el proceso de reubicación. De acuerdo con Génesis 1, 7 y 8 nuestro planeta ha experimentado tres modificaciones mayores que debiera esperarse hayan alterado las características de muchas formaciones minerales en la corteza terrestre. Estas modificaciones son la aparición de continentes y cuencas oceánicas en el tercer día de la semana de la creación, el subsecuente desgaste por acción atmosférica de la corteza y la reducción del relieve topográfico hasta que el planeta fue cubierto completamente por agua otra vez (en el diluvio de Noé), y la reaparición de continentes y cuencas oceánicas después del diluvio. Cada una de estas modificaciones, y particularmente los efectos combinados de las tres, traen aparejadas severas complicaciones en la interpretación de la información radiométrica para muchos de los especímenes minerales disponibles para nuestro estudio.

### Cómo reconciliar la información

En este breve estudio nos hemos limitado a la información de la edad radiométrica para minerales inorgánicos, especialmente los asociados con fósiles. Para acomodar esta información a la información cronológica presentada en las Escrituras,<sup>5</sup> se

puede adoptar una de estas tres actitudes:

1. Ignorar cualquier información provista por las técnicas radiométricas.
2. Suponer que la Tierra, la Luna y las estrellas tienen una edad de solamente miles de años y que la información radiométrica observada hoy es el resultado de procesos que no son completamente comprendidos. (Algunos sugieren que la Tierra fue creada con edad aparente.
3. Suponer que las actividades de una semana de creación reciente (miles, no millones de años atrás) utilizó grandes cantidades de materia inorgánica elemental que había sido creada previamente, hace alrededor de 4.56 mil millones de años.

El primer enfoque no justifica ser considerado porque se elimina por sí mismo.

### ¿Edad real o aparente?

El segundo enfoque es seguido por muchos cuyas convicciones concernientes a la interpretación bíblica de la creación no permiten una edad de 4.5 mil millones de años para ninguna materia inorgánica encontrada en el sistema solar. Este enfoque supone que lo que la mayoría cree que son rasgos radiométricos de largo alcance fueron introducidos en la materia inorgánica en una creación reciente por razones desconocidas. Algunos interpretan estos rasgos de largo alcance como "edad aparente".

La base más fuerte para este enfoque proviene del relato de Génesis en cuanto al

cuarto día de la semana de la creación, el cual puede usarse para apoyar la suposición de que el Sol, la Luna y las estrellas fueron traídos a la existencia en ese día. Sin embargo, este enfoque acarrea algunos problemas potenciales.

Si el Sol, la Luna y las estrellas fueron creados en el cuarto día hace unos pocos miles de años, entonces Dios también creó las ondas de luz en tránsito, haciendo que ellas aparezcan como si se hubieran originado en diversas estrellas hace muchos millones de años. Las estrellas también tuvieron que ser creadas en varios estados de madurez, desde agujeros negros, o gigantescas estrellas rojas hasta estrellas enanas blancas. Sumado a esto, la nova y supernova tal como SN1987A,<sup>6</sup> y otros eventos que parecen haber tenido lugar hace cientos de miles de años, de acuerdo con la información transmitida por la vía de ondas de luz, son meramente ilusiones superpuestas a las ondas de luz.

La edad aparente de la materia inorgánica o los diversos estados de madurez de una estrella pueden ser considerados como simples manifestaciones del poder creativo de Dios. Sin embargo, la creación de ondas de luz aparentemente en tránsito durante millones de años y llevando la evidencia de una supernova que en realidad no tuvo lugar parece ser ilusoria y objetable, porque ello implicaría que Dios es deshonesto. ¿Por qué fabricaría el Creador evidencias de eventos que no ocurrieron o por qué consideraría necesario cambiar las leyes que gobiernan la velocidad de la luz?

## Una interpretación más amplia

La diferencia entre la segunda y tercera opciones presentadas anteriormente depende de la amplitud de la interpretación de Génesis 1:1-3 que uno tenga:

"1. En el principio creó Dios los cielos y la tierra. 2. Y la tierra estaba desordenada y vacía, y las tinieblas estaban sobre la faz del abismo, y el Espíritu de Dios se movía sobre la faz de las aguas. 3. Y dijo Dios: Sea la luz; y fue la luz".

Parecería que el primer día de la semana de la creación comienza en realidad con el versículo 3.

El tercer enfoque supone que existía materia inorgánica elemental en nuestro planeta antes de la creación de la vida. El razonamiento es el siguiente: El versículo 1 identifica a Dios como el Creador sin tener en

cuenta cuándo tuvo lugar el proceso de creación. El versículo 2 identifica a la tierra antes de la semana de la creación como desordenada (es decir, sin organización específica) y vacía (es decir, no habitada).

Además, no hay referencia en las Escrituras dentro de la semana de la creación que se refiera a la creación del agua o de los componentes minerales de la tierra seca. La única referencia hecha a su creación es "en el principio". Parece posible, entonces, que la materia inorgánica elemental no está restringida por una edad limitada en la misma manera como lo está la materia viviente.

Tanto el segundo como el tercer enfoque sugieren con vehemencia que la edad radiométrica asignada a los minerales inorgánicos asociados con un fósil es más un reflejo de las características del material de origen que una indicación de la edad del fósil; sin embargo, en el segundo enfoque esto permanece discutible debido a que toda edad es aparente.

## Ciencia y fe

Si la ciencia sostiene una hipótesis particular y la Escritura la permite, pareciera razonable aceptar dicha posición. Aunque este enfoque minimiza los conflictos entre las interpretaciones científicas y las bíblicas, no da respuesta a todas las preguntas. Hay puntos que requieren más que una pequeña medida de fe.

Debemos tener presente que no existe una manera directa de pasar de las informaciones radiométricas al fiat creador de la materia viviente dentro de los últimos 10.000 años y un diluvio universal de hace aproximadamente 5.000 años. Estos son conceptos religiosos aceptados sobre la base de la fe de la misma forma como lo es la salvación.

Mediante una combinación apropiada de este punto de vista de la fe y la ciencia es posible obtener una comprensión más completa de Dios, nuestro Creador y Sustentador. Al tratar de armonizar el carácter de Dios tal como está revelado en las Escrituras y en la naturaleza, debemos buscar un modelo que sea consistente con ambas fuentes de información. El tercer enfoque, mencionado anteriormente, comienza a satisfacer estos requerimientos. Y en donde no encontramos esta consistencia, necesitamos buscar una mejor comprensión de ambas fuentes de revelación (naturaleza y Escritura), pidiendo la ayuda del Espíritu Santo en nuestra investigación.

La datación radiométrica es una ciencia interpretativa, pues no se conocen ni se entienden completamente los complejos procesos químicos y físicos que tienen lugar dentro del manto y la corteza terrestres. Esto es especialmente cierto cuando se consideran

los parámetros de isótopos radioactivos. Si a esta falta de certeza le añadimos el hecho de que muchas veces las edades radiométricas están en desacuerdo, parecería lógico, casi ineludible, considerar seriamente otras fuentes de información para determinar el tiempo de la creación. Para el investigador científico cristiano, esa fuente primaria la constituyen las Sagradas Escrituras. □

Clyde L. Webster, Jr. (Ph.D., Colorado State University) es un científico del Geoscience Research Institute, Loma Linda University, Loma Linda, California 92350; EE.UU. de N.A.

## Notas y Referencias

1. I. McDougal et al., "Excess Radiogenic Argon in Young Subaerial Basalts from Auckland Volcanic Field, New Zealand," *Geochimica et Cosmochimica Acta* 33 (1969), pp. 1485-1520.
2. E. W. Henneke y O. K. Manuel, "Nobel Gases in Lava Rock from Mount Capulin, New Mexico," *Nature* 256 (1975), pp. 284-287.
3. Un pozo de petróleo en el suroeste de Louisiana (EE.UU. de N.A.) que fue taladrado en formaciones que tienen una edad geológica convencional en el período de 5-25 millones de años (Mioceno) produjo cortes de perforación de esquisto a un nivel de alrededor de 1.730 metros, que tiene una edad de K-Ar de 254 millones de años. Cuando los cortes de esquisto fueron molidos y tamizados al tamaño de partículas componentes, el promedio de edad de K-Ar fue de 164 millones de años para las partículas cuyo diámetro era menor que medio micrón, 312 millones de años para las partículas cuyo diámetro oscilaba entre medio a dos micrones, y 358 millones de años para las partículas cuyo diámetro era mayor que 10 micrones. (Ver E. A. Perry, "Diagenesis and K-Ar Dating of Shales and Clay Minerals," *Geological Society of America Bulletin*, 85 [1974], pp. 827-830). Es evidente que la mayor relación de superficie a volumen para las partículas más pequeñas favorece la pérdida de difusión del argón-40 que fue heredado de las fuentes de este esquisto. (La pérdida de argón dio como resultado edades menores). Las características de edad radiométrica de los sedimentos en los cuales fue taladrado este pozo reflejan las características de la edad radiométrica de las áreas de origen drenadas por los sistemas de los ríos Missouri y Ohio, y no el tiempo de asentamiento del sedimento.
4. Nelson R. Schaffer y Gunter Faure, "Regional Variation of Sr-87/Sr-86 Ratios and Mineral Compositions of Sediment from the Ross Sea, Antarctica," *Geological Society of America Bulletin* 87 (1976), pp. 1491-1500.
5. Estos conceptos fueron propuestos originalmente por Robert H. Brown, ex director del Geoscience Research Institute.
6. Kenneth Brecher, "Fascinating Supernova," *Physics Today* 41 (1988), pp. S-7 to S-9.

## Lectura adicional

R. H. Brown, "Geo and Cosmic Chronology," *Origins*, 8:1 (1981), pp. 20-45.