

TEMA DEL DÍA

DE LOS VOLCANES DE KIRCHER A LA GAIA DE LOVELOCK

From the Kircher's volcanoes to Lovelock's Gaia

Leandro Sequeiros() y Emilio Pedrinaci(**)*

RESUMEN

Las especiales características que posee el vulcanismo han permitido que sea uno de los procesos geológicos de los que existen más tempranas referencias en la historia de la Ciencia. Pero, sólo en contadas ocasiones estos procesos aparecen relacionados con otros desde una perspectiva planetaria. En este artículo se reseña una de esas ocasiones, la propuesta por Athanasius Kircher (1601-1680), así como su relación con otras perspectivas holísticas.

ABSTRACT

Volcanism special features are shown as one of the geological processes which display early references in the History of Sciences. But, only eventually, these processes occur related with others ones under a planetary perspective. The Athanasius Kircher (1601-1680) proposal and their connexions with others holistic references are related in this paper.

Palabras clave: *Holismo, Organicismo, Kircher, Volcanes, Pirofilacios.*

Keywords: *Holism, Organicism, Kircher, Volcanoes, Pyrophilacia.*

INTRODUCCIÓN

Con una humildad menos frecuente de lo que sería de desear entre los científicos, James Lovelock ha reconocido en diversos trabajos haber tomado de otros la consideración de la Tierra como organismo. Así, en *Las edades de Gaia* (1993) apunta: "Estoy en deuda con el historiador Donald McIntyre por indicarme que James Hutton fue quien introdujo primero la idea de una fisiología planetaria en el siglo XVIII."

Si en la historia de la Ciencia siempre resulta arriesgado decir de alguien que fue el primero en proponer alguna idea, en el caso que nos ocupa es algo más que un riesgo. Lovelock tiene razones para dejar de considerarse en deuda con McIntyre, Hutton no sólo tuvo muchos predecesores en esta idea sino que no los superó en este terreno. No es que pretendamos reducir los méritos del "padre oficial" de la geología que, en su calidad de médico, utilizó con frecuencia la analogía de la Tierra con un organismo (Sequeiros et al., 1997). Pero, 120 años antes que Hutton, Athanasius Kircher (1602-1680) lo había hecho con más profusión y detenimiento que cualquier otro aunque, como señalaremos más adelante, tampoco él fue el primero. Hace ya 30 años, Hugh Kearney (1970) presentaba sus sugerentes propuestas sobre la tradición

organicista en la historia del pensamiento científico.

En la portada de la revista *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* se reproduce una imagen tomada de *Mundus Subterraneus* (1665) de Kircher en la que se muestran los *hidrofilacios* o cavidades interiores, conectadas entre sí pero también con las fuentes y los mares de tal manera que hacían posible el ciclo del agua. En el centro de esa esfera terrestre Kircher representa al fuego central. Quizá no sea inoportuno recordar aquí algún breve pasaje de la pequeña historia de nuestra asociación. La idea de llevar esta imagen a la portada de la revista *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* surgió en un encuentro informal celebrado en Sevilla sólo unos meses después de haber sido constituida la AEPECT. Nos pareció que reunía algunas características que la hacían interesante: aunque barroca, resultaba estética, tenía más de tres siglos de antigüedad y, sin embargo, había en ella ideas que conectaban con algunas de gran actualidad pero, muy especialmente, encerraba toda una teoría de la Tierra, una de las primeras y más influyentes teorías de la Tierra que han sido elaboradas. Habríamos preferido una ilustración realizada por Steno pero ninguna de las que conocíamos poseía la fuerza y la plasticidad de la de Kircher. Decidimos que fuese la portada provisional, después la imagen tuvo éxito, se coloreó y se mantiene hasta hoy.

(*) Área de Filosofía. Facultad de Teología. Campus de Cartuja. Apartado 2002; 18080- Granada. E-mail: lsequeiros@probesi.org

(**) IES de Gines. C/ Enrique Granados s/n. Gines (Sevilla). E-mail: pedrinac@arrakis.es.

Son miembros permanentes de International Commission on the History of Geology Sciences (INHIGEO)

Dos años más tarde, en el transcurso de un taller sobre la utilidad didáctica de la historia de la Ciencia que uno de nosotros impartió en el VIII Simposio de Enseñanza de la Geología (Córdoba, 1994), un compañero de la AEPECT que asistía preguntó por la imagen de la portada de la revista y por su autor. Se le ofreció una información básica, tras la cual sugirió la conveniencia de publicar algún artículo sobre la vida y la obra de Kircher. Con cierto retraso, cumplimos el compromiso allí adquirido.

APUNTE BIOGRÁFICO DE KIRCHER

Athanasius Kircher nació en Geisa, cerca de Fulda (Alemania) el 2 de mayo de 1601 (fiesta de San Atanasio), aunque bien podría haber nacido el mismo día de un año después ya que sus biógrafos no se ponen de acuerdo (Langenmantel, 1684; AAVV, 1857; Adams, 1938; Kangro, 1973; Sierra, 1981, Corradino, en prensa). Murió en Roma el 28 de noviembre de 1680.

Fue el menor de ocho hermanos. Su padre era doctor en Teología daba clases en la abadía benedictina de Heiligenstadt y disponía de una amplia biblioteca, circunstancias todas ellas que habrían de influir en su futuro. En 1616 ingresa como novicio en la Compañía de Jesús. Entre 1618 y 1622, el joven jesuita Kircher estudia en la ciudad de Paderborn los cursos de humanidades clásicas, Filosofía escolástica, Ciencias Naturales y Matemáticas. En



Figura. 1. Athanasius Kircher (1601-1680) según un retrato de la época.

1623, fue destinado al Colegio de Coblenza donde imparte clases de lengua griega.

De 1625 a 1628, Athanasius Kircher estudia Teología en la Universidad de Maguncia, ciudad en la que fue ordenado sacerdote en 1628. Ese mismo año, fue nombrado profesor de la universidad de Würzburg, donde enseña materias tan variadas como filosofía escolástica, matemáticas, hebreo y arameo. Allí tuvo su primer contacto con la medicina profesional, a la que hace abundantes referencias en *Mundus Subterraneus*, y publicó su primer libro: la *Ars Magnesia*, referente al magnetismo terrestre.

En 1631, Kircher abandona la ciudad de Würzburg debido a la Guerra de los Treinta Años, y se establece en el Colegio de los Jesuitas de Aviñón. Le acompaña su discípulo, el también jesuita Caspar Schott quien, más tarde, completará la segunda edición del *Iter extaticum coeleste et terrestre* (Kircher, 1654). La amistad entre Kircher y Schott dará lugar una fecunda colaboración científica entre ambos (Sierra, 1981).

En el Colegio de Aviñón, Kircher desarrolla una amplia tarea científica en muy diferentes campos: la Astronomía, el desciframiento de inscripciones egipcias (una de sus grandes pasiones), la planimetría y la agrimensura. También construye un planetario para el cual realizó experimentos basados en dirigir la luz del Sol y de la Luna hacia la Tour de la Motte del Colegio mediante ingeniosas combinaciones de espejos.

El año 1633 el Emperador Fernando II nombra a Kircher profesor de Matemáticas en Viena, para suceder a Johannes Kepler. Dados los peligros que implicaba viajar por Alemania estando en plena guerra, decidió hacerlo por el norte de Italia. Embarcó en Aviñón en dirección a Marsella pero, tras un accidentado viaje en el que sufrió varios naufragios, termina desembarcando en Roma. Nunca llegó a Viena. Desde ese año hasta su muerte, Kircher permaneció como profesor en Colegio Romano de los Jesuitas, que gozaba en aquel tiempo de una merecida fama.

Los acontecimientos ocurridos en 1638 marcarán definitivamente sus intereses y evolución intelectual. Llevaba un año de viaje por Italia, había ido a Sicilia y después a Malta, siempre interesado en estudios de las Ciencias Naturales. En Siracusa quiso comprobar por sí mismo si Arquímedes fue capaz de quemar las naves romanas con unos espejos. Cuando se encontraba en el viaje de regreso, entran en erupción el Etna y el Estrómboli. Al llegar a Calabria se produce un terremoto. Aquel año parece que los dioses de las profundidades se hallaban especialmente inquietos y, ya en Nápoles, el Vesubio da muestras de una erupción inminente. Kircher sube a la cima y se introduce en el cráter para hacer observaciones desde la primera línea (Gómez de Liaño, 1990). Estas experiencias supondrán la base de sus estudios de la Tierra o *Geocosmos*, como acostumbra a denominarla. Es en

tonces cuando concibió la idea de publicar una gran obra sobre la Tierra y escribe el *Prefacio al Mundus Subterraneus*.

En los años que siguen alterna sus clases de Matemáticas en el Colegio Romano con sus investigaciones y escritos. A partir de 1646 fue descargado de su tarea docente para que pudiera emplearse en la redacción de su vasta obra.

La obra de Kircher es de una diversidad y extensión sorprendente, aborda temas tan diversos como la interpretación de los jeroglíficos egipcios (*Oedipus aegyptiacus*, de 1656), tratados de lenguas orientales, cultura china (*China Monumentis*, de 1667), Paleontología, Geofísica y Magnetismo (*Ars magnetica* de 1631), Matemáticas, Medicina, Zoología, etc. Sus libros tienen notable éxito por su claridad expositiva, acude con frecuencia a las anécdotas, acompañaba al texto con preciosas litografías y, al escribir en latín, se difundieron sin dificultad por toda Europa. Su afán divulgador le llevó a montar en Roma un gran Museo de Ciencias Naturales (conocido luego como *Musaeum Kircherianum*) (Ellenberger, 1988)¹. Del mismo modo, se le atribuyen muchos “inventos” curiosos, entre ellos, un sistema de proyección a través de colores, que puede considerarse antecesor del cinematógrafo.

EL GEOCOSMOS DE KIRCHER

Como se ha indicado, los acontecimientos vividos por Kircher en 1638 le convencen definitivamente de la necesidad de realizar una obra que recoja todo el saber sobre el funcionamiento del planeta. Ese año publica el *Prefacio al Mundus Subterraneus*, y en él expresa de manera explícita lo que quizá constituya su mayor aportación: el convencimiento de las relaciones existentes entre diferentes procesos geológicos:

“Después de tantas pruebas por mar y tierra y tras haber explorado la increíble fuerza de la naturaleza que opera en las galerías subterráneas, me sobrevino un gran deseo de conocer si el Vesubio tenía alguna relación con el Strómboli y el Etna en esta terrible naturaleza.” (Traducción de E. Sierra, 1981).

El paso definitivo no lo dará hasta 1654 con la publicación de *Iter extaticum coeleste*. El éxito de este libro le anima finalmente a escribir *Mundus Subterraneus* (1665) su obra cumbre. Para hacerlo recopila, con frecuencia de manera acrítica, numerosas informaciones que le llegan de los más lejanos lugares:

“Habiendo recibido muchas peticiones para publicar esta obra [*Mundus Subterraneus*], que trata de los más variados accidentes de la naturale-



Figura. 2. Frontispicio del tomo I *Mundus Subterraneus* (la fecha que aparece es la de la realización del grabado).

za que pueden manifestarse en las partes más remotas y viendo que iba a necesitar ayudas para ello, me pareció que valía la pena escribir a todas las provincias de Europa y muy especialmente a los peritísimos varones de nuestra Compañía rogándoles que si algo hubiese escondido en sus respectivas regiones tanto en el agua como en los montes, cuevas, ríos, minas, hierbas, animales o alguna otra cosa desconocida o exótica de la naturaleza que fuese digna de admiración, tuviesen a bien transmitírmela...” (Traducción de E. Sierra, 1981).

Mundus Subterraneus es un gran tratado sobre lo que el autor denomina *Geocosmos*: el mundo terrestre considerado como una unidad, a medio camino entre el *Macrocosmos* (el mundo, *kosmos* en griego) y el *microcosmos* (el organismo humano). Para Kircher la Tierra es como un gran organismo, con una osamenta pétrea formada por las cordilleras, un núcleo central formado de fuego conectado con grandes cavidades subterráneas por las que cir-

(1) El *Musaeum Kircherianum* fue dirigido por Athanasius Kircher en Roma. Era una continuación de la colección iniciada por Alfonso Donmines en 1650 en el Colegio Romano. Comprendía colecciones de curiosidades, rarezas naturales, arqueología, etnografía, instrumentos científicos, malacología, rocas, minerales y fósiles, etc. Jorge de Sepi, bajo la dirección de Kircher, publicó en 1678 un catálogo del mismo. Los restos del *Musaeum Kircherianum* se dispersaron en 1913, integrándose parte de ellos en el Museo Paleoeotnográfico del Museo de Roma, y otros en los fondos del Museo Nazionale de Castel Sant'Angelo.

cula el fuego (los *pirofilacios*) cuyos respiraderos serían los volcanes, otras por las que fluye el agua (los *hidrofilacios*) que se comunicarían con las fuentes y los mares, y otras por las que el viento sopla (los *aerofilacios*).

Los elementos de este *Geocosmos* se encuentran interrelacionados permitiendo que el planeta tenga una dinámica global impulsada por el fuego central. Así, este motor hace circular materiales ígneos por canales subterráneos que calientan el agua de los hidrofilacios convirtiéndola en vapor, generando de esta manera una circulación permanente que compara con el modo en que las venas transportan la sangre por el cuerpo:

“Que en las vísceras de la Tierra existen abismos enormes llenos de fuego, lo demuestra la existencia de los montes de Vulcano, cuyo fuego no se deriva como cree el vulgo de la base de los montes, sino que tiene sus oficinas en las más profundas vísceras de la Tierra, sirviendo los montes como respiraderos del hollín superfluo y para desahogar la fuerza de los calores internos, para que no terminen con la Tierra (...).

“Así, fue congruo con la naturaleza señalar el centro de la Tierra como el lugar propio del fuego de modo que desde este pirofilacio central se comunicase a otros pirofilacios superiores y a la superficie misma de la Tierra por medio de conductos subterráneos, porque la naturaleza de este elemento le lleva a dirigirse siempre de abajo arriba. El hecho de que este calor dure perennemente y que a pesar de tantas expiraciones no llegue a consumirse se debe a la continua periclosis [ciclo] de la naturaleza: porque al ser el Geocosmos el globo terráqueo, del mismo modo que el fuego recibe del aire la vida y extrae del agua el necesario alimento, así también el fuego comunica fuerza y vida a los elementos acuosos y aéreo por medio de un comercio recíproco, de modo que no puede existir el uno sin el otro”. (Traducción de E. Sierra, 1981)

La interpretación *organicista* es de raíz platónica (Capel, 1980). Así, en el *Timeo*, Platón señala “el mundo es realmente un ser vivo, provisto de un alma y de un entendimiento”. Pero no es la única idea

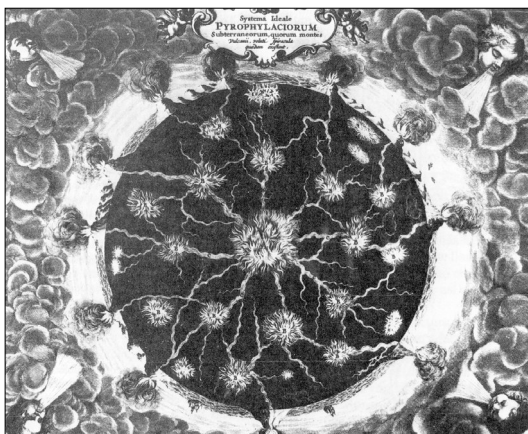


Figura. 3. Pirofilacios.

que toma Kircher del sabio griego que también habla de la existencia en el interior terrestre de una circulación interna de grandes ríos de fuego. Junto con estos elementos platónicos introdujo otros más claramente aristotélicos que le aportan una concepción algo más mecánica del mundo. Con la filosofía neoplatónica está también relacionada la importancia atribuida al sol y al fuego en la generación de los fenómenos y en la constitución interna de la Tierra.

Kircher parece encontrarse entre dos mundos: por un lado, su mente está lastrada por el método y el pensamiento escolástico (fundamentalmente platónico y aristotélico) y, por otro lado, su capacidad intelectual y su desmesura le llevan a acumular una ingente cantidad de datos que hace de él uno de los hombres más “eruditos” de su época, integrando interpretaciones a la vez demasiado audaces (por la fantasía desbordada) y conservadoras (por el interés de incluir todo en el paradigma cerrado escolástico).

Con todo, *Mundus Subterraneus* es, con el *Prodromus* de Steno (1669), una de las aportaciones fundamentales que se hicieron en el siglo XVII al debate sobre la estructura interna de nuestro planeta y a su funcionamiento. Incluso, para Robert Lenoble (1969), *Mundus Subterraneus* es el primer texto de geología moderna.

CONTEXTO CIENTÍFICO DE KIRCHER

Athanasius Kircher dispuso de unas condiciones intelectualmente privilegiadas: su ámbito familiar y estudios en Alemania, su pertenencia a la Compañía de Jesús que desempeñó un papel relevante en la difusión del pensamiento científico en el siglo XVII y, muy especialmente, los 47 años que pasó en Roma enseñando en el Colegio Romano le dotaron de excelentes relaciones. Así, en este centro neurálgico de la intelectualidad de su Orden, tuvo acceso a los informes que los jesuitas enviados por el Papa y el Padre General remitían a Roma.

El siglo XVII es destacado por los historiadores de la Ciencia como el período clave del nacimiento de la Ciencia moderna. En la primera mitad destacan figuras como Bacon, Kepler, Galileo y Descartes, mientras que la segunda mitad está dominada por la figura de Newton y cuenta con una obra tan clave para la Geología moderna como la realizada por Niels Stensen (Steno), además de pensadores como Hooke y Leibniz. Es el momento de la duda metódica, de la experimentación y de la ruptura entre magia y Ciencia.

La nueva concepción científica se ve favorecida porque sus protagonistas se reúnen en torno a Círculos, Sociedades y Academias como *La Royal Society* de Londres, *La Academia del Cimento* en Italia o, en Francia, *La Académie Royale des Sciences*. Esta circunstancia, junto con que continúa siendo general el uso del latín, facilita el intercambio intelectual.

¿Es Kircher un gran renovador científico o más bien un trasnochado personaje del renacimiento? No resulta fácil ofrecer una respuesta ca-

tegórica. Ellenberger (1988) define así al prototipo de hombre del renacimiento: “Su afán de saber no tiene límites, lo mismo que su fiebre por publicar. Lega a los siglos futuros una cantidad de libros enorme, admirablemente ilustrados...” Parece, efectivamente, que está haciendo un retrato de Kircher. En él todavía la Ciencia no ha roto con la magia, razón por la cual nuestro personaje es visto por algunos historiadores de la Ciencia más como un tardío hombre del renacimiento que como un exponente de la Ciencia moderna que se gesta en el XVII. Claro que, según Rossi (1974), es lo que le ocurre a Francis Bacon que pasa por simbolizar el paradigma del defensor del “método científico”.

Las teorías de la Tierra en el siglo XVII

Para ubicar mejor a Kircher conviene tener en cuenta que en las Ciencias de la Tierra el salto entre el siglo XVI y XVII se encuentra mucho menos marcado que en la Física. No es en el método de trabajo donde se producirán grandes innovaciones (quizá con la única excepción de Steno) sino en el interés por ofrecer modelos globales que permitan disponer de una perspectiva planetaria del origen, estructura y dinámica de la Tierra. Como señalan diversos historiadores de la Geología (Adams, 1938; Toulmin, 1965; Gohau, 1983; Capel, 1985 o Ellenberger, 1988) si algo caracteriza a los siglos XVII y XVIII es su interés por ofrecer grandes teorías de la Tierra.

Algunas de estas grandes síntesis cosmográficas tenían la pretensión de reconstruir “físicamente” la historia pasada del planeta reinterpretando, sin alejarse de la letra, las ideas bíblicas de la Creación y del diluvio universal. Es el caso de Thomas Burnet y su influyente *Telluris Theoria Sacra* (1681), de John Woodward y su *An essay towards a Natural History of the Earth* (1695), de Johann J. Scheuchzer y su *Jobi Physica Sacra* (1721), o de Louis Bourguet y sus *Lettres philosophiques sur la formation des sels et des cristaux...* (1729). Mientras que otras ofrecen una visión “laica” del planeta. Entre todas ellas destaca la ofrecida por Descartes (1596-1650) en los *Principia Philosophiae* (1644) cuya cuarta parte titula “De la Tierra” y en la que describe el proceso por el que nuestro planeta adquirió su estructura actual. Para ello seguirá el método que señala en el apartado IV de la tercera parte “deseamos deducir de las causas la explicación de los efectos y no de los efectos la de las causas”, exponiendo lo que para Gohau (1983) es más una “embriogénesis” que una historia de la Tierra.

Según Descartes la Tierra es un astro que se ha enfriado en su parte externa pero no en su interior, que mantendría una materia similar a la solar. Sobre este hilo conductor reconstruye la evolución de una Tierra estructurada en capas, en la que puede adivinarse el modelo tectónico que dos siglos más tarde propondrá la teoría contraccionista. Descartes está más interesado en ofrecer un modelo que posea gran coherencia interna, y que resul-

tase irreprochable desde la lógica, que en contrastar esas ideas con observaciones naturales. Desde esta perspectiva puede decirse que la teoría de la Tierra cartesiana es muy poco geológica, ni siquiera utiliza procesos que ya se encontraban perfectamente asumidos como la erosión o la sedimentación, tampoco alude al debatido problema del origen de los fósiles.

Kircher y la filosofía magnética

Otra perspectiva que puede ayudar a situar la gran construcción racional del *Geocosmos* de Kircher es el compromiso de los jesuitas del Colegio Romano con la llamada *Filosofía Magnética*. En el siglo XVII se acude a explicar muchos fenómenos naturales invocando conceptos antropocéntricos como los de *atracción* y *repulsión*, o *simpatía* y *antipatía* entre elementos naturales. Así, proliferó la literatura sobre los imanes y su influjo en los humanos. Rossi (1998) cita al jesuita Nicolás Cabeo que recoge una serie de creencias muy extendidas en su tiempo (escritas en 1629) acerca de cómo el ajo puede debilitar la fuerza de un imán, o cómo puede un imán reconciliar a unos esposos o revelar un adulterio (¡Dios nos libre!), creencias que Cabeo se encarga de rebatir.

Partiendo de una ruptura no siempre clara con estas creencias, los científicos investigan las fuerzas de los imanes. Un hito importante lo constituye la publicación en 1600 del libro *De magnete magneticisque corporibus et de magno magnete Tellure physiologia nova* que ciertos historiadores consideran el primer libro “moderno” de Física. Su autor es el médico William Gilbert (1540-1603) y llega a la conclusión de que la Tierra misma es una calamita con polaridades magnéticas que coinciden con los polos geográficos. Con todo, en el trasfondo del libro de Gilbert hay una visión mágico-vitalista. La materia no está exenta de vida ni de percepción. La calamita posee un alma que es incluso superior a la humana. La atracción eléctrica se ejerce a través de *effluvia materialis*. La Tierra es la *mater communis* en cuyo vientre se forman los metales. Todo el mundo está animado y “todos los globos, todas las estrellas e incluso la gloriosa Tierra han sido gobernados desde el principio por sus propias almas, y de ellas procede el impulso de autoconservación”.

Kircher considera a Gilbert un gran estudioso del magnetismo. Toma de él algunas ideas importantes, pero difiere en cuestiones básicas. Así, en *Mundus Subterraneus* critica el presunto error de aceptar “la monstruosa doctrina del movimiento de la Tierra”. Además, concluye Kircher, si la Tierra fuera un imán “las herraduras de los caballos y los mulos quedarían adheridas al suelo y no habría forma de separarlos”.

No resulta fácil, desde la perspectiva actual, comprender cómo pueden integrarse creencias mágicas con la pretensión por el rigor científico, pero es esa una de las señas de identidad de la época y

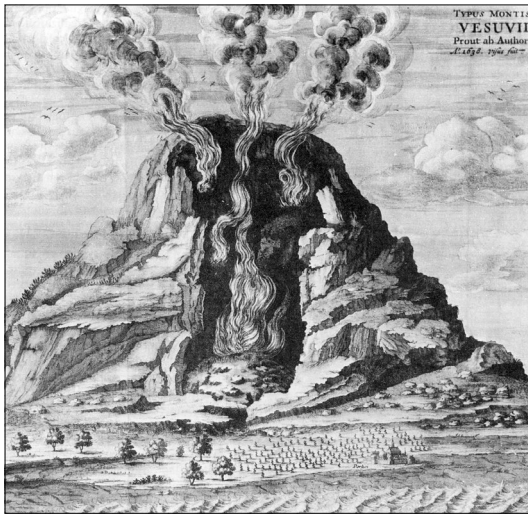


Figura. 4. La erupción del Vesubio según Kircher (*Mundus subterraneus*).

Kircher es sin duda un producto representativo de esas contradicciones (Sequeiros, 1999). Puede decirse, en síntesis, que el personaje que nos ocupa inicia con su *Mundus Subterraneus* (1665) lo que será una larga serie de ambiciosas teorías de la Tierra y, desde este enfoque, debe considerársele un precursor, un innovador. Pero, al mismo tiempo, recoge como nadie una tradición que viene desde el mundo clásico y ciertas facetas de su personalidad hacen que encaje mejor en el siglo XVI.

En España, la obra de Kircher tuvo gran influencia. Sus rasgos aparecen en diversas formulaciones organicistas de la segunda mitad del siglo XVII y XVIII como Juan Eusebio Nierenberg, Pedro Hurtado de Mendoza, José Zaragoza, Diego de Torres y Villarreal y otros muchos (Capel, 1980, 1985 y López Piñero, 1979).

UN MODELO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL PLANETA

Por encima de cualquier otro, el mérito de Kircher reside en proponer un modelo global para interpretar el planeta. Modelo que, desde la perspectiva actual, consideramos lleno de atavismos y vemos cómo con frecuencia se encuentra más próximo a la alquimia que a la Ciencia moderna. En todo caso, para valorar su propuesta quizá convenga señalar que si algo ha caracterizado la historia del conocimiento en las Ciencias de la Tierra es la búsqueda de un modelo capaz de explicar cómo funciona el planeta, búsqueda que ha proporcionado, por ejemplo, la revolución movilista y no resulta demasiado arriesgado pronosticar que, tras la tectónica de placas, la futura revolución en esta área del conocimiento incluirá este objetivo.

Todas las ciencias, y las de la Tierra no constituyen ninguna excepción, para avanzar necesitan contar con unos trabajos de análisis y otros de síntesis. Durante la segunda mitad del XIX y la primera

del XX la geología se preocupó sólo de los primeros y no pareció interesarse por disponer de una perspectiva global. El investigador canadiense Tuzo Wilson denunciaba en 1968 esta situación. Lo hacía en un histórico artículo en el que declaraba que se había producido una revolución en las Ciencias de la Tierra (cuya traducción, realizada por Montse Domingo, fue divulgada por esta revista en 1993 con motivo de su 25 aniversario). En él, Wilson hacía un balance de la situación de la Geología, se quejaba de la ausencia de enfoques holísticos y se preguntaba “¿Por qué el estudio de la Tierra está tan fragmentado? ¿Por qué hay tan pocos trabajos de Geología a escala mundial?”

La clave de la revolución movilista, como ha ocurrido en otras ciencias, no fue tanto que se “vieran más cosas” cuanto que se vieron las cosas con “ojos nuevos”.

Entre todos los intentos de ofrecer perspectivas holísticas que le diesen unidad al planeta o, si se prefiere, entre todos los modelos propuestos sobre el funcionamiento de la Tierra destacan dos ideas básicas, o metáforas felices, que han tenido un carácter recurrente:

La **metáfora organicista**, que Kircher trabajó como nadie, que adquirió diversos formatos a lo largo del XVIII y que ha resucitado Lovelock en la actualidad.

La **metáfora mecanicista**, surgida de la revolución científica del siglo XVII, y que de alguna manera seguimos usando casi todos, por ejemplo al referirnos a la Tierra como “la máquina térmica”. En este enfoque, pero con un determinismo más marcado, se inscribe también esa visión cíclica y recurrente de la que se nutre el llamado “ciclo geotectónico” y el “ciclo de las rocas” que, por cierto, va siendo hora ya que desaparezcan de los libros de texto.

Ocurre que la Tierra no se deja limitar por la simplicidad y el reduccionismo de un comportamiento mecánico, ni por el ritmo cadencioso de un ciclo. Como dice Anguita (1990) el *ciclo geotectónico* “es sencillamente inaplicable a la historia de los procesos de formación de las cadenas de montañas” y poco compatible con la teoría de la tectónica de placas, ya que “el vagar de los continentes a través de la superficie del planeta es un proceso mucho más aleatorio, que por ello explica mucho mejor la gran diversidad de cadenas de montañas que se producen a causa de su colisión”. Hoy se asume mayoritariamente que la historia de la Tierra no se ajusta a un modelo cíclico, aunque tampoco a uno lineal, a pesar de la progresiva pérdida de calor del interior terrestre, sino a un modelo de irreversibilidad no lineal (Pedrinaci, en prensa).

No debe finalizarse una reseña, por breve que sea, de los modelos unificadores y holísticos sin hacer mención a la relevancia de las aportaciones que se están realizando desde la consideración de la **Tierra como Sistema** (ver monográfico, 1998 “Las Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente” *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*). Este enfoque, conocido internacionalmente como perspectiva

"Earth System", gestado en los años ochenta, ha adquirido un notable desarrollo en la década de los noventa y está protagonizando en los países anglosajones los cambios curriculares más innovadores en las Ciencias de la Tierra.

BIBLIOGRAFÍA

Adams, F.D. (1938, 1954). *The birth and development of the Geological Sciences*. Dover Public.Inn., New York, 506 pp.

Anguita, F. (1990). El concepto de geosinclinal tras la revolución movilista: otro desajuste entre la ciencia actual y la ciencia en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 4, 2, pp.133-139.

AA.VV. (1818). *Biographie Universelle, ancienne et moderne*. L.G.Michaud Librer., París, voz "Kircher", vol. 22, pp. 440-447.

AA.VV. (1857). *Biografía Eclesiástica completa*. voz "Kircher", Tomo XI, pp. 735-745.

AA.VV. (1998). Monográfico: Las Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (I). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, AEPECT, 6 (1), 1-95.

Capel, H. (1980). Organicismo, fuego interior y Terremotos en la ciencia española del siglo XVIII. *Cuadernos Geo-Crítica*, Barcelona, nº 27/28, pp. 1-94.

Capel, H. (1985). *La Física Sagrada. Creencias religiosas y teorías científicas en los orígenes de la geomorfología española*. Ediciones del Serbal, Barcelona, 223 páginas.

Coradino, S. (en prensa). Voz "Athanasius kircher". En AA.VV.. *Diccionario Histórico de la Compañía de Jesús*. Roma (aparición en 2000).

Ellenberger, F. (1988). *Histoire de la Geologie. Tome I. Des Anciens à la premiere moitié du XVIIIe siècle*. (Trad. Cast. *Historia de la Geología. tomo I: De la antigüedad al siglo XVII*. MEC-Labor, Barcelona, 282).

Ellenberger, F. (1994). *Histoire de la Géologie. tomo II: La grande éclosion et ses prémices, 1660-1810*. Tecn.et Docum. (Lavoisier), París, 381 pp, sobre todo, pp.71-76.

Gómez de Liaño, I. (1990). *Athanasius Kircher. Itinerario del éxtasis o las imágenes de un saber universal*. Ediciones Siruela. Madrid, 466 páginas.

Kangro, H. (1973). *Dictionary of Scientific Biography*. Amer.Council Learn.Society. Ch.Scribner's Sons Publ., New York, voz "Kircher", tomo VII, pp. 374 ss.

Kearney, H. (1970). *Orígenes de la Ciencia Moderna (1500-1700)*. Guadarrama, Barcelona, 253 pág.

Kircher, A. (1654). *R. P. Athanasii Kircheri e Societate Iesu Iter extaticum coeleste et terrestre*. Apud Andr. et Wolffg. Jun. Enderorum haeredibus. páginas 1-689. (La segunda edición es de 1660).

Kircher, A. (1665). *Athanasii Kircheri e Soc.Iesu Mundus Subterraneus, in XII libros digestus*. Amsterdam, Apud Joannem Janssonium et Elizeum Weyestraten. 2 tomos, 352+496 pp.

Kircher, A. (1989). *El Arca de Noe. El mito, la naturaleza y el siglo XVII*. Ediciones Octo, Madrid. Edición de Atilano Martínez Tomé de la edición de 1673, 319 páginas.

Langenmantel, H. A. edit. (1684). *Fasciculus epistolarum*. Augsburgo. Contiene una autobiografía de Kircher bajo el título: *Vita Admodum Reverendi Patris Athanasii Kircheri*.

López Piñero, J.M. (1979). *Ciencia y Técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*. Edit. Labor, Barcelona, 511 pág.

Lenoble, R. (1969). *Esquisse d'une Histoire de l'idée de nature*. Edit. Albin Michel, París.

Lovelock, J. (1993). *Las edades de Gaia*. Edit. Tusquets, Barcelona, 266 pág.

Pedrinaci, E. (1994). La historia de la Geología como herramienta didáctica. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 332-339.

Pedrinaci, E. (en prensa). *La enseñanza de los procesos geológicos internos*. Edit. Síntesis. Madrid.

Rossi, P (1974). *Francesco Bacon* (trad. Cast. 1990. *Francis Bacon: de la magia a la ciencia*. Alianza editorial).

Rossi, P. (1998). *El nacimiento de la Ciencia Moderna en Europa*. Edit. Crítica, Barcelona, 276 pág.

Sequeiros, L. (1996). Darwin como geólogo: sugerencias para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4 (1), pág. 21-29.

Sequeiros, L. (1999). La epistemología oculta de los paleontólogos. Los fósiles "bajo el crisol de Bacon". *Temas Geológico-Mineros (ITGE)*, 26, pág. 36-43.

Sequeiros, L.; Pedrinaci, E.; Álvarez, R.; Valdivia, J. (1997). James Hutton y su teoría de la Tierra (1795): consideraciones didácticas para la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 5 (1), 11-20.

Sierra, E. (1981). El Geocosmos de Kircher. Una cosmovisión científica del siglo XVII. *Cuadernos Geo-Crítica*, Barcelona, nº 33/34, pp. 1-81.

Sommervogel, C. (1893). *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus*. Bruselas-París, parte 1, vol. 9, columnas 1070-1077.

Toulmin, S y Goodfield, J. (1968). The Discovery of Time. (Trad. Cast. N. Míguez: El descubrimiento del tiempo. Edit. Paidós, Barcelona, 268 páginas.

Wilson, J.T. (1968). Revolution dans les Sciences de la Terre. *Vie et Milieu*, XIX, 2B, pp. 395-424. (Trad. Cast. Domingo, M. (1993): "Revolución en las Ciencias de la Tierra" en *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1, 2, pp. 72-79). ■