

FUNDAMENTOS CONCEPTUALES Y DIDÁCTICOS

LA EDAD DE LA TIERRA Y OTRAS COSAS POR EL ESTILO

The age of the earth and all that

Cándido Manuel García Cruz (*)

RESUMEN

Frente a la concepción científica de la edad de la Tierra, se analizan algunas cronologías, como la hindú y la bíblica, haciendo algunas consideraciones sobre la contribución de James Ussher a la datación de la creación, más como auténtico erudito y estudioso de la historia y de la numerología, que como simple visionario. Se hacen también diversas sugerencias didácticas sobre el uso de algunas cronologías en el aula.

ABSTRACT

As contrasted with the scientific conception of the age of the Earth, some chronologies, such as both the Hindu and the Biblical one, are analysed. Some considerations on the contribution of James Ussher to the datation of the creation are done. This author is regarded as an authentic erudite and studious of history and numerology rather than a mere visionary. Several didactic suggestions about the use of some chronologies are also done.

Palabras clave: edad de la Tierra, James Ussher, historia de la ciencia.

Keywords: age of the Earth, James Ussher, science history.

IN PRINCIPIO creavit DEUS Coelum & Terram [Genes. I, 1] quod temporis principium (juxta nostram Chronologiam) incidit in noctis illius initium, quae XXIII, diem Octobris praecessit, in anno Periodi Julianae 710.

JACOBO USSERIO ARMACHANO
Annales Veteris Testamenti (1650), p. 1.

INTRODUCCIÓN

El que la Tierra tiene una antigüedad de unos 4.600 Ma es algo que, hoy en día, ningún científico que se precie se atreve a poner en duda. Este dato, enmarcado en el *hecho* del tiempo geológico, está perfectamente documentado sobre la base de la física de los radioisótopos, y ha sido a lo largo de muchas décadas –y continúa siéndolo– contrastado y revisado periódicamente. Sin embargo, el camino que condujo a su aceptación conceptual fue muy difícil. Esto hizo que se convirtiera en uno de los grandes obstáculos epistemológicos para las Ciencias de la Tierra y también para algunos aspectos de la Biología, en concreto para el proceso evolutivo (García Cruz, 1998; Pedrinaci, 1992, 1993). Su elaboración, principalmente a partir del siglo XVIII y durante ciento cincuenta años, constituyó una de las más interesantes controversias científicas, no sólo geológicas, cuya trascendencia ha sido muy bien estudiada (Badash, 1989; Brush, 1996; Burchfield, 1975; Dalrymple, 1991; Eicher, 1968; Gould, 1987; Hallam, 1983, 1988; Hetch y Scotese, 1995; Rossi, 1979; Thackray, 1981; Toulmin y Goodfield, 1965).

Lo que nos proponemos en este trabajo es efectuar una aproximación cultural a diversas cuestiones clásicas sobre la edad de la Tierra, *sin mirar por encima del hombro* con nuestras dataciones absolutas a algunas de las ideas que van a ser analizadas.

En primer lugar, se comentará brevemente la cronología hindú: por poco que nos asomemos a ella conscientemente, percibiremos el mismo *vértigo* del tiempo profundo que empezó a sentir al menos la ciencia occidental después de James Hutton, a finales del s. XVIII.

Se analizará, a continuación, los trabajos de James Ussher sobre la fecha de la creación, enmarcándolos dentro de una época que empezaba a despartar de la *oscuridad intelectual* de los siglos precedentes, y en la que la erudición seguía estando ligada en la mayoría de los casos al literalismo bíblico, o como mucho al deísmo.

Por último, plantearemos algunas sugerencias para tratar éstas y otras cronologías en el aula.

(*) Dpto. de Ciencias de la Naturaleza (Biología y Geología), I.E.S. Mencey Acaymo, 38500 Güítmar, Tenerife.
E-mail: cmgct@correo.rcanaria.es.

LA EDAD DE LA TIERRA Y LA TRADICIÓN HINDÚ.

Una de las concepciones del tiempo que nos parecen más interesantes (y también más complejas) es la de la tradición *veda*. Su relación con el mito del eterno retorno y la adaptación de éste por parte de James Hutton a finales del siglo XVIII a su filosofía geológica, nos obligan a reparar en la tradición hindú, aunque sea de una forma muy simplificada.

Para los vedas, el tiempo es cíclico y por lo tanto eterno (Franz, 1978; Jaki, 1974; Kapur, 1990). Representa el ritmo cósmico de destrucción-reconstrucción del universo, y está, además, íntimamente relacionado con las divinidades. El *Rig Veda*, por ejemplo, posee 10.800 versos de 40 sílabas cada uno, lo que da una cifra total de 432.000 sílabas. Este número es precisamente el que corresponde en duración a la época *kali*, que comprende 432.000 años. La difusión de estas tradiciones cosmológicas hindúes en la cultura greco-latina se hace evidente en algunos autores, como por ejemplo en Heráclito, que hizo referencia a la existencia de un “*gran año*” de 10.800 años (Kirk, 1954), y también en la astronomía babilonia difundida por Flavio Josefo a través de su traducción de la obra de Beroso, para el que existía un “*año cósmico*” de 432.000 años.

Vamos a adentrarnos ahora, *simplificando* los cálculos numerológicos, en el tiempo cósmico hindú. Éste está representado por *kalpa*, que equivale a “un día en la vida de Brahma”, y posee una duración de *4.294,1 Ma!*. Aunque no se corresponde exactamente con la duración del tiempo geológico, su similitud es evidente. Un *kalpa* se divide en 14 *manvantaras* (o períodos de Manu, cada uno de los catorce progenitores de la humanidad), que constituyen porciones de 306.720.000 años. El gran año veda o *mahayuga* (del que existen 1.000 en cada *kalpa*, y 71 en cada *manvantara*) está formado por 12.000 años *divinos* que abarcan a su vez 360 años *corrientes*. Cada *mahayuga* consta, pues, de (12.000x360) 4.320.000 años, y contiene cuatro *yugas* o épocas, de duración diferente pero siempre en función de la primera de ellas: la ya mencionada *kali* (432.000 años), *dwapara* (864.000 años = 2 *kali*), *treta* (1.296.000 años = 3 *kali*) y *krita* (1.728.000 años = 4 *kali*). En el orden inverso, estas épocas representan fases cíclicas en decadencia progresiva que van desde la máxima perfección (*krita*) hasta la destrucción (*kali*) del universo mediante la “gran disolución”.

El “presente actual” es una época *kali* (*kali-yuga*) y por lo tanto de destrucción. Está dentro del quincuagésimo segundo siglo del vigesimotavo *mahayuga* del séptimo *manvantara*. Desde la creación, pues, la edad de la Tierra de acuerdo con la cronología hindú se calcula de la siguiente forma:

• 6 <i>manvantaras</i> (6x306.720.000)	1.840.320.000 años
• del 7° <i>manvantara</i> :	
27 <i>mahayugas</i> (27x4.320.000)	116.640.000 “
• del 28° <i>mahayuga</i> :	
1 <i>krita</i> (1.728.000)	1.728.000 “
1 <i>treta</i> (1.296.000)	1.296.000 “
1 <i>dwapara</i> (864.000)	864.000 “
• del <i>kali</i> : 52° siglo (5102 = 2000 d.C.)	5.102 “
<hr/>	
Total	1.960.853.102 años

Aproximación geológica

Un tiempo como el de la tradición veda, en cuanto a su inmensidad y a su carácter cíclico, se puede encontrar reflejado en diferentes aspectos geológicos de pensadores del Siglo de las Luces. Éstos eran en realidad herederos de tradiciones culturales muy antiguas.

Así, por ejemplo, una cifra muy similar a la de los hindúes, del orden de 2.000 *Ma*, fue propuesta a mediados del s. XVIII por Benoît de Maillet para la edad de la Tierra, ya que necesitaba un tiempo inmensamente dilatado para que se produjese la desecación “cíclica” del mar Mediterráneo (Carozzi, 1954; De Maillet, 1748; García Cruz, 1997, 1999c).

Por otro lado, en los períodos cíclicos de decadencia-renacimiento de la Tierra de James Hutton es posible reconocer la versión geológica del mito del eterno retorno, con el que, sin duda, el científico escocés estaba más que familiarizado (García Cruz, 1998b). En su teoría de la Tierra se contempla la repetición de los arquetipos primordiales planteados por Eliade (1951), pero aplicados en este caso a la naturaleza cambiante del planeta, con períodos de destrucción a los que siguen cíclicamente otros de reconstrucción, y que ha recibido el nombre de “ciclo geológico”. Esto conduce además a la inmensidad cíclica, y en consecuencia ahistórica, del tiempo, lo que se ha venido en llamar el “tiempo profundo”. Hutton dejaría expresado esta idea en las diferentes versiones de su teoría geológica: “...*así, pues, con respecto a la observación humana, este mundo no tiene ni un principio ni un fin*” (1785), y años después: “*Por lo tanto, el resultado de nuestra investigación actual es que no hallamos ni vestigio de un principio, ni perspectiva de un final*” (1788, 1795).

Ambas nociones, naturaleza cambiante y tiempo profundo, serían los dos embates ideológicos fundamentales frente a la cronología bíblica que analizamos a continuación.

LA CRONOLOGÍA BÍBLICA Y JAMES USSHER (1581-1656).

Prácticamente en la gran mayoría de los libros científicos que de una forma u otra tratan el tema de la edad de la Tierra, se suele atribuir al obispo

anglicano James Ussher (Fig. 1), anacrónicamente y por lo general de una forma jocosa, la determinación de la “fecha” de la creación. Ésta habría acontecido el *domingo, 23 de Octubre del año 4004 a.C.* Algunos autores, incluso, le atribuyen también la “hora” en que tal evento tuvo lugar: *las 9 de la mañana*, añadiendo en plan burlesco que, *evidentemente, se refería a la hora oficial de Londres, medianoche en el Jardín del Edén.*



Figura. 1. James Ussher (1581-1656)

La relación entre esas afirmaciones, en cierta medida, no es del todo correcta. Además, sobre ellas se han constatado algunas equivocaciones que se han ido repitiendo de unos autores a otros a lo largo del tiempo (Brice, 1982; Craig y Jones, 1982; Gould, 1991; James, 1993).

En honor a la verdad, y sin que esto signifique una posición ideológica por nuestra parte en favor del reverendo Ussher, creemos es preciso realizar un análisis histórico diacrónico para poder comprender en su justa medida la labor de muchos eruditos de siglos pasados. Sus trabajos, así como los de otros estudiosos y científicos (entre los que a más de uno le sorprendería saber que se encuentra nada más y nada menos que Johannes Kepler o Sir Isaac Newton), hay que enmarcarlos en una época en la que la Numerología, heredera de antiguas tradiciones egipcias, hebreas y babilonias, se asociaba con la Astronomía y era considerada como una “ciencia” *exacta* y, sobre todo, *necesaria*.

James Ussher no fue ni el primero ni el último que pretendió establecer una cronología bíblica. A mediados del s. XVIII, por ejemplo, se habían contabilizado más de 200 cómputos distintos sobre la edad de la creación (Reese *et al.*, 1981). Los aspectos históricos sobre este tema fueron bien estudiados por White (1898, principalmente cap. VI). Desde los primeros siglos del cristianismo, personajes

como Orígenes o Clemente de Alejandría, entre otros, estaban convencidos de la literalidad e infalibilidad de las sagradas escrituras. Los primeros comentaristas bíblicos vieron la existencia de una secuencia temporal de hechos perfectamente definida que iba desde la creación hasta la construcción del Templo de Jerusalén. Y así, por *puro razonamiento teológico*, llegaron a la conclusión de que la creación había tenido lugar 6.000 años antes de la era cristiana. En los siglos siguientes se dieron algunas discrepancias con otros padres de la iglesia, como Isidoro de Sevilla (s. VII) o el Venerable Beda (s. VIII), o con pensadores judíos como Maimónides (s. XII), que aceptaban tan solo 4.000 años.

Es a partir del s. XVI cuando algunos estudiosos realizan las primeras dataciones de la creación mediante cálculos numerológicos. Para el reformista luterano Philipp Schwarzzer, más conocido como Melancthon, el mundo habría sido creado el año 3963 a.C. Por otro lado, en diferentes ediciones de la *Martirología Romana* (1580 y 1640), figura el año 5199 a.C. También Kepler realizó esta clase de cálculos utilizando el método de la precesión de los equinoccios, el mismo que había empleado Newton en su ajuste de la cronología de numerosos eventos de la antigüedad (Chistianson, 1984). Mediante este tipo de cálculos astronómicos, Kepler (1621) estableció como fecha de la creación el solsticio de verano del año 3993 a.C., puesto que el apogeo del sol debía encontrarse en la cabeza de Aries en aquel momento. Un año antes, analizando las genealogías de los personajes bíblicos, la había fechado el 3994.

Sin embargo, ha sido la cronología de James Ussher la que ha predominado culturalmente. Nacido en Dublín en 1581, desde muy joven Ussher sintió vocación por la teología, y se interesó además por la historia antigua y las lenguas semíticas, mostrando una erudición singular en todos estos campos. Su carrera eclesiástica fue meteórica: ordenado sacerdote a los veinte años, a los veinticinco llegó a ser Canciller de la Catedral de St. Patrick de su ciudad natal; a los treinta y nueve fue nombrado Obispo de Meath, y a los cuarenta y cuatro años Arzobispo de Armagh. Como teólogo, era defensor acérrimo de la independencia de la fe protestante. Su gran prestigio le valió, en 1634, el que fuera designado Primado de la Iglesia Anglicana en Irlanda.

Bibliófilo empedernido, sentía una verdadera pasión por todo tipo de libros, tanto sagrados como seculares, principalmente por los históricos. Su puesto en Armagh le permitió viajar por Europa y establecer contactos con Oriente a la búsqueda de cualquier libro o manuscrito antiguo, que o bien compraba o hacía copiar. Su biblioteca se consideró como la mayor de su época en toda Europa, y a su muerte pasó a formar el núcleo central de la del Trinity College de Dublín, del que había sido también Canciller.

En 1641, durante uno de sus muchos viajes a Inglaterra, se produjo la revuelta que desembocaría en la guerra civil en Irlanda, y a partir de entonces ya no pudo regresar a su país natal. Sus conocimientos y su prestigio le llevaron a ejercer diversas actividades religiosas y académicas en diferentes lugares de

Gran Bretaña, entre otros en Oxford y Londres, donde falleció en 1656, siendo enterrado en la Abadía de Westminster.

A pesar de algunos aspectos oscuros e incomprensibles en su método histórico, e independientemente de la fiabilidad y valor documental que pudiéramos darle actualmente a los materiales bibliográficos utilizados por el reverendo Ussher, lo que parece indiscutible es que su labor fue enormemente meticulosa. Como literalista bíblico que era, consideró al pie de la letra los libros del Antiguo Testamento para sus trabajos cronológicos, cotejándolos con otros documentos históricos y manuscritos antiguos, así como con tablas astronómicas y numerológicas. Su obra cumbre, *Los Anales del Mundo* (Fig. 2), fue publicada por primera vez en latín en dos volúmenes (Ussher, 1650, 1654), apareciendo dos años después de su muerte la edición inglesa (Ussher, 1658), de la que se han extraído los dos párrafos cuya traducción castellana se incluye en este trabajo.

Ya desde la primera página del volumen I, *Anales Veteris Testamenti* (Anales del Antiguo Testamento), resume lo que iba a constituir la conclusión fundamental de todo su trabajo:

“Al principio creó Dios el Cielo y la Tierra [Génes. I, 1], por lo que el inicio del tiempo (según nuestra cronología) tuvo lugar al comienzo de aquella noche que precedió al día 23 de Octubre, en el año 710 del Período Juliano”.

Este año 710 del período Juliano se corresponde con el 4004 a.C., y fue determinado considerando los datos bíblicos sobre las genealogías de los patriarcas, jueces, etc., cotejándolos con numerosos hechos históricos de edad conocida. La exactitud de la fecha fue establecida por “puro razonamiento teológico”: se consideró, por un lado, que la creación debía haber tenido lugar en el *otoño*, y por otro, observando, mediante cálculos astronómicos, que el *domingo* (primer día de la semana) más próximo al equinoccio correspondiente era el 23 de octubre.

Algunos autores han interpretado erróneamente la frase “...aquella noche que precedió al día...”, concluyendo que la creación se habría producido en realidad el día 22, en lugar del 23. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en esa época, y todavía hoy en algunas culturas como la judía o la musulmana especialmente en todo lo relacionado con temas religiosos, los días comenzaban y finalizaban con la puesta del sol. En otros casos, se han dado también como fechas el 24, 25 o el 26 de octubre.

Ussher elaboró, además, toda una cronología de los eventos bíblicos. Sin embargo, como señala Barr (1985), no realizó disquisición alguna sobre la discrepancia —más que notable— entre algunos datos cronológicos, especialmente en lo referente a la fecha del diluvio universal con respecto a la creación, como sí hicieran otros autores con posterioridad,

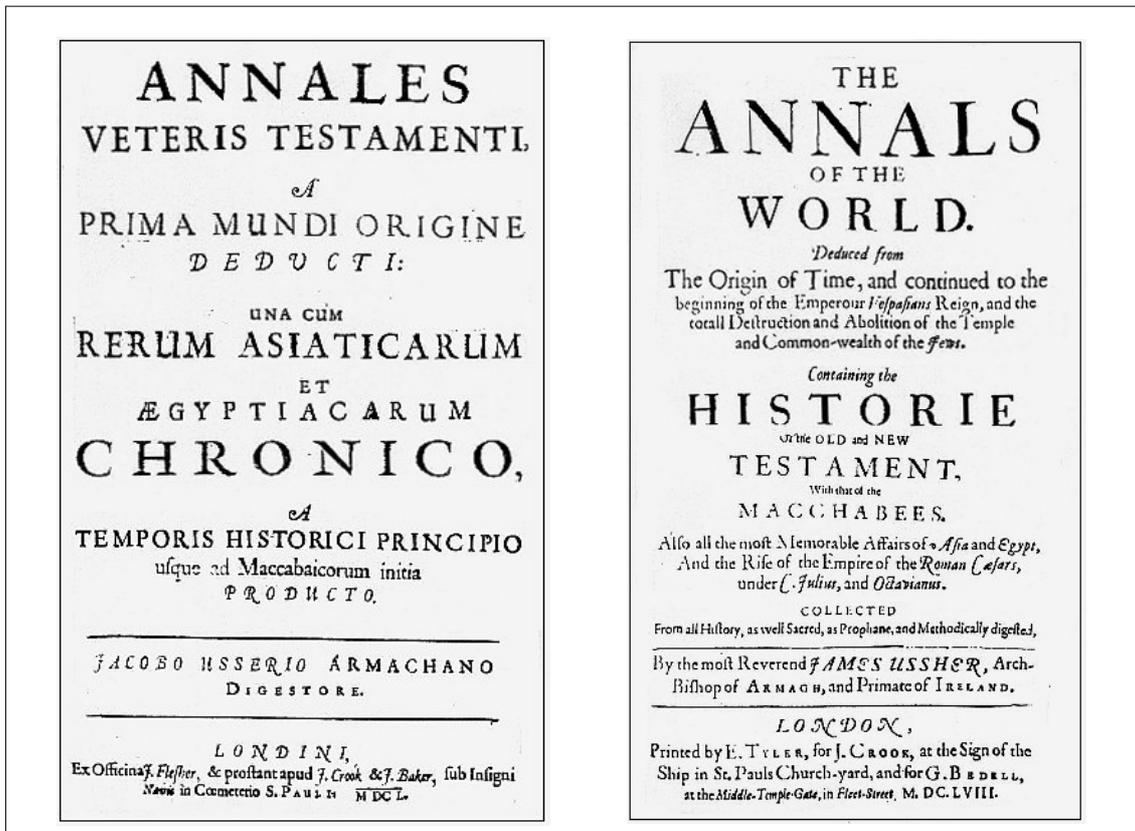


Figura. 2. Primera página de los Anales de James Ussher: edición latina (vol. I, 1650) y edición inglesa (1658). (Cortesía del Trinity College, Dublín).

entre ellos el español Álvarez de Toledo (1713). En función del texto de referencia utilizado, resultaban fechas muy distintas desde la creación hasta el diluvio:

Pentateuco samaritano	1.307 años
Texto hebreo	1.656 “
Versión de los Setenta	2.242 “
Texto etíope	2.262 “

El que Ussher prefiriera el texto hebreo ignorando todos los demás probablemente se debió a que concordaba plenamente con los estudios cronológicos del también obispo y contemporáneo suyo John Lightfoot (1602-1675)(Fig. 3). Éste fue Vicescanciller de la Universidad de Cambridge, y uno de los mayores hebreístas de su época. Se adelantó a Ussher en seis años en sus estudios cronológicos, siendo el verdadero responsable de la “hora” de la creación, concluyendo que ésta había sido realizada por la “Trinidad el 23 de Octubre de 4004 a.C., a las 9 de la mañana” (Lightfoot, 1644). Sus obras completas se reeditaron el siglo pasado (Pitman, 1825), razón por la cual algunos autores lo consideran erróneamente como un personaje del s. XIX.

La cronología de Ussher fue incorporada en una nota marginal a la edición de la Biblia de 1701 por el obispo Lloyd. Esta nota se asoció pronto con la verdad revelada, convirtiéndose a partir de entonces en una especie de dogma religioso. Todavía hoy, por parte de fundamentalistas cristianos apostados tras el “Instituto para la Investigación de la Creación” (?), situado *evidentemente* en EE.UU., es utilizada en contra del proceso evolutivo en general, tanto en lo concerniente a la Biología como a la Geología, de una forma muy poco científica. (La crítica al creacionismo científico puede seguirse, entre otros muchos, en Brush, 1982; Dalrymple, 1984, 1986; Dutch, 1982; Groves, 1996; Strahler, 1987; Wise, 1998).

Aproximación geológica

Es evidente que el planteamiento más inmediato que se puede hacer sobre la fecha de la creación desde el plano de las Ciencias de la naturaleza es esa *angostura* en la edad de la Tierra que se deriva de ella: *6.000 años* de antigüedad tan solo hacen imposible cualquier aproximación científica a un planeta en permanente evolución, tanto geológica como biológica, a no ser que, de acuerdo con Gould (1991), se crea en los milagros como agentes causales.

La aceptación del tiempo profundo ha logrado desvelar una realidad muy distinta a todos los presupuestos religiosos respecto de la naturaleza de la Tierra. La inmensidad del tiempo permitió la aplicación *definitiva* del principio de uniformidad en la geología en contra del catastrofismo bíblico. Sin embargo, llamamos una vez más la atención sobre el hecho de que el abuso de esta aplicación convirtió al actualismo-uniformitarismo en un nuevo obstáculo epistemológico para las Ciencias de la Tierra (García Cruz, 1999b, 2000).

JAMES USSHER Y LA DATACIÓN DE LA CREACIÓN

“De la misma forma que la era cristiana comienza muchas épocas después del principio del mundo, y el número de años anteriores a ella no sólo es más dificultoso, sino más sujeto a error (a no ser que se tenga mayor cuidado), también ha complacido a nuestros modernos cronólogos añadir una época artificial, formada por tres ciclos multiplicados entre sí, a esa hipótesis generalmente admitida (la cual afirmaba que los años julianos, con sus tres ciclos por una cierta prolepsis matemática, habrían de alcanzar hasta el comienzo mismo del mundo); al estar el Ciclo Solar multiplicado por el Lunar, o el número 28 por 19, produce el gran Ciclo Pascual de 532 años, y ése a su vez se multiplica por quince, el número de la indicción, aparece así el período de 7980 años, que (si no me equivoco) fue observado por primera vez por Robert Lotharing, Obispo de Herefor, en nuestra isla de Gran Bretaña, y Joseph Scaliger, 500 años después, lo adecuó para usos cronológicos, y le dio el nombre de Período Juliano, debido a que contenía un ciclo del mismo número de años julianos. Ahora bien, si la serie de los tres ciclos menores se remontaran a partir del año actual hasta las épocas precedentes, se encontrará que los 4713 años antes del comienzo de nuestra Era Cristiana partirán de él, y que de ese año descenderá el primer año de la indicción, el primero del Ciclo Lunar, y el primero del Solar. Habiendo situado por lo tanto los inicios de este período en las calendadas de Enero en ese año proléptico, el primero de nuestra era cristiana vulgar debe estimarse el 4714 del Período Juliano, el cual, si se divide por 15, 19 y 28, se nos presentará con la indicción romana 4, el Ciclo Lunar 3, y el Solar 10, que son los principales caracteres de ese año”.

“Encontramos, además, que el año de nuestros antepasados, y los años de los antiguos egipcios y hebreos tenían la misma duración que el juliano, constando de doce meses iguales, cada uno de ellos de 30 días (porque no se puede probar que los hebreos hicieran uso de meses lunares antes de la Cautividad de Babilonia), añadiendo al final del duodécimo mes, la cantidad de cinco días, y cada cuatro años, seis. Y he observado por la sucesión continuada de estos años, puesto que se habla de ellos en la sagrada escritura, que el fin del gran Nabucodonosor y el comienzo del reino de Evil-Merodak (su hijo), ocurrió en el año 3442 del mundo, pero por cotejo de la historia caldea y el canon astronómico, tuvo lugar en el año 186 de Nabonasar, y, por cierta conexión, debe seguirse el año 562 antes de la Era Cristiana, y del período juliano, el 4152. Y por lo tanto, yo entendí que la creación del mundo tuvo lugar en el año 710 del Período Juliano, situando su comienzo en el otoño: pero igual que el primer día del mundo empezó la víspera del primer día de la semana, he observado mediante las tablas astronómicas que el domingo más próximo al Equinoccio de Otoño en el citado año 710 (a pesar de la detención del sol en los días de Josué, y su retroceso en los días de Ezequiel), ocurrió el día 23 de octubre juliano, de aquí concluimos que puede deducirse tanto el primer día de la creación como el inicio del tiempo, a partir de la víspera de ese primer día del año juliano”.

J. Ussher. *The Annals of the World* (1658, cap. IV)



Figura.3. John Lightfoot (1602-1675)

CONSIDERACIONES DIDÁCTICAS

Desde hace ya muchos años, y dentro de lo que se ha dado en llamar “secuenciación de contenidos”, hemos venido considerando *El tiempo geológico* como una pieza clave. Es el carácter histórico de la geología el que nos ha obligado a iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza introduciendo la idea de tiempo en toda su complejidad conceptual (Pedrinaci, 1992, 1993; Pedrinaci y Berjillos, 1994), aunque con la correspondiente adaptación según los niveles. Si lo que pretendemos es mostrar directa o indirectamente la evolución de la materia (geológica y biológica), deberemos enmarcar el proceso evolutivo temporalmente. De lo contrario, estaremos planteando la contradicción de una evolución estática.

El interés práctico y también didáctico de las cronologías reside en que, en última instancia, todos los cambios que ha sufrido el planeta, y que la ciencia ha conseguido documentar y datar, deben ser secuenciados u ordenados. Deberíamos, además, tener en cuenta que cualquier tipo de debate, no sólo los científicos, se hace interesante y enriquecedor en el plano didáctico (Álvarez, 1996; García Cruz, 1993). Se nos abren así nuevas perspectivas para llevar al aula, en especial si somos capaces de trascenderlos hacia un marco cultural lo sufi-

cientemente amplio, aunque siempre a nuestra justa medida y a la de nuestros alumnos.

En este sentido, es enormemente formativo el que podamos desarrollar un seminario en el que se lleguen a discutir de forma multidisciplinar y dentro del concepto “tiempo” la idea de “cronología”. Ésta se concibe como un objetivo fundamental en el conocimiento geológico en tanto que, como ya hemos comentado, estamos tratando con una ciencia histórica.

Como una primera actividad, los alumnos pueden realizar la construcción de una cronología de la Tierra. Para ello tendrían que datar y ordenar temporalmente una serie de acontecimientos o eventos importantes a propuesta del profesorado, o seleccionados por ellos mismos (entre otros muchos, por ejemplo: límite de eras y períodos, origen de la vida, orogenias, glaciaciones, extinciones, aparición de grupos biológicos, fragmentación de la Pangea, aislamiento, conexiones o colisiones continentales, etc.).

Otro aspecto a seguir es el análisis comparativo de diferentes cronologías. Resulta particularmente curioso el que en el tiempo hindú no exista acontecimiento importante alguno que sirva como referencia para el inicio del tiempo. Éste transcurre de forma cíclica, desde un estado de perfección hasta la gran disolución final, siempre a lo largo del mismo número de años, de forma repetitiva y sin que nada ocurra y lo llegue a modificar. Por el contrario, la cosmología actual nos permite adentrarnos en un conjunto de acontecimientos, no sin una cierta predisposición psicológica a la perplejidad, que abarca tanto los orígenes como el futuro del universo (Gribbin 1999), considerando el carácter predictivo de la Ciencia.

En la cosmocronología adjunta (Tabla 1), la escala temporal se ha establecido inicialmente en segundos, definiendo someramente aquellos hechos más significativos que debieron tener lugar tras el Big-Bang o gran explosión. Durante el transcurso de la evolución física del universo se ha realizado un cambio en la escala del tiempo, expresándola en años. Esta cronología nos permite introducirnos en la evolución del universo sobre la base de los conocimientos de la cosmología moderna.

Por otro lado, es interesante discutir la fiabilidad documental en la que se basan algunas: por ejemplo, la cronología bíblica¹, de naturaleza inmutable, parte de la fe en la verdad revelada y en el razonamiento teológico. Aquí resultaría útil la lectura de Gould (1991) y que permitiría a los alumnos llegar a valorar en su justa medida los estudios históricos del reverendo Ussher, complementando esto con el comentario a los propios textos de los Anales que se incluyen en este trabajo.

Por último, respecto de la geocronología geológica, es importante hacer ver a los alumnos que no todo material es susceptible de ser utilizado como documento geológico, y que las dataciones radiométricas tienen evidentemente sus restricciones y sus limitaciones; por lo tanto, la geocronología está

(1) Podemos proporcionar (sólo a través de correo electrónico) una copia en castellano a los interesados en ella.

CRONOLOGÍA DEL COSMOS Desde el big-bang hasta el fin del universo	
TIEMPO	ACONTECIMIENTO
0	-Estado inicial y gran explosión del superátomo.
10 ⁻⁴⁴ s	-El universo comienza a expandirse. Tiempo, radiación, espacio y materia permanecen indiferenciados. Escisión de la gravedad.
10 ⁻³⁶ s	-Escisión de la interacción fuerte: primeras partículas elementales (quarks, leptones, electrones, neutrinos). Falso vacío e inflación cósmica.
10 ⁻³⁴ s	-La energía se condensa en una sopa de quarks y antiquarks.
10 ⁻¹² s	-Escisión del electromagnetismo y la interacción débil.
10 ⁻⁴ s	-Primeros núcleos atómicos.
10 ² s	-Síntesis de los primeros elementos (deuterio y helio).
10 ⁻⁶ años	-Finalización de la síntesis de elementos. Estado de plasma opaco. Dominio del electromagnetismo.
10 ⁴ años	-Fin de la radiación. Dominio de la materia y de la gravedad.
10 ⁵ años	-Formación de átomos. Universo transparente y en proceso de enfriamiento.
10 ⁹ años	-Formación de los primeros cúasares y galaxias.
10 ¹⁰ años	-Formación de estrellas.
10 ¹¹ años	-Formación de planetas. Origen y desarrollo de la vida.
10 ¹² años	-Muerte del sistema solar.
10 ¹⁴ años	-Envejecimiento de la Vía Láctea.
10 ¹⁶ años	-Extinción de las estrellas. Oscurecimiento del cosmos.
10 ¹⁷ años	-Colapso de la Vía Láctea y transformación en agujero negro.
10 ³² años	-Desintegración de la materia; sólo queda leptones y radiación.
10 ¹⁰⁰ años	-Colapso y explosión de los agujeros negros. Final del cosmos.

Tabla 1.

en permanente revisión, siempre supeditada a la incorporación de nuevos materiales y nuevos datos absolutos. En este sentido, se puede comentar por ejemplo cómo ha ido cambiando la datación del fanerozoico a lo largo de más de medio siglo (Hallam, 1983, p. 103).

AGRADECIMIENTOS

Estoy en deuda con Caroline Gray (Dept. Early Printed Books, Trinity College, Dublín), por todas sus atenciones y su inestimable ayuda. También agradezco a Francisco Osorio Acevedo los comentarios sobre algunas partes de este trabajo, y el poner amablemente a mi disposición una de sus joyas bibliográficas.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, R.M. (1996). Las controversias científicas. Sus implicaciones didácticas y su utilidad mediante un ejemplo: la controversia sobre la edad de la Tierra. *Alambique*, 8, 63-69.

Álvarez de Toledo, G. (1713). *Historia de la iglesia y del mundo que contiene los sucesos desde su creación hasta el diluvio*. J. Rodríguez y Escobar, Impresor del Rey, Madrid. [Biblioteca particular de Francisco Osorio Acevedo].

Badash, L. (1989). The-age-of-the-earth debate. *Sci. Am.*, 261(2), 78-83. [Este artículo no apareció en la versión castellana: *Investigación y Ciencia*, N° 157, Octubre/1989].

Barr, J. (1985). Why the world was created in 4004 B.C.: Archbishop Ussher and biblical chronology. *Bull. John Rylands Univ. Libr.*, 67, 575-608.

Brice, W.R. (1982). Bishop Ussher, John Lightfoot and the age of creation. *J. Geol. Edu.*, 30, 18-26.

Brush, S.G. (1982). Finding the age of the earth by physics or by faith? *J. Geol. Edu.*, 30, 34-58.

Brush, S.G. (1996). *Transmuted past: the age of the earth and evolution of the elements from Lyell to Patterson*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Burchfield, J.D. (1975). *Lord Kelvin and the age of the earth*. The University of Chicago Press, Chicago.

Carozzi, A.V. (1954). De Maillet's *Telliamed* (1748): an Ultra-Neptunian Theory of the Earth. En: C.J. Schnerer (ed.). *Towards a History of Geology*. Masochist Institute of Technology Press, pp. 88-93.

Craig, G.Y. y Jones, E.J. (1982). *A geological miscellany*. Princeton University Press, Princeton.

Christianson, G.E. (1984). *In the presence of the Creator. Isaac Newton and his times*. Macmillan Inc., Nueva York-Londres.

Dalrymple, B.G. (1984). How old is the earth? A reply to "scientific creationism". *Proc. 63rd. Ann. Meet. Pacific Div., A.A.A.S.*, 1(3), 66-131.

Dalrymple, B.G. (1986). Radiometric dating, geologic time, and the age of the earth: a reply to "scientific" creationism. *U.S. Geol. Surv. Open-File Rep.*, 86(110), 1-76.

Dalrymple, B.G. (1991). *The age of the earth*. Stanford University Press, Stanford.

De Maillet, B. (1748). *Telliamed*. University of Illinois Press, Urbana (trad. inglesa 1968), p. 181.

Dutch, S.I. (1982). A critique of creationist cosmology. *J. Geol. Edu.*, 30, 27-33.

Eicher, D.L. (1968). *El tiempo geológico*. Ed. Omega, Barcelona (trad. castellana 1973).

Eliade, M. (1951) *El mito del eterno retorno*. Ed. Altaya, Barcelona (trad. castellana 1968, ed. 1994).

- Franz, M.L. von (1978). *Misterios del tiempo. Ritmo y reposo*. Ed. Debate, Madrid. (trad. castellana 1994, ed. 1996).
- García Cruz, C.M. (1993). La edad de la Tierra: una introducción a la Geología desde la Historia de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 1(2), 109-112.
- García Cruz, C.M. (1997). Benoît de Maillet y el transformismo geológico del siglo XVIII. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 5(1), 6-10.
- García Cruz, C.M. (1998a). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la Geología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 323-330.
- García Cruz, C.M. (1998b). El principio de uniformidad. I. Orígenes. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6(3), 234-238.
- García Cruz, C.M. (1999a). Resumen de la "Teoría de la Tierra" de James Hutton (1785). *Llull, Rev. Soc. Española Hist. Cien. Técn.*, 22(43), 223-238.
- García Cruz, C.M. (1999b). El principio de uniformidad. (II). Un obstáculo epistemológico entre el pasado y el presente. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 7(1), 16-20.
- García Cruz, C.M. (1999c). Benoît De Maillet (1656-1738): A forerunner of the theory of the desiccation of the Mediterranean Sea. *Chronol. & Catastr. Rev. (SIS)*, 2, 14-17.
- García Cruz, C.M. (2000). El actualismo-uniformitarismo como obstáculo epistemológico. *Cadernos/IG-UNICAMP* (en prensa).
- Gould, S.J. (1987). *La flecha del tiempo*. Alianza Ed., Madrid (trad. cast. 1992).
- Gould, S.J. (1991). Fall in the House of Ussher. *Natural History*, 100(11), 12-19. [Existe trad. castellana en Gould (1993), pp. 170-181].
- Gould, S.J. (1993). *Ocho cerditos. Reflexiones sobre historia natural*. Ed. Crítica, Barcelona (trad. castellana 1994).
- Gribbin, J. (1999). *El nacimiento del tiempo*. Ed. Paidós, Barcelona (trad. castellana 2000).
- Groves, C. (1996). From Ussher to Slusher, from Archbishop to Gish: or, not in a million years... *Archaeol. in Oceania*, 31, 145-151.
- Hallam, A. (1983). La edad de la Tierra. En: *Grandes controversias geológicas*. Ed. Labor, Barcelona (trad. castellana 1988), pp. 81-108.
- Hallam, A. (1988). La edad de la Tierra. *Mundo Científico*, 85, 1096-1102.
- Hecht, J. y Scotese, C. (1995). *The ages of earth*. Macmillan, Nueva York.
- Hutton, J. (1785). *Abstract of a dissertation concerning the System of the Earth, its duration, and stability*. Scottish Academic Press & Royal Society of Edinburgh (ed. facsímil 1987). [Existe trad. castellana en: García Cruz (1999a)].
- Hutton, J. (1788). Theory of the Earth, or an investigation of the laws observable in the composition, dissolution, and restoration of land upon the globe. *Trans. R. Soc. Edinburgh*, 1, 209-304.
- Hutton, J. (1795). *Theory of the Earth, with proofs and illustrations*. Hafner, Nueva York (ed. facsímil 1959), vol. I.
- James, P. (1993). *Centuries of darkness*. Rutgers University Press, Nueva York.
- Jaki, S.L. (1974). *Science and creation. From eternal cycle to an oscillating universe*. Scottish Academic Press, Edimburgo-Londres.
- Kapur, K.N. (1990). *Dawn of Indian History*. International Conference: Revisiting Indus Saraswati Age and Ancient India.
- Kepler, J. (1621). *El secreto del universo*. Ed. Altaya, Barcelona (trad. castellana 1992, edición 1994).
- Kirk, G.S. (ed.) (1954). *Heraclitus. The cosmic fragments*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lightfoot, J. (1644). *The works of the reverend and learned John Lightfoot D.D.* Printed by W. R. for Robert Scot in Little Britain, Thomas Basset in Fleet-Street, and Richard Chiswell in St. Paul's Church-yard, and John Wright on Ludgate-Hill; London, vols. I y II. [Ejemplar conservado en la biblioteca del Trinity College, Dublín].
- North, J.D.C. (1977). Chronology and the age of the earth. En: W. Yourgrau y A.D. Breck (eds.). *Cosmology, history and theology*. Plenum Press, Nueva York-Londres, cap. XX, pp. 307-333.
- Pedrinaci, E. (1992). El concepto de tiempo geológico: una perspectiva histórica. *Actas III Congreso Geológico de España - VIII Congreso Latinoamericano de Geología*, Salamanca, 1, 450-459.
- Pedrinaci, E. (1993). La construcción histórica del concepto de tiempo geológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(11), 315-323.
- Pedrinaci, E. y Berjillos, P. (1994). El concepto de tiempo geológico: orientaciones para su tratamiento en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2(1), 240-251.
- Pitman, J.R. (ed.) (1825). *The Whole Works of the Rev. John Lightfoot D.D.* J.F. Dove, Londres, 2 vols.
- Reese, R.L., Everett, S.M. y Craun, E.D. (1981). The chronology of archbishop James Ussher. *Sky & Telescope*, 62(5), 404-405.
- Rossi, P. (1979). *The dark abyss of time. The history of the earth and the history of nations from Hooke to Vico*. Univ. of Chicago Press, Chicago. (trad. inglesa 1984, ed. 1987).
- Strahler, A.N. (1987). *Science and earth history. The creation/evolution controversy*. Prometheus Inc., Nueva York.
- Thackray, J. (1980). *La edad de la Tierra*. Ed. Akal, Madrid. (trad. castellana 1990).
- Toulmin, S. y Goodfield, J. (1965). *El descubrimiento del tiempo*. Ed. Paidós Ibérica, Barcelona (trad. castellana 1968, ed. 1990).
- Ussher, J. (1650). *Annales veteris testamenti, a prima mundi origine deducti...* Ex officina J. Flesher, & prostant apud J. Crook & J. Baker, Londini. Vol. I. [Ejemplar conservado en la biblioteca del Trinity College, Dublín].
- Ussher, J. (1654). *Annalium pars posterior, in qua prae-ter maccabaicam et novi testamenti historiam...* Typis J. Flesher, impensis Johannis Crook, Londini. Vol. II. [Ejemplar conservado en la biblioteca del Trinity College, Dublín].
- Ussher, J. (1658). *The annals of the world*. E. Tyler, for J. Crook and for G. Bedell, London. [Ejemplar conservado en la biblioteca del Trinity College, Dublín].
- White, A.D. (1898). *A history of the warfare of science with theology in christendom*. Prometheus Books, Buffalo (reed. 1993), vol. I.
- Wise, D.U. (1998). Creationism's geologic time scale. *Am. Sci.*, 86(2), 160-173. ■