

EL PROBLEMA DE LA FORMA DE LA TIERRA EN ANAXIMANDRO. GEOCENTRISMO Y ESFERICIDAD

JOSÉ ANTONIO GARCÍA GONZÁLEZ
Universidad de Málaga, Departamento de Ciencias Históricas,
Área de Historia Antigua. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Málaga.

Resumen

Los investigadores actuales, siguiendo la tradición de la doxografía romana, han venido manteniendo la tesis de una concepción, por parte de Anaximandro, de una Tierra como planeta de forma cilíndrica; sin embargo, el análisis profundo de la información disponible sobre Anaximandro, a la luz de los autores griegos de época clásica y helenística, avalarían una concepción esférica del planeta, lo que concordaría con las teorías científicas y, sobre todo, la tesis geocéntrica del Universo basada en una explicación geométrica, expuestas por el filósofo.

Abstract

The current researchers, following the tradition of the Roman Doxografía, have been maintaining the thesis of a conception, on the part of Anaximander, of a land as a cylindrical-shaped planet; However, the deep analysis of the information available on Anaximander, in the light of the Greek authors of classical period and Hellenistic, would endorse a spherical conception of the planet, which would coincide with the scientific theories and, above all, the thesis Geocentric of the Universe based on a geometric explanation, exposed by the philosopher.

Palabras claves: Geocentrismo, Mileto, Ciencia griega, Esfericidad de la Tierra.

Key words: Geocentrism, Miletus, Greek Science, Sphericity of the Earth.

Recibido el 16 de febrero de 2019 — Aceptado el 19 de marzo de 2019

Una de las figuras más destacadas en los inicios de la ciencia griega ha sido, sin lugar a duda, Anaximandro de Mileto¹. El conocimiento que nos ha llegado de

Anaximandro, y de los llamados filósofos presocráticos², denominados *physici* o *physiology* por Aristóteles³, es no sólo escaso, sino controvertido, lo que no impide que haya que situarle como uno de los primeros científicos del mundo antiguo y del inicio de la Ciencia occidental.

Este desconocimiento viene propiciado, entre otros factores, por la pérdida de las obras de estos autores en particular, y por el tratamiento del tema que hace la doxografía posterior. A ello hay que añadir el que nuestra información procede en gran medida de fuentes secundarias, de autores muy posteriores, en muchos casos de varios siglos, los cuales ya adolecían de dicha pérdida y, además, manifestaban una difícil comprensión de las explicaciones y los problemas tratados⁴. En cualquier caso, dicha información es el resultado de una larga cadena de transmisiones, en las cuales desconocemos muchos de sus eslabones.

Sabemos que Anaximandro era natural de Mileto, coetáneo y conciudadano de Tales de Mileto, al que algunas fuentes presentan como su maestro, dado que compartieron el interés por la investigación científica y el conocimiento. Su vida se suele situar entre finales del siglo VII y la primera mitad del siglo VI a.C., fijándose el nacimiento entre 618 y 610 a.C., y su muerte entre 546 y 545 a.C.⁵. Según Apolodoro⁶, hacia 547-546 tendría 64 años.

Se le atribuye una obra escrita, *Sobre la Naturaleza*, la primera obra en prosa de la que tenemos noticia, dedicada a la *Physis*, la “Naturaleza”, en la que expondría sus teorías y conocimientos, y que, con toda probabilidad, habría llegado a la biblioteca del Liceo, recalando en manos de Aristóteles, Teofrasto y Eudemo, y que, al parecer, según algunos críticos, pudiera haber llegado también a las manos del cronólogo Apolodoro (noticia esta, poco probable), pero de la que no se ha conservado nada⁷. Fuentes posteriores presentan diferentes títulos para dicha obra, planteando la posibilidad de que no fuera sólo una⁸.

Hay indicios suficientes como para plantear la hipótesis de que habría viajado a Egipto y Babilonia, donde habría entrado en contacto con la astronomía, las matemáticas y otros conocimientos presentes en estas culturas, de ahí que las fuentes le relacionen con la introducción de estos conocimientos en el mundo griego. Así se le atribuye la introducción y el uso del polo y el gnomon⁹, como nos corrobora Heródoto¹⁰, junto a otros conocimientos astronómicos y matemáticos.

Al igual que los demás científicos griegos, su campo de conocimiento e interés abarcaba la Naturaleza en toda su amplitud, la *Physis*, entendiendo por tal, toda la realidad de la que formamos parte y nos rodea, el Universo desde el mundo de lo grande al mundo de lo pequeño¹¹.

También habría intervenido en la vida política de Mileto, donde se destaca su participación en la fundación de la colonia de Apolonia Póntica¹², al frente de la cual

habría estado proporcionándole las primeras leyes¹³. Nada sabemos de su concepción política, pero se cree que podría haber influido en las tesis pitagóricas y en las primeras concepciones políticas griegas vinculadas con las ideas de equilibrio e igualdad. Para algunos autores el vocabulario y las concepciones cosmológicas y filosóficas podrían tener su origen en el debate político y jurídico de la época¹⁴. No era rara la implicación política de estas personalidades, como vemos después en algunos pitagóricos, Demócrito, Empédocles, Aristóteles, Platón, Anaxágoras, Hipódamo y el mismo Heráclito.

Destacables son sus explicaciones sobre el origen del Universo y de la vida, incluyendo el origen del hombre, en las que, por primera vez, que sepamos, se hace un abordaje racional de este tipo de cuestiones, teorías que no dejan de ser sorprendentes dada las conexiones que, salvando las distancias, podemos establecer con los planteamientos actuales.

Su teoría cosmológica parte de la idea de que el principio de todo está en una especie de materia amorfa, una sustancia o masa de partículas a la que llama *ápeiron*¹⁵. Este principio no puede ser percibido por los sentidos, aunque sí puede ser pensado. Según Aristóteles¹⁶, Anaximandro concibe el *ápeiron* como una sustancia más sutil que el agua y más densa que el aire, una sustancia intermedia entre ambas, aunque a veces, se le considera como intermedia entre el aire y el fuego¹⁷. En todo caso es concebido como una mezcla, sería como una fusión inicial indeterminada de todos los contrarios, dotada de un movimiento eterno, cuyo precedente habría que buscarlo en el Caos hesiódico.

Este principio es concebido como infinito en cuanto a cantidad e indeterminado en cuanto a cualidad. El *ápeiron* no representa una realidad particular, un *idion*, sino el fondo común de todas las realidades, lo *koinon*, lo que abarca a todos los elementos y los liga unos a los otros, sin identificarse con ninguno¹⁸.

El *ápeiron* tiene un sentido tanto temporal como espacial, es, fue y siempre será, no tiene ni principio ni fin. De esta materia primaria, inengendrada e imperecedera, inmortal e indestructible, el mundo surge por separación en virtud del movimiento eterno. Esta idea aparece también en algunos textos órficos. El *ápeiron* se puede equiparar al Caos hesiódico y a la idea órfica que proponía una materia infinita en cuyo seno surge el huevo cósmico. La limitación de lo ilimitado mediante la imposición de números sobre él se aplica a ambas esferas y ello conlleva la generación del *kósmos*. Podemos plantear que Anaximandro reemplaza una cosmogonía mítica por una cosmogonía científica.

Él dice que, en el nacimiento de este cosmos, un germen de calor y frío se separó de la sustancia eterna y de él surgió una esfera de llama en torno al vapor que rodea la Tierra, ciñéndolo como la corteza ciñe al árbol. Cuando aquella se rasgó y se separó en varios anillos, se originaron el Sol, la Luna y las estrellas (Eusebio, *Stromateis*).

En un principio estaba incandescente, y un día explotó y se rompió en partes; cada parte es un astro, uno de los cuales es la Tierra. La Tierra era una parte del *ápeiron* que también en un principio estaba incandescente; su superficie se enfrió y se convirtió en una pasta fangosa, en la que debido al calor interno se produjeron unas exhalaciones vaporosas que dieron lugar a la atmósfera. En esta masa fangosa, una especie de limo, surgió la vida, como consecuencia de la acción del calor sobre la humedad, de modo que los primeros seres vivos habrían surgido en dicho medio, en dicha materia fangosa y putrefacta; pero, a la vez, debido al influjo del calor y del aire que envuelve la tierra, se fue secando, y por un lado surgió la tierra dura y por otro el agua¹⁹. Los seres vivos tuvieron que adaptarse a los nuevos medios, y unos se adaptaron al agua y otros a la tierra, llegando mediante evolución a la aparición de los seres vivos que conocemos, entre ellos, los seres humanos²⁰.

En general, para los físicos y filósofos griegos, hablar de Anaximandro en el plano cosmológico y físico es hablar de los siguientes planteamientos:

- Explicación racional del cosmos; elaboración del primer modelo astronómico y cosmológico del Universo desde una perspectiva física, geométrica, racional y científica.
- Teoría generacionista a partir del *ápeiron* como *arche*, tanto del Universo como de la vida.
- Concepción geocéntrica del Universo.
- Planteamiento matemático y geométrico para explicar la posición de la Tierra en el Universo: puesto que no necesita ningún tipo de soporte, y dado que está en el centro, es equidistante a todos los puntos del Universo, no hay un arriba ni un abajo, todas las direcciones espaciales son relativas y equidistantes al centro.
- Distribución y conocimiento de los diferentes cuerpos astrales en dicho Universo, a partir del centro siguiendo un orden: Luna, Sol, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno.
- Primeros cálculos del tamaño y la distancia entre dichos astros.

En este contexto, uno de los muchos temas que sabemos que abordó en su investigación y elaboración del modelo cosmológico y astronómico del Universo fue el de la forma de la Tierra, su posición en el Universo, su tamaño y distancia respecto a los demás astros, y la configuración de su superficie. La información que sobre ello nos ofrecen las fuentes no está exenta de polémica, tanto en cuanto a contenido como en su significación y proceso de transmisión, así como de la comprensión e interpretación que la doxografía ha hecho de ella.

Respecto a la imagen de la Tierra en Anaximandro, los estudiosos actuales interpretan y atribuyen al milesio una concepción cilíndrica de la Tierra siguiendo las ideas transmitida por algunas de las fuentes tardías, sin ningún tipo de argumento demostrativo que avale tales teorías, y sin prestar atención a las muchas dudas, in-

comprensiones e incoherencias que detectamos en tales fuentes, a lo que hay que sumar el choque con las concepciones y teorías que se atribuyen al milesio.

El problema que tratamos aquí es el de la forma de la Tierra, el cual se puede centrar en si hemos de aceptar una concepción cilíndrica, como se viene manteniendo, o si, por el contrario, hemos de plantear una imagen esférica, la cual sería coherente con sus planteamientos básicos y con la imagen que del milesio podemos detectar en las fuentes clásicas y helenísticas, y en sus inmediatos seguidores.

La forma cilíndrica aparece sólo en la doxografía tardía, en concreto en Pseudo-Plutarco²¹, de donde posiblemente la tomen Hipólito²² y Aecio²³, todas ellas posteriores al siglo II d.C. No sabemos de dónde parte tal información ni cuál es su origen, pues ninguno de estos autores pudo tener acceso a la obra del filósofo, y en la información conservada de los autores anteriores en ningún momento se alude a dicho planteamiento, ni hay indicios de tal teoría.

158 (12 A 10) Ps. Plut.,2: En cuanto a la forma, la tierra es cilíndrica, y su espesor es un tercio de su ancho.

159 (12 A 11) Hipol. 1, 6, 3; Su forma [esto es, la de la Tierra], es anular, redonda, semejante a una columna de piedra; en una de sus superficies planas estamos situados, pues hay otra antípoda.

160 (12 A 25) Aecio 1,11 10, 2: Anaximandro dice que la tierra es similar a una columna de piedra.

Partiendo de esta información la mayoría de los investigadores y estudiosos modernos, como Guthrie, R. Kahn, Kirk y Raven, Couprie o Popper entre muchos otros²⁴, han considerado válida la concepción cilíndrica de la Tierra como originaria de Anaximandro, sin cuestionar ni argumentar tales planteamientos y obviando las posibilidades que plantean otras fuentes.

Frente a la postura de Pseudo-Plutarco, encontramos el testimonio de Diógenes Laercio, autor también del siglo II d.C., quien en su obra *Vidas de los filósofos ilustres*, atribuye al milesio una concepción esférica a la Tierra:

154 (12 A 1) D.L., 11 1: La tierra está situada en el medio [del universo], ocupando el puesto de un centro, y es de forma esférica.

Se conceda más veracidad a la opinión de Pseudo-Plutarco o a la de Diógenes²⁵, el debate esta servido, pues no hay acuerdo en la imagen que la doxografía ofrece sobre este tema. No sólo por el debate que se genera como consecuencia de la información de estas fuentes tardías, sino por la información y concepciones que detectamos durante la época clásica y helenística, por lo que se hace necesaria una revisión y valoración de toda esta información si queremos dar una posible solución al problema planteado.

Existen importantes diferencias entre lo que podemos considerar como fuentes primarias, integradas por las noticias y testimonios de autores que pueden llegar hasta época helenística, y las fuentes y doxografía posterior, conformada por autores que abarcarían, sobre todo, desde el siglo I al siglo XV d.C. De entrada, hemos de

tener presente que las fuentes primarias, suelen ser más fiables a la hora de transmitir las ideas y pensamientos del autor en cuestión, entre otras cosas, por la proximidad temporal, las líneas de pensamiento, y también, por el hecho de haber podido tener acceso a su obra. Tal sería el caso de Platón, Aristóteles, Eudemo o Teofrasto, respecto al conjunto de los llamados filósofos presocráticos. Por otro lado, la mayoría de las fuentes secundarias, sino todas, derivan sus comentarios, testimonios y datos, de estas fuentes primarias, y con frecuencia, tras el paso por varias manos, hecho que complica aún más la fiabilidad de tal información, pues hablamos de interpretaciones de interpretaciones, en una especie de cadena con numerosos eslabones. Al final puede ocurrir que, entre las concepciones científicas del autor en estudio y las fuentes tardías de las que podemos servirnos, existan diferencias e incoherencias difíciles de salvar, como detectamos no sólo en Anaximandro, sino también en otros *physici*²⁶.

Se suele hablar de una escuela milesia, centrada en Tales de Mileto, Anaximandro y Anaxímenes, a los cuales se les relaciona como maestro y alumno en el orden expuesto. Una cuestión a dirimir es la de la realidad de su existencia ¿Existió realmente una escuela milesia? ¿puede hablarse de una escuela milesia?

En favor de dicho planteamiento jugaría el que todos ellos eran ciudadanos de Mileto o de ciudades vecinas, que compartieron espacio y tiempo, dado que sus vidas coincidieron en parte; puede establecerse un cierto hilo de continuidad en sus planteamientos y concepciones, y en el interés por la explicación racional de la Naturaleza; y, además, la tradición posterior los relaciona como maestro-alumno o discípulo, compañeros o sucesores. Como miembros de esta escuela se suele incluir a Pitágoras, Jenófanes, Hecateo de Mileto, Hipódamo y Leucipo.

Acceptemos o no la existencia de la escuela milesia, cuestión que no abordaremos en este trabajo, la tradición nos presenta a Anaximandro como maestro de Pitágoras, de Hecateo y de Jenófanes, y su influencia se extendería también a Hipódamo y Parménides, entre otros, llegando incluso a Demócrito²⁷. En todos ellos es elemento común el concebir una Tierra esférica en el centro de un Universo esférico con una justificación geométrica y el argumento de la equidistancia entre el centro y la periferia para explicar su estructuración²⁸, argumentación que en sus líneas básicas es planteada, defendida y enunciada por primera vez por Anaximandro.

No tenemos dudas sobre la fuerte influencia que las teorías y trabajos de Anaximandro ejercieron en las etapas siguientes del pensamiento científico griego.

Platón no nos menciona al milesio, sin embargo, es indiscutible que Sócrates lo tiene en mente cuando recurre a sus argumentos y concepciones en *Fedón*, para exponer su imagen del planeta:

Estoy convencido yo, lo primero, de que, si está en medio del cielo siendo esférica, para nada necesita del aire ni de ningún soporte semejante para no caer, sino que es suficiente para sostenerla la homogeneidad del cielo en sí idéntica en todas direcciones y el equilibrio de la Tierra misma. Pues un objeto situado en el centro de un medio homogéneo no podrá inclinarse más ni menos hacia ningún

lado, sino que, manteniéndose equilibrado, permanecerá inmóvil. Así que, en primer lugar, estoy convencido de esto. (Platón, *Phd.* 108e-109a).

Planteamientos similares encontramos también en *Timeo*²⁹, *Fedro*³⁰, y en otras obras del filósofo (*República*, *Leyes*, *Epinomis*...). Platón, al igual que sus predecesores, parte de la tesis de que los movimientos de los astros son aprehensibles por la razón y el pensamiento, pero no por la vista³¹. No es casual que Platón, conocedor de estas teorías, aunque no mencione a sus fuentes, recurra a los argumentos del milesio para demostrar y afirmar su concepción de la esfericidad de la Tierra y la distribución de los diferentes cuerpos celestes en el Universo³².

Esta argumentación matemática y, sobre todo, geométrica, será de nuevo utilizada por Aristóteles para reafirmar y demostrar su concepción geocéntrica que implica, sin lugar a duda, una imagen esférica del planeta, cuya demostración teórica y especulativa lleva a cabo el estagirita, con una argumentación que no duda en atribuir a Anaximandro.

De esta forma, pues, la mayoría especula acerca de estas causas; hay algunos, en cambio, que dicen que aquella permanece estable debido a la semejanza, como por ejemplo, entre los antiguos, Anaximandro: en efecto, lo que está instalado en el centro y se relaciona de manera similar con (todos) los extremos no tiene preferencia ninguna por desplazarse hacia arriba más bien que hacia abajo o hacia los lados; ahora bien, es imposible realizar un movimiento (a la vez) en sentidos contrarios: de modo que por fuerza permanecerá estable. (Aristóteles, *Acerca del cielo*, 295b).

Esta argumentación de Aristóteles es la culminación de una exposición en la que realiza una enumeración y crítica de las teorías que sobre el tema habían realizado los físicos anteriores. Critica la teoría que concibe una Tierra plana flotando en el agua; critica la teoría de una Tierra plana sostenida en el aire, bien por un torbellino, bien a modo de émbolo, y aborda también la teoría de Anaximandro³³.

Eudemo, alumno de Aristóteles, nos muestra a Anaximandro planteando no sólo una concepción geocéntrica del Universo, sino la distribución de los planetas, sus distancias, dimensiones y fenómenos astronómicos como los eclipses, planteamientos estos que se correlacionan con una tierra esférica tanto en Eudemo como en Aristóteles, lo que nos lleva también a ver su origen en Anaximandro:

Estas cosas, dice [Aristóteles, en *Del Cielo* II 10, 291a], “hay que examinarlas con los [conocimientos adquiridos] en astronomía”. Pues allí ha sido mostrado lo concerniente al ordenamiento de los planetas, de sus tamaños y distancias, y que Anaximandro ha sido el primero que habla de tamaños y distancias, según narra Eudemo cuando atribuye a los pitagóricos el haber sido los primeros en hablar del orden de la posición [de los astros]. Hasta ahora han sido reconocidos los tamaños y las distancias del Sol y de la Luna, cuyo estudio fue abordado primeramente a partir de los eclipses, y era natural que Anaximandro los descubriera, así como los de Mercurio y Venus a partir de la comparación con aquéllos. (12 A 19; Eudem., cfr., 146 W.; Simp., *In cael.* 471, 1)

No cabe duda de que las fuentes más antiguas no dudan en atribuir a Anaximandro la formulación de la teoría geocéntrica, en la cual, la Tierra no necesita ningún

tipo de soporte al ser el centro del Universo, y, por tanto, todos los astros y cuerpos celestes estarían equidistantes a dicho centro. Anaximandro habría sido el primer autor conocido que utiliza concepciones geométricas para explicar la posición y tamaño de la Tierra y su papel en el Universo.

Si el argumento de Anaximandro para defender el geocentrismo es la equidistancia de los astros situados en la periferia, es decir, de las estrellas fijas, con respecto al centro, la única figura geométrica que cumple dicha función es la esfera, como afirmaba Aristóteles³⁴. El cilindro no puede cumplir tal equidad. Por lo que, atendiendo a argumentos geométricos y matemáticos, habría que concebir una Tierra esférica en la imagen que al respecto construye Anaximandro.

En el campo de la Astronomía, se dice que construyo una esfera, es decir, una especie de modelo de los cielos, pero desgraciadamente no poseemos detalles sobre ella. También se decía que había inventado o introducido el cuadrante con varilla perpendicular (gnomon) y averiguado mediante su concurso los solsticios, las horas, las estaciones y los equinoccios³⁵. Un conocimiento cuyo origen habría que buscarlo en Mesopotamia:

“Fue el primero que dibujó el perímetro de la tierra y del mar y fabricó una esfera” (D.L., II, 1).

Otro argumento a valorar en el tema que estamos tratando es el referente al mapa atribuido a Anaximandro. Todas las fuentes coinciden en que la primera representación gráfica de la Tierra se atribuye a Anaximandro³⁶; dicho mapa es concebido en forma circular, y en él, las tierras emergidas están rodeadas de agua por la corriente del río Océano, de manera, que todos los continentes formarían, en realidad, un único continente. Imagen similar es atribuida también a Hecateo, considerado alumno de Anaximandro, y también la que encontramos en Heródoto, a pesar de sus críticas a los mapas milesios³⁷.

Eratóstenes dice que los primeros que se interesaron en geografía después de Homero fueron Anaximandro, discípulo y conciudadano de Tales, y Hecateo de Mileto. El primero dejó un cuadro geográfico, en tanto que Hecateo dejó un bosquejo que se puede creer -en razón de lo demás que escribió- que era suyo (Str., I, 7)

La primera mención sobre la existencia de mapas la encontramos en la obra de Heródoto. Si bien el historiador no menciona ni a Anaximandro ni a Hecateo al respecto, sin embargo, sus críticas y descripciones están marcadas por las obras de estos autores:

Pero me da risa ver que ya ha habido muchos que han trazado mapas del mundo sin que ninguno los haya comentado detallada y sensatamente: representan un Océano que, en su curso, rodea la tierra -que, según ellos, es circular, como si estuviera hecha con un compás- y dan las mismas dimensiones a Asia que a Europa (Hdt., IV, 36)

Heródoto aborda el tema criticando que no se comente con detalle dicha representación y que dibujen una tierra circular distribuida en dos continentes, Asia y

Europa, de similares dimensiones y características. Aunque no menciona a ningún milesio en concreto, sin embargo, en sus críticas a la cartografía jonia tiene presentes tanto a Anaximandro como Hecateo, entre otros autores, pues de la exposición del historiador se desprende que la representación de la Tierra en un mapa y el debate geográfico que ello implica estaba bastante extendido, al menos desde una perspectiva científica, no así en otras áreas, y que no fueron ellos, Anaximandro y Hecateo, los únicos físicos que elaboraron mapas de la Tierra.

Esta imagen de la Tierra, dividida en dos mitades por un eje central es la que describe Heródoto cuando nos aporta su propia visión del tema³⁸. El eje de simetría esta representado por el Mediterráneo, Mar Negro, Cáucaso, Mar Caspio y río Araxes, ocupando Europa la mitad Norte, y Asia, de la que formaría parte Libia, la mitad sur. Esta misma imagen es la que encontramos en la obra hipocrática de *Aires, aguas y lugares* (12 y ss.).

Las críticas de Heródoto profundizan y destacan también otros aspectos del tema:

- El desconocimiento de los límites de la Tierra que en las representaciones del mapa se dan como seguras.
- La distribución y límites de los continentes.
- La falta de explicación de las representaciones y contenidos de los mapas.
- Los mitos sobre la *eschathía*, sobre los confines.

Críticas que curiosamente no afectarían mucho a los trabajos de Anaximandro y Hecateo, dado que, en ambos, el mapa se acompañaría de una explicación al respecto, y dado que con ambos comparte en gran medida su concepción de la superficie terrestre y sus esquemas geográficos, basados en la geometría y la simetría del espacio.

En la distribución de los continentes o tierras emergidas podemos diferenciar, básicamente, dos imágenes o esquemas de trabajo: frente a una concepción bipartita de la superficie terrestre, encontramos otra concepción tripartita, en la que se distinguen sendos continentes: Asia-Libia y Europa³⁹. Respecto al tamaño, se mantiene la simetría, dado que Europa sería en tamaño similar a la suma de Asia-Libia⁴⁰.

Él está de acuerdo con la teoría general: el agua rodea a las tierras emergidas, si bien parte de estas tierras eran aun desconocidas; se conocía que Libia estaba rodeada por el Océano en toda su extensión, salvo en su unión con Asia⁴¹; respecto a Asia, se conocían todos sus límites excepto el extremo oriental, más allá de la India, dado que por el oeste limitaba con el mar Rojo y Libia, por el sur con el Océano, y por el norte con Europa⁴²; de Europa sólo se conocían los límites meridionales, aunque se suponía que también el Océano la rodearía, como incluso la propia mitología afirmaba, pero ello no había sido aún comprobado por nadie, por lo que toda afirmación al respecto debía de tener en cuenta esta realidad⁴³. Ahora bien, a pesar de esta delimitación geográfica, había que tener presente que las tierras emergidas podrían conce-

birse también como un único continente. En realidad, los límites establecidos entre estos continentes eran artificiales y no respondían a ninguna construcción física; y de hecho, no hay solución de continuidad entre ellos⁴⁴. Los ríos en los que se basan tales límites, mas que elementos de separación habría que verlos como elementos de unión, como podría ocurrir en el Nilo y en el Tanais o el Fasis⁴⁵. Tal división es un artificio humano para el historiador.

A pesar de todas estas críticas, el historiador termina aceptando las teorías jonias, concibiendo una imagen del mundo fundamentada en el eje de simetría que constituiría la línea que se extendería desde el Mediterráneo a la India (IV, 36) en la dirección Este-Oeste, y la línea marcada por los ríos Nilo-Tanais en el eje Norte-Sur.

La atribución a Anaximandro de la confección de un mapa, el primer mapamundi del que tenemos noticia, nos lleva a una representación de una Tierra esférica, la cual dibujaba redonda, como refiere Heródoto, dividida en varios continentes, donde el agua circundaría todas estas tierras emergidas. Es poco lo que conocemos sobre la obra atribuida a Anaximandro, pero es muy probable que en ella se ocupase de la descripción de la Tierra que se representaba en el mapa.

Hecateo, siguiendo a su maestro, representa la Tierra en un mapa circular, mapa que iba unido a una *Periégesis* o circuito de la Tierra⁴⁶, una obra en la que describiría el mundo conocido siguiendo el sentido horario, iniciándose en las Columnas de Heracles⁴⁷. La Tierra estaría dividida en tres continentes de dimensiones similares: Europa, Asia y Libia. Es muy probable que el mapa que Aristágoras de Mileto lleva a Atenas y a Esparta⁴⁸, y enseña a Cleómenes, con la finalidad de persuadirlo para que le apoyase contra los persas, sea el mapa elaborado por Hecateo⁴⁹. En este mapa, Aristágoras describe la situación de Persia y hace referencia a los persas como imperio. Anaximandro había muerto cuando se crea el imperio persa, por lo que no pudo reflejarlo en el mapa ni tenerlo en cuenta, de ahí que hayamos de pensar que Heródoto hace referencia y tiene presente el mapa de Hecateo cuando compone este pasaje.

Sabemos que Damastes de Sigeo, logógrafo del siglo V, compuso una *Descripción de la Tierra*, en la que transcribe gran parte de la obra de Hecateo, y que acompañaría de un mapa terrestre. También Demócrito y Eudoxo, entre otros, confeccionaron cartas geográficas y descripciones de la Tierra, pero no se han conservado⁵⁰. Estrabón presenta a Eudoxo como matemático y cartógrafo⁵¹, pero de su mapa de la ecúmene sólo sabemos que constituía un marco rectangular dividido en dos cuadrados por la línea Tanais-Nilo. A partir del siglo V a.C. vemos como el mapa se convierte en un elemento importante en el ámbito científico y educativo⁵², perfeccionándose su configuración y nivel de significación, tuviese o no aplicación en otros campos.

Dicearco construye su mapa en torno a dos ejes perpendiculares, el paralelo que une las Columnas de Heracles con el Cáucaso y se proyecta hasta la India (se corres-

pondería con el paralelo 36^a N), atravesando todo el Mediterráneo, y el meridiano que pasa por Rodas⁵³. Ello le permitía establecer una red cuadrículada del espacio que será posteriormente perfeccionada por Eratóstenes⁵⁴.

Como hemos ya comentado, según Heródoto, el polo, el gnomon y la división del día en doce partes, lo aprendieron los griegos de los babilonios⁵⁵, y en la tradición posterior se atribuye la invención o introducción de estos conocimientos en Grecia a Anaximandro. En esta línea, queda claro que Heródoto ya conoce la división del día en doce partes y conoce los instrumentos utilizados para ello, el polo y el gnomon y, por tanto, están presentes, aunque sólo sea en un ámbito científico, en el mundo griego⁵⁶. Junto con el polo y el gnomon, el conocimiento del zodíaco procedería también de Mesopotamia, así como otros muchos conocimientos y registros astronómicos.

También se relaciona con Anaximandro la cuestión de los solsticios y equinoccios, cuestión esta, que ha sido objeto de grandes debates⁵⁷. Así mientras autores como Dicks niegan que dicho conocimiento estuviese presente en Grecia en la época de Anaximandro⁵⁸, dado que ello exigiría unos conocimientos astronómicos que no estarían aún desarrollados⁵⁹, otros autores como Kahn lo consideran posible⁶⁰. El tema no está resuelto, si bien, todo parece indicar, que para dicho conocimiento no haría falta grandes desarrollos matemático ni astronómicos, y que su conocimiento podría proceder de fuentes babilónicas. Ya Hesíodo invita a recordar y prever las tareas para cada estación y no pasar por alto los signos de su llegada⁶¹; también, el poeta Alcman hace referencia a las estaciones y su previsión.

La eclíptica es una línea imaginaria única, que corresponde al trayecto anual del Sol a través del cielo, en torno a la Tierra, situada en medio de una esfera celeste, en la versión geocéntrica; eclíptica deriva de eclipse, pues en esta línea se producen los eclipses cuando coinciden el Sol y la Luna. El zodíaco, por su parte, comprende una franja de ocho grados a cada lado de la eclíptica, comprendiendo doce constelaciones. El plano de la eclíptica no es el mismo que el del ecuador y al ángulo que forman ambos planos cuando se cortan se conoce como oblicuidad de la eclíptica. A Enópides de Quíos, a mediados del siglo V a.C., se le atribuye la medición del ángulo de la oblicuidad de la eclíptica⁶², un problema que ya había sido abordado y señalado por Anaximandro⁶³.

La distribución de los astros y los planetas en el Universo en relación con la Tierra, el primer modelo astronómico y cosmológico, según Aristóteles⁶⁴, habría sido establecida por Anaximandro, así como las órbitas del Sol y la Luna, sus tamaños y las distancias con la Tierra. El tema lo vemos tratado por Anaxágoras⁶⁵, Enópides de Quíos, Euctemón o Metón, entre otros, en la Atenas de la segunda mitad del siglo V a.C., y no pasó desapercibido para el resto de la comunidad ilustrada, como vemos en los historiadores y médicos.

En los planteamientos de los físicos jonios, a partir de Tales, se trabaja ya con la hipótesis de que la Tierra y los demás cuerpos astrales poseen una composición similar, si bien se consideraba que las estrellas y el Sol, por su naturaleza ígnea, emiten luz⁶⁶, mientras que la Luna, la Tierra, y el resto de los planetas, al no ser de naturaleza ígnea o, al menos, no ser incandescente, no poseían luz propia, sino que la recibían del sol⁶⁷.

La explicación física del eclipse, tanto de Sol como de Luna, era ya, en cierta manera, un problema resuelto. La mayoría de los “sabios” de este periodo, desde Tales, al que se atribuye tales conocimientos, hasta Anaxágoras, aceptaban que el fenómeno se producía debido a la interposición de la Luna entre el Sol y la Tierra⁶⁸, una concepción que vemos presente también en Heródoto, ubicada en un contexto histórico y metafórico⁶⁹.

El debate en relación a los eclipses, que se inicia ya en esta época, no era el de su explicación, que no ofrecía dudas, sino el de su predicción, lo que nos lleva a la predicción del eclipse citado por Heródoto y atribuida a Tales⁷⁰. En la Antigüedad, todas las fuentes que tratan sobre el tema dan por cierta la existencia de dicho eclipse y su predicción por el milesio⁷¹, predicción que se atribuye no a un acto de adivinación, sino al uso de un método astronómico y racional.

En nuestra época el tema es muy discutido, pues muchos autores se inclinan a pensar que, en esta época, al menos en Grecia, no se daban las condiciones requeridas para ello. Así, T-H. Martín y O. Neugebauer han defendido que los conocimientos científicos de la época de Tales no permitían la predicción de un eclipse de Sol⁷². Es probable que Tales no poseyera el conocimiento astronómico necesario para predecir con exactitud eclipses solares en una región concreta, ni para prever si iba a ser parcial o total⁷³; particularmente se considera que ignoraba la esfericidad de la Tierra y la reducción que debía hacerse para el paralelaje⁷⁴.

Otros autores creen que ello fue posible pese a no poseer dichos conocimientos, dado que no serían necesarios⁷⁵. Los sacerdotes babilonios habían realizado ya, al menos desde el 721 a.C., observaciones de los eclipses de Sol y de Luna, tanto parciales como totales, por motivos religiosos y políticos; y es probable que ya en el siglo VI a.C. se hubiera establecido un ciclo de solsticios (o menos probablemente de lunaciones) a lo largo de los cuales podían acontecer eclipses en determinados puntos⁷⁶. De hecho, la lista de eclipses lunares está prácticamente completa a partir del reinado de Nabonassar (747 a.C.)⁷⁷. La tablilla cuneiforme de Schmit, publicada por Schiapparelli⁷⁸, había llevado a Tannery a admitir que los astrónomos babilónicos habían podido establecer un calendario de eclipses de Sol y de Luna antes de producirse en un periodo dado, ya fuesen observados en Mesopotamia o no.

Tomando en consideración sus posibles contactos con los pueblos orientales⁷⁹, es muy probable que Tales conociese los limitados medios de predicción que tenían a

su disposición, y pudo afirmar la posibilidad de un eclipse en algún lugar dentro del año 585 a.C. Pudo asimismo haber tenido conocimiento, según lo sugerido, del eclipse que fue visible en Egipto en el año 603 a.C., es decir 18 años antes⁸⁰.

Kirk⁸¹ acepta la posibilidad de la predicción aplicada a un ámbito temporal amplio (un año) basada en una serie larga de observaciones empíricas, o sea, mediante un registro estadístico a largo plazo del fenómeno, y no en una teoría científica de su verdadera causa, y que la coincidencia con la batalla fue casual, pero que actuó acentuando la fama de Tales. Según Heródoto, la predicción realizada por Tales se refiere al año en que se produciría el fenómeno y no a la fecha exacta y concreta del acontecimiento, siendo, por tanto, la relación con la batalla pura coincidencia. Por lo que la opinión de Kirk y de Tannery sobre la posibilidad de una predicción en un ámbito temporal no muy amplio dentro de un año, encuentra su precedente en el propio Heródoto⁸².

La aceptación del eclipse como un fenómeno físico presupone la contemplación y aceptación de una serie de ideas previas que posibilitan tal interpretación. Por lo pronto, se puede afirmar que reconoce la existencia de un espacio astronómico inmediatamente exterior a la Tierra en el cual se mueven tanto la Luna como el Sol, lo que hace posible que se produzcan tales fenómenos; los planetas, y si no es así al menos el Sol y la Luna, se mueven en este espacio de forma regular y continua en torno a la Tierra, pues sólo este movimiento de traslación puede explicar el fenómeno de los eclipses. Los fenómenos astronómicos se repiten de manera periódica, en base a la ciclicidad de su movimiento y a las leyes que los rigen. Tanto el Sol como la Luna eran concebido como cuerpos esféricos⁸³, lo que se evidenciaba en los eclipses; pero dicho fenómeno ponía de manifiesto que también la Tierra era de forma esférica, lo que no debió de pasar desapercibido para estos observadores. De hecho, en la demostración de la esfericidad de la Tierra, este será uno de los argumentos utilizados por Aristóteles⁸⁴. El hecho es que la explicación física del fenómeno es conocido desde, al menos, tiempos de Tales, y, en consecuencia, también lo era para Anaximandro, como nos asegura Eudemo⁸⁵.

También Eudemo afirma que Anaximandro habría sido el primero que habría tratado el tema de las distancias y dimensiones del Sol, la Tierra y la Luna, y que para realizar tales medidas se habría servido de la observación y mediciones realizadas durante el desarrollo del fenómeno de los eclipses, como vemos en los físicos posteriores.

El problema del tamaño del Universo y los diferentes cuerpos celestes, incluida la Tierra, estuvo muy presente en los científicos griegos a partir del siglo VI a.C., como se manifiesta ya en Tales y el propio Anaximandro⁸⁶. Aristóteles refiere que el problema habría sido tratado por los matemáticos griegos⁸⁷, fijando el tamaño de la Tierra en cuarenta miríadas de estadio⁸⁸. Hemos de tener en cuenta que estos cálculos parten de la tesis de una Tierra esférica, como se podía observar en los demás astros.

Refiere Diógenes Laercio que ya Tales se habría interesado por las medidas del Universo y habría llegado a la conclusión de que el tamaño del Sol era 720 veces mayor que el de la Luna⁸⁹. El tema habría sido continuado y desarrollado por Anaximandro, que concebiría el Sol con un tamaño similar a la Tierra, siguiendo una órbita 28 o 29 veces mayor que el tamaño de la Tierra, mientras que el círculo de la Luna sería de unas 18 o 19 veces⁹⁰.

Sabemos que los primeros matemáticos aplicaban este tipo de conocimientos a la astronomía y se habrían interesado por el cálculo del tamaño de la Tierra, como refiere Aristóteles, pero desconocemos sus procedimientos y trabajos. Sabemos que Empédocles, influido posiblemente por los pitagóricos, dado que llega a plantear la existencia de dos soles, sostiene que la distancia del Sol a la Tierra era el doble del de la Luna⁹¹.

Eudoxo de Cnido⁹² estimaba el tamaño de la circunferencia terrestre en 400.000 estadios, determinación que habría lleva a cabo mediante el cálculo de la altura de Canopo en dos lugares del mismo meridiano, quizás Heliópolis y Rodas, ciudades en las que trabajó; aunque sus medidas son exageradas, su método precede al que empleará posteriormente Eratóstenes. Si para Anaximandro, la Tierra era similar en tamaño al Sol, para Eudoxo, éste era nueve veces mayor, para Fidias, el padre de Arquímedes, lo era doce veces, mientras que, para Aristarco, el valor estaría comprendido entre dieciocho y veinte veces mayor que la Tierra.

Diccarco de Mesene, siguiendo los trabajos de Eudoxo, calculó el tamaño de la circunferencia terrestre en 300.000 estadios. Estas medidas serán las utilizada posteriormente por Arquímedes para calcular el tamaño del Universo, el cual fijaría en unas diez mil veces el tamaño de la Tierra, lo que supondría un valor aproximado de dos años luz⁹³.

El primer autor del que nos ha llegado en detalle los cálculos obtenidos, y la metodología utilizada para tales cálculos, es Aristarco de Samos, dado que se ha conservado una de sus obras: *Sobre los tamaños y distancias del Sol y la Luna*⁹⁴. En ella encontramos los cálculos necesarios para averiguar los tamaños del Sol, la Luna y la Tierra, así como la distancia entre ellos. Sus demostraciones matemáticas son impecables en cuanto a rigor, pero ello no se vio acompañado de unas observaciones y unas medidas correctas. Las medidas de la Tierra, más aproximadas a la realidad, nos las proporcionará Eratóstenes, con un método matemático correcto, y con una pequeña variación atribuible a las deficiencias de los aparatos de medidas disponible en la época⁹⁵.

En todos estos autores hay un abordaje racional y matemático del problema, cuyo origen se remonta a los primeros milenarios, si bien no conocemos los planteamientos y desarrollos matemáticos y físicos de estos. En este sentido, habría que tener en cuenta los desarrollos matemáticos que se conservan y atribuyen ya a Tales⁹⁶

Todos estos “físicos” que han intentado medir la Tierra y los demás cuerpos celestes, han partido de la tesis de un planeta esférico, dado que, por lo que sabemos, sus cálculos han partido de una concepción geométrica del Universo y de la Tierra, utilizando precisamente cálculos matemáticos basados en la geometría de la esfera y la observación de los eclipses, no por el hecho de que la esfera sea el cuerpo geométrico perfecto, concepción esta que también estaba ya presente, y que hemos de tener en cuenta a la hora de proyectar la concepción cosmológica. Si ya en Anaximandro encontramos el interés por estos problemas, y vemos planteamientos y soluciones que anticipan las que encontramos en tiempos posteriores, ello nos llevaría a una concepción esférica de la Tierra más que a cualquier otra forma, sea cual sea (cilíndrica), con las que serían incompatibles tales planteamientos.

Por último, hemos de tener en cuenta también las teorías que encontramos en los considerados alumnos de Anaximandro y sus escuelas, en especial pitagóricos y eleatas.

Pitágoras es presentado en la antigüedad como alumno de Anaximandro⁹⁷, y según Martín⁹⁸, Pitágoras habría sido el primero en plantear la teoría de la esfericidad de la Tierra⁹⁹, concibiéndola como una esfera inmóvil y sin movimiento en el centro del Universo, y sobre la cual girarían los planetas conocidos en ese momento, a saber, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno, además del Sol y la Luna. Esta concepción habría sido seguida por una parte de la escuela pitagórica, que con algunas modificaciones vemos en Parménides, Jenófanes, Filolao y Platón, entre otros.

Platón nos presenta una imagen completa de las concepciones astronómicas de Pitágoras, compartidas y reelaboradas en claves platónicas pero que en gran medida son un reflejo de dicha imagen. Concibe una Tierra esférica situada en un Universo esférico, siendo los puntos extremos equidistantes del centro: la esfera es la figura perfecta, de ahí que los astros sean esféricos. La Tierra, situada en el centro, giraría sobre el eje que atraviesa el Universo; al ser el centro no necesitaría ningún soporte, argumentación geométrica del cosmos que ya había establecido Anaximandro¹⁰⁰. Vista desde el espacio, sería como una pelota de doce franjas de cuero, decorada con diferentes colores, los colores de la naturaleza (*Fedon*, 110b; *República* 616b-617b). Los planetas, el Sol y la Luna girarían alrededor de la Tierra, siguiendo cada uno de ellos su propia órbita. El tema de la rotación de la Tierra la encontramos también en algunos pitagóricos como Hiceta, Ecfanto, Filolao y Heráclides Póntico.

Serán precisamente los pitagóricos Filolao¹⁰¹ y Heráclides Póntico¹⁰², los primeros que, ya en el siglo V a.C., plantearán objeciones a la configuración del cosmos que vemos en Anaximandro, abriendo las puertas a las concepciones heliocéntricas que culminarán en Aristarco de Samos en el siglo III a.C.

De Jenófanes, otro de los alumnos del milesio, poseemos una imagen muy sesgada del Universo, habiendo perdurado, sobre todo, su teoría del conocimiento y su crítica a la religión tradicional. Concebía un Universo esférico, posiblemente en la

línea marcada por Anaximandro, compartiendo con los pitagóricos la concepción de la esfera como figura perfecta¹⁰³. Mas amplia es la concepción que vemos en Parménides, discípulo de Jenófanes, y fundador de la llamada escuela eleática.

Parménides, en su cosmología, concibe un Universo esférico cuyo centro es ocupado por una Tierra esférica en equilibrio como consecuencia de su equidistancia con la periferia¹⁰⁴. Además, debemos a Parménides la primera división del planeta en zonas climáticas, distinguiendo cinco zonas, que aún hoy día seguimos respetando: dos polares, dos templadas y una ecuatorial, que sería el doble de ancha que las demás¹⁰⁵. Entre sus logros estaría, además de descubrir que el astro matutino es el mismo astro vespertino¹⁰⁶, el haber explicado las fases de la luna como consecuencia de la iluminación del sol, tema que le sirve de argumento en su teoría del conocimiento para poner en evidencia la falibilidad de los sentidos humanos frente a la razón: las fases de la luna es una ilusión que escapa a la observación y sólo se hace comprensible mediante la razón:

Brillante en la noche con una luz ajena
Anda errante en torno a la Tierra
Buscando siempre con melancolía
Los rayos del sol (Frg. B 14 y B 15)

También en la medicina hipocrática¹⁰⁷, a finales del siglo V a.C., se trabaja claramente una concepción esférica de la Tierra, dividida en las cinco grandes zonas climáticas que encontramos en Parménides.

Todos estos argumentos llegan hasta Aristóteles quien no sólo plantea una Tierra esférica siguiendo el sistema geocéntrico ideado por Anaximandro, sino que además de proporcionar las medidas y cálculos llevados a cabo por los matemáticos griegos que le precedieron, nos aporta las pruebas y la demostración de dicha esfericidad, recurriendo a argumentos que nos llevan a Mileto¹⁰⁸. En esta línea se manifestaron también los miembros del Liceo, como hemos visto en Teofrasto y Eudemo.

CONCLUSIONES

Como puede apreciarse, el análisis de la información disponibles sobre Anaximandro durante los periodos clásicos y principios del helenismo, así como de sus concepciones del Universo, de la *Physis*, y de la influencia que se percibe en sus discípulos y sucesores en la corriente de pensamiento racional, y aunque el debate no puede darse por cerrado, al igual que tantos que nos plantea el estudio de la Ciencia en la Antigüedad, el análisis crítico de dicha información permite conjeturar, con bases bastante sólidas, que nuestro autor trabaja con un modelo de Tierra esférica, como tardíamente recoge Diógenes Laercio, y que la tesis planteada por Pseudo-Plutarco y los autores posteriores, de una Tierra cilíndrica, carece de fundamentos e iría en contra de las teorías y planteamientos que han definido a Anaximandro desde

el siglo VI a.C. en adelante. No encontramos en sus concepciones científicas ningún elemento que atisbe o pudiera sugerir, que pudiera interpretarse como una posible concepción de una Tierra en forma cilíndrica. Al contrario, todo lo que sabemos de sus pensamientos, teorías y concepciones sobre la Naturaleza, nos lleva siempre a una Tierra esférica, a un planeta esférico, similar al resto de los planetas y cuerpos celestes conocidos en la época.

No es menos cierto que es muy poco lo que se ha conservado de los trabajos y teorías de Anaximandro, y en general de los físicos griegos de época clásica y helénica, indudablemente una gran pérdida, pero este escaso material nos permite ver un prolífico y desarrollado mundo científico, donde se prefiguran y plantean interrogantes y cuestiones en las que seguimos inmersos dos mil quinientos años después, planteamientos y teorías que prefiguran y marcan el camino de la ciencia actual: origen del Universo, materia constitutiva del Universo y sus transformaciones; distribución de los cuerpos astrales; tamaños y distancias entre los diferentes cuerpos celestes; fenómenos astronómicos, espaciales y meteorológicos, origen de la vida, teorías evolucionistas... Cuestiones a las que se intenta dar una explicación mediante un abordaje racional y científico en el contexto de sus conocimientos y limitados medios técnicos.

La concepción geocéntrica del Universo, a pesar de lo erróneo de la teoría, pero fundamentada en principios matemáticos y físicos aprehensibles por la razón humana, marca el inicio del pensamiento racional y especulativo, de la ciencia occidental. En este sentido, el romper con el pensamiento mítico-religioso, mágico e irracional, de sustentar en la racionalidad, el pensamiento crítico y la demostración las bases para conocer y comprender la realidad, la Naturaleza, la *Physis*, constituye un salto cualitativo y cuantitativo, un hito en el pensamiento humano, una revolución cuyo fruto es la Ciencia tal y como la conocemos. No cabe duda de que en los inicios de esta revolución, Tales y Anaximandro, y si se acepta la llamada escuela de Mileto, brillan con luz propia, siendo, según la información de que disponemos, sus iniciadores, o cuanto menos, sus primeros impulsores.

NOTAS

1. Sobre Anaximandro de Mileto y los filósofos presocráticos en general, y sobre los textos respectivo, véase DIELS-KRANZ [1951], KIRK-RAVEN [1970], GUTHRIE [1984, 83-106], EGGERS LAN *et al.* [1994], COUPRIE *et al.* [2003], ROVELLI [2009], GRAHAM [2010], PORTULAS y GRAUS [2011] y LAKS y MOST [2016].
2. Con el término Presocrático, Kranz pretendía indicar “antes de los socráticos” y no “antes de Sócrates”. Se trata en realidad de la parte “no socrática” de la filosofía griega en lugar de la presocrática, y su carácter está determinado más por el contenido de dichos estudios y conocimientos que por la cronología. La interpretación literal del término se presta a engaño, de ahí que el propio Kranz, en el prólogo a su obra *Fragmente der Vorsokratiker*, explicase el alcance de dicho término.
3. Aristóteles, a partir del término *Physis*, los denomina *physicoi* o *physiologoi*, que se puede traducir como físicos, o fisiólogos, o sea, investigadores de la Naturaleza, en toda la amplitud del concepto

- Physis*, de ahí que el termino actual de “científico” se les pueda aplicar sin ningún tipo de restricción. Cf. Para físicos, ARISTÓTELES: *Ph.*, 203b, 205a, 208 a, 213 a, 253 b; *Metaph.*, 1005 b, 1026 a, 1037 a, 1059 b, 1064 a, 1067 a, 1075 b, 1078b. Para fisiólogos, *Ph.*, 203 b, 205 a, 206b, 213 b, 265 a.
4. La mayoría de estas fuentes son de época romana y posterior, como es el caso de Plutarco de Queronea (ss. I-II d.C.), Diógenes Laercio (s. II d.C.), Hipólito (apologeta cristiano, s. III d.C.), Aecio (ss. IV-V d.C.), Simplicio (s. VI d.C.) o Suda (Léxico griego anónimo del s. X d.C.), entre otros muchos.
 5. Str. I, 7; DL 11, 2; HIPPOL., *Haer.* I, 6, 1 y 7; *Sud.*
 6. D.L., II, 2.
 7. Véase BERNABÉ [1979], CABALLERO [2005], [2008], GARCÍA QUINTELA [1996], ROSSETTI [2015] y SASSI [2006].
 8. “*Compuso Sobre la naturaleza, un mapa de la tierra, Sobre las estrellas fijas, una esfera y algunas otras cosas*” *Sud.* (12 A 2). A lo largo de la Antigüedad, el título *Sobre la naturaleza* se convirtió en elemento común para las obras de los diferentes autores presocráticos. Diógenes Laercio refiere que Apolodoro de Atenas, gramático griego del siglo II d.C., habría tenido acceso a ella (D.L., II, 2).
 9. *Sud.*, 12 A 2; EUS., *P.E.* X, 14, 11; D.L., II, 1; PLIN., *H.N.*, II, 31.
 10. HDT. II, 109; D.L. II, 1.
 11. El término *Physis* hace referencia a la suma total de la realidad, a su origen y constitución presente; en el lenguaje ordinario y en el filosófico abarca y es superponible al concepto de “Naturaleza” en nuestro lenguaje actual, aunque cuando se plantea como opuesto al *nomos*, el termino realidad se adecua más. En el siglo V el término comenzó a usarse referido especialmente a la naturaleza humana y, en plural, a la naturaleza de los seres humanos. Con el tiempo *Physis* pasó a representar lo que es natural, la naturaleza, frente al *nomos*, lo que es artificial y creado o consensuado por el hombre.
 12. Véase DOMÍNGUEZ MONEDERO [1993, p. 126] y FONSECA [1974].
 13. AEL., *VH* III, 17 (12 A 3): *Y Anaximandro fue puesto al frente de la colonia de Mileto en Apolonia.*
 14. Véase CABALLERO [2008], VERNANT [1968] y DETIENNE [1965].
 15. Véase GUHTRIE [1984, p. 83-106], MONDOLFO [1971, p. 53-57], KAHN [1960, p. 231-239], FINKELBERG [1993], Drozdek [2008], MANFRED [1985], PUIG PEÑALOSA [2009], RIEDEL [1985] y WISNIEWSKI [1957].
 16. Según Aristóteles, el *ápeiron* es concebido, en su aspecto temporal, por la infinitud, al ser inmortal e imperecedero, por la ausencia de límites; no tendría ni principio ni fin, sería eterno. Tampoco tendría límites a su concepción espacial, ni a nivel interno ni externo, lo abarcaría todo. Sería infinito en su aspecto cuantitativo. El proceso de llegar a ser y perecer es circular y quedaría ejemplarizado por la alternancia de injusticia y reparación, por el principio de conservación y transformación: nada se crea ni se destruye, simplemente se transforma. El número, la magnitud matemática y el espacio más allá del cielo es infinito. El *ápeiron* se describe y concibe como una masa indiferenciada, indefinida e ilimitada: todos los elementos se hallarían fundidos en esta mezcla, sin que pueda establecerse ningún límite entre ellos, formando una única sustancia. Esta materia primitiva sería neutral en cuanto a las hostilidades que aparecen entre los contrarios; los contrarios estarían fusionados en una única unidad. Ver: ARIST., *Cael.* 303b; *Ph.* 205a.
 17. ARIST., *GC* 328b; 332a; *Ph.* 204b; Pl. *Tim.* 51a; SIMPL., *In Fisica* 479, 30; 480, 4; 187a.
 18. “Anaximandro de Mileto, hijo de Praxiades, dice que el primer principio de las cosas que existen es lo Ilimitado, porque todas las cosas se originan de él, y en él perecen. Por ello, innumerables mundos nacen y de nuevo se disuelven en aquello de lo que surgieron”. AECIO, A, 14
 19. AECIO V, 19, 4; Ps.PLU. 2; HIPPOL., *Haer.* I, 6, 6; CENSORINO 4, 7; PLU., *Quaest. Conviv.* 730e.
 20. Véase GARCÍA QUINTELA [1987] y LOENEN [1954].
 21. Con este nombre hacemos referencia al autor o autores de una serie de obras atribuidas a Plutarco, y cuya autenticidad está bien en duda o bien se trata de una atribución considerada errónea. El fragmento que tratamos y que hace referencia a Anaximandro dataría del siglo II d.C., y aparece en una obra denominada *Miscelanea (Stromateis)*, transmitido por EUSEBIO en la *Praeparatio Evangelica*. H. DIELS

- niega la autoría de Plutarco de la obra (DIELS, 1879, p. 156 y ss). El fragmento aparece en la recopilación de DIELS y KRANZ (1951), como Frag. A 10.
22. Apologeta Cristiano del s. III d.C.
 23. Autor del siglo IV-V d.C.; según TEOD. IV 31, escribió una *Recopilación de las opiniones de los filósofos*, basada en los *Vetusta Plácita (Opiniones antiguas)*, un resumen del siglo I d.C. de la obra de Teofrasto.
 24. Véase GUTHRIE [1984], KAHN [1960], KIRK y RAVEN [1970], ROSSETTI [2013], COUPRIE [2011] y ROLLER [1989].
 25. GUTHRIE [1984, p. 280] considera que el testimonio de Diógenes Laercio, en el que supone que Anaximandro habría planteado una Tierra esférica, debe de ser un error, si bien no justifica el por qué de su apreciación, ni tampoco el por qué da mas credibilidad al testimonio de Pseudo-Plutarco.
 26. Es difícil valorar la validez de la información transmitida por estas fuentes tardías dado el problema del tiempo que las separa del autor referido, la cadena de transmisores que han participado en el proceso, y la capacidad de comprensión y entendimiento de la fuente sobre la materia que trata, su nivel de conocimiento, la influencia ideológica o corriente de pensamiento dominante en esos momentos. Con frecuencia, estos autores adolecen de conocimientos específicos sobre los temas que se tratan, pudiendo incluso no comprender ni aceptar la información que intenta transmitir, como, por ejemplo, vemos en el tema de los eclipses, donde nos encontramos con que los autores de los siglos VI, V y IV a.C., conocen la explicación científica de los eclipses, tanto de Sol como de Luna, sin embargo, las denominadas fuentes secundarias o tardías, desconocen estas explicaciones y plantean tesis muy alejadas de la realidad, que resultan, cuanto menos, muy chocantes (Ver: AECIO II, 25, 1; II, 24, 2; II, 29, 1). Tal es la situación de muchos autores con relación al conocimiento tanto matemático como físico que encontramos presente en la época helenística. Todo ello puede alterar, de manera muy notable, nuestro conocimiento e interpretación de las palabras y testimonios que de estos primeros científicos nos ha llegado.
 27. Refiere Diógenes Laercio que Parménides fue alumno de Jenófanes, y éste lo habría sido de ANAXIMANDRO (D.L., II, 3; IX, 21; *Suda*). Jámblico nos presenta a Pitágoras como alumno de Tales y de Anaximandro (JÁMBLICO, V.P., II, 11-12; IV, 19).
 28. SIMP., *In. Ph.* 145, 16-17; 146, 15-17; ARIST., *Ph.* 207a; HIPPOL., *Haer.* I, 2, 1; 2, 11, 1; D.L., VIII, 48; AECIO III, 14, 1; 15, 7... Parménides: "Pero puesto que hay un límite último, es completo en toda dirección, semejante a la masa de una esfera bien redonda, equidistante del centro en todas direcciones" (SIMPL., *In. Ph.* 145, 1-28).
 29. PL., *Ti.* 33B-40D.
 30. PL., *Phdr.* 246E-247C.
 31. PL., *R.* 529a-530b.
 32. Platón concibe un modelo astronómico geocéntrico y orbital; la distribución de los diferentes cuerpos astrales a partir del centro, ocupado por la Tierra, es el mismo que vemos en Anaximandro: Luna, Sol, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter (Zeus) y Saturno (*R.* 616b-617d; *Ti.* 33B-40D).
 33. ARIST., *Cael.* 293a y ss.
 34. ARIST. *Cael.* 296b-298a.
 35. D.L., II, 1; *Suda* (12 A 2). Heródoto, aunque no llega a mencionar a Anaximandro, lo tiene en mente cuando refiere que los griegos aprendieron en Babilonia e introdujeron en Grecia el gnomon y el reloj de sol, así como la división del día en doce partes (*Hdt.* II, 109). Sobre el tema véase CORRE [2010; 2013] y SZABÓ [1977].
 36. STR., I 7; AGATHEM., I 1; D.L., II 1; *Suda*.
 37. Véase DILKE [1985], JACOB [1988], JANNI [1984] y AMIOTTI [1986].
 38. HDT., IV, 36-42 (*Cf.* toda la digresión geográfica del libro IV).
 39. HDT. II, 16: "... los propios jonios no saben contar, cuando dicen que la Tierra tiene en total tres partes:

- Europa, Asia y Libia; IV, 42: “me extraño de que se haya podido delimitar y dividir el mundo en tres partes, Libia, Asia y Europa, cuando las diferencias entre ellas no son exiguas”.
40. HDT., IV, 45.
 41. La circunnavegación de Libia había sido realizada por los fenicios, en una expedición encargada por el faraón Neco II (reinado 609-594) a finales del siglo VII y principios del VI. Posteriormente, los cartagineses habrían reproducido esta experiencia. Con ello se demostraba que, salvo en el istmo que une Libia a Asia, en todo su perímetro estaba rodeado por el Océano.
 42. Los conocimientos sobre la India provendrían de Escilax de Carianda, quien hacia el 510 a.C. habría realizado un viaje hasta la India, publicando su experiencia en una obra escrita a la que habría tenido acceso Heródoto.
 43. HDT., IV, 13-25.
 44. HDT., IV, 8, 2.
 45. Heródoto no está de acuerdo con que un río pueda considerarse como límite, pues en Egipto que es el país de los egipcios, estos habitan en ambas orillas del río; a ello habría que sumar el problema del delta, pues no pertenecería ni a uno ni a otro continente, por lo que habría que considerarlo un nuevo continente.
 46. De las distintas citas recogidas en la antigüedad, la obra de Hecateo podemos denominarla como: *Genealogía, Storie, Eroologie, Periegesis y Periodos ges*. Sólo se conservan algunos fragmentos. Podemos distinguir por una parte una actividad geográfica y por otra una actividad histórica y genealogista. Esta distinción podemos establecerla en función de la consideración que sobre Hecateo se ha tenido a lo largo de los siglos, unas veces exaltándose su actividad como geógrafo, y otras como genealogista. La fortuna de su obra ha ido ligada a estas consideraciones. Así en una primera época, comprendida entre Heráclito y Tucídides, se le trata con cierto desprecio como logógrafo; en la época alejandrina en cambio se le elogiará, considerándole con alto valor científico y literario por la *Periegesis*, siendo la genealogía vista como un gran documento de la prosa jónica. Podemos ver por tanto su obra diferenciada en las dos vertientes, ya se trate de una o varias; así, *Genealogía, Storie y Eroología* entrarían en un bloque, y la *Periegesis y Periodos Ges* constituirían otro. Es probable que el primer bloque supusiera una única obra, que habría recibido diversas denominaciones; en cuanto al segundo bloque, el de contenido geográfico, se plantea la discusión en si podemos hablar de una sola obra, o bien se trataría de dos, siendo la *Periegesis* de contenido geográfico, mientras que la *Periodo Ges* de contenido cartográfico. Véase JACOBY [1912].
 47. Véase NENCI [1954], NICOLAI [1997] y ARANA [1996].
 48. HDT., V, 49; 52. El mapa está dibujado sobre una lámina de bronce, y en él se representa toda la Tierra conocida, incluyendo mares y ríos; se describe con detalle la ruta que lleva de Esparta a Susa, la llamada Ruta Real.
 49. Véase BRANSCOME [2010].
 50. Ver AGATÁMERO (I, 1, 2), geógrafo del siglo II, cuya obra sería recopilada por PTOLOMEO.
 51. STR. IX, 1, 1-2.
 52. Véase el tratamiento cómico que hace de ello Aristófanes, donde el mapa se presenta como un recurso educativo (AR., *Nu.* 200-220).
 53. El Mediterráneo como eje de simetría está ya presente en la representación del mapa de Anaximandro, cuando se dividen las tierras emergidas en dos continentes, Europa y Asia; También Heródoto recoge este eje de simetría, incorporando un eje norte sur, un meridiano, que delimitaría el espacio entre el Este y el Oeste.
 54. El mapa de Eratóstenes constituye el primer intento serio de dar un fundamento matemático a la delimitación de la Tierra habitada; en él los lugares son identificados por la latitud, estableciéndose una red reticular de meridianos y paralelos trazados a intervalos irregulares de dos ejes principales. El armazón de su mapa se fundamenta en las ciudades más relevantes de la época helenística; se trata de una geometría selectiva que refleja la importancia histórica de los lugares, cuya posición determina el

- trazado de coordenadas. Adopta de forma consciente la proyección ortogonal de la esfera sobre el plano para desarrollar su red de coordenadas. Los autores posteriores partirán de los planteamiento y concepciones cartográficas y geográficas de Eratóstenes para ofrecer y mejorar la imagen elaborada por este; cabe destacar los trabajos de Posidonio, Estrabón y Ptolomeo.
55. HDT., II, 109.
 56. Ya en Homero encontramos la división del día en tres partes, al igual que la noche (*Iliada* X, 251-253; *Odisea* XII 312).
 57. Véase CORRE [2015].
 58. Véase DICKS [1966].
 59. Según el autor, la esfericidad de la Tierra, la eclíptica y la división zonal del Universo no estaría aún desarrollada; no todos los estudiosos del tema están de acuerdo con este planteamiento ni esta justificación. La esfericidad de la Tierra está ya en Anaximandro y Pitágoras, y es aceptada en el ámbito científico a finales del siglo V a.C.; igual ocurre con la división zonal, atribuida a Parménides.
 60. Véase E.G. KAHN [1960].
 61. HES., *Th.* 422-502.
 62. Enópides de Quíos habría nacido hacia el 500 a.C., y le conocemos como destacado matemático, geómetra y astrónomo; se le atribuye el perfeccionamiento de la oblicuidad de la eclíptica, calculando el ángulo de la eclíptica en 24°, resultado que sería corregido y precisado por Eratóstenes; también se le atribuye el conocimiento de los períodos de revolución de Saturno, Júpiter y Marte.
 63. Plinio atribuye a Anaximandro la comprensión y explicación de la oblicuidad del Zodíaco, lo que nos lleva a la inclinación de la Tierra y, sin lugar a duda, a una concepción esférica de la misma. “Haber comprendido la oblicuidad [del Zodíaco] -lo cual significa haber abierto la puerta [hacia la comprensión] de las cosas- es asignado por la tradición a Anaximandro de Mileto por primera vez en la Olimpiada 58a. (548-545)” PLIN., *HN.* 11 31. El tema es tratado por KAHN [1970].
 64. “En cuanto a su orden (los astros en el Universo) el modo como se mueve cada uno, por ser unos anteriores y otros posteriores, además de como se relacionan entre sí por sus distancias, véase en los escritos de astronomía: pues allí se expone adecuadamente” ARIST., *Cael.* 291a. Esta obra se ha perdido, no conservamos nada de ella; pero sabemos por Eudemo que tales estudios habían sido iniciados por Anaximandro, quien habría establecido el orden, tamaño y distancias de los diferentes astros, información que nos ha llegado a partir de las referencias que al respecto realiza Simplicio (SIMPL., *In cael.* 471, 1).
 65. D.L., II, 8; HIPPOL. *Haer.* I, 8, 8; AECIO, II, 21, 3.
 66. Que el Sol y las estrellas son de naturaleza ígnea, siendo concebidos como masas de tipo gaseoso e incandescentes, es una idea común al pensamiento jonio, detectándose presente en Tales, Jenófanes, Heráclito, Parménides, Empédocles, y por supuesto en Anaxágoras y Demócrito (AECIO II, 13, 1-8; 20, 9; D.L., IX, 10).
 67. Esta idea que era defendida por Anaxágoras (PL., *Cra.* 409a-b; PLU., *De fac. in orb.lun.* 929b), también está presente en sus predecesores, remontándose al mismo Tales (AECIO II, 28, 5; 29, 6-7; HIPPOL., *Haer.* I, 8, 9; THEO. SM., 198, 4; EUDEMUS, fr.145 Wehrli). Las fases de la Luna eran explicadas en base a esta iluminación solar y la disparidad de sus órbitas y la intervención de la Tierra, incluyendo el tema de los eclipses lunares (AECIO II 29, 6-7).
 68. Es aceptado que Tales tuviese conocimiento de la explicación correcta del fenómeno de los eclipses (PLIN., *H.N.* II, 53; HERM., *Irris.* I, 74; AECIO, II, 24, 1; THEO. SM., 198, 14; PS -PLUT., *De placitis Philosophorum* I, 21-24). Esta misma explicación la vemos también en Empédocles (PLU., *De fac. in orbe lun.* 929C) y Anaxágoras (HIPPOL., I, 8, 9; AECIO II, 29, 7). A Anaximandro se le atribuye una explicación un tanto extraña de los eclipses, en base a una serie de orificios en el cielo, cuya obstrucción produciría el fenómeno (HIPPOL., I, 6, 4-5; AECIO II 21, 2); sin embargo, no parece que estas explicaciones concuerden con el resto de sus planteamientos y conocimientos astronómicos, por lo que habría que plantearse si no estamos ante un error de interpretación cometido por las propias fuentes

- transmisoras de estas referencias, o una mala comprensión de las mismas. Las explicaciones que AECIO (II, 42) e HIPÓLITO (I, 6, 4-5) atribuyen a Anaximandro, son grotescas y no merecen ninguna consideración seria, dada la incoherencia no sólo con las teorías que se atribuyen al milesio, sino en general, con todo el bagaje de conocimiento que al respecto se conoce en los siglos V y IV a.C., en los que encontramos ya explicaciones plenamente racionales y científicamente correctas de tales fenómenos, y que ya en dicha época, no dudan en un origen milesio. Además, estos autores tardíos manifiestan un claro desconocimiento de tales fenómenos, así como de sus explicaciones, lo que les inhabilita para un tratamiento de autoridad sobre tales cuestiones científicas. Al respecto véase KAHN [1970].
69. VII, 37-2.
 70. I, 74.
 71. La *Historia de la Astronomía* de Eudemo de Rodas, citada por Teón de Esmirna, por Clemente de Alejandría (CLEM.AL., *Strom.* I, 65) y por Diógenes Laercio (D.L., I, 23), refiere la admiración mostrada no sólo por Heródoto, sino también por Jenófanes, Heráclito y Demócrito (CIC., *Diu.* I, 49, 112; PLIN., *H.N.* II, 12, 59; PTOL., *Geog.* I, IV; PS-PLUT., *De placitis philosophorum* II, 24; EUS., *Chronikón*; THEM., *Discursos*; SAN AGUSTÍN, *La ciudad de Dios* VII, chap. II; *Sud.*; Tz., II, 55).
 72. Véase BLANCHE [1968].
 73. Véase GUTHRIE [1984, p. 55], KIRK y RAVEN [1974, p. 120] y SCHRADER [1997].
 74. Véase GUTHRIE [1984, 56].
 75. Véase BLANCHE [1968], KIRK–RAVEN [1974, 120] y SCHIAPPARELLI [1908], entre otros.
 76. A partir del siglo VII a.C. en adelante, nos encontramos con un sistema preciso de describir los fenómenos astronómicos, y con una serie completa de este tipo de descripciones, basada en anotaciones diarias. Incluso ya desde esta época, sería posible predecir los eclipses de Luna poco tiempo antes de que ocurrieran. Véase REINER [1999].
 77. Véase NEUGEBAUER [1969, p. 98]
 78. Véase SCHIAPPARELLI [1875].
 79. Según HERÓDOTO (I, 170), Tales es de origen fenicio, y se habría dedicado además de al estudio de la naturaleza, al comercio y a la actividad política (PLUT. Sol. 2), por lo que habría viajado por Oriente y Egipto, donde se habría formado o ampliado sus conocimientos físicos y filosóficos. La geometría habría sido introducida por Tales en Grecia, tras su formación en Egipto (PROCL., *Elem.* 64, 17-65, 11; 157, 10-13...; EUD., fr. 134 W.). En el siglo V su nombre se vinculaba a la geometría (AR. *Au* 995-1009), y las fuentes le atribuyen importantes logros matemáticos, teoremas y la medición de la altura de la pirámide a través de su sombra o la distancia de las naves en el mar.
 80. Las fuentes no dudan de la estancia de Tales en Egipto, como hemos señalado en la nota anterior.
 81. Véase KIRK y RAVEN [1974, p. 120].
 82. I, 74, 2: Tales de Mileto, por cierto, había predicho a los jonios que se produciría esa inversión del día, fijando su cumplimiento en el ámbito del año en que justamente se produjo la inversión.
 83. La esfera es la figura perfecta, y para todos los autores jonios, los astros son figuras perfectas, son esféricas, como aseguraban tanto Pitágoras como Aristóteles.
 84. Aristóteles, en *Acerca el cielo* (296b-298a) demuestra mediante argumentos observacionales la esfericidad de la Tierra; uno de dichos argumentos es la observación del fenómeno de los eclipses: “Esto se comprueba también a través de los fenómenos accesibles a la sensación: pues si no fuera de la forma dicha, los eclipses de Luna no presentarían semejantes secciones; en efecto, durante las fases mensuales la Luna adopta realmente todas las formas sectoriales (es decir, va adoptando la forma de un sector rectilíneo, biconvexo y cóncavo), mientras que, con ocasión de los eclipses, tiene siempre como delimitación una línea convexa; por consiguiente, dado que se eclipsa debido a la interposición de la Tierra, será el perfil de la Tierra, al ser esférica, la causa de esa figura” (*Acerca de cielo* 297b).
 85. 12 A 19; EUD. fr. 146 W.; Simpl., *de Caelo*, 471, 1.
 86. Véase CORRE [2013] y WHITE [2008].

87. Aristóteles no proporciona los nombres de estos matemáticos, pero sabemos que ya en el siglo V el tema está presente en Hipodamo de Mileto, Metón y Filolao de Crotona, y muy posiblemente en la mayoría de los matemáticos y astrónomos previos o contemporáneos del estagirita; recordemos a Eudoxo de Cnido, Heráclides Póntico, Arquitas de Tarento, Hipócrates de Quíos, Teodoro de Cirene, Hípias de Élide y el propio Demócrito.
88. “Asimismo, todos los matemáticos que intentan calcular el tamaño de la circunferencia de la Tierra dicen que son cuarenta miriadas de estadios” ARIST., *Cael.* 298a. Teniendo en cuenta que una miriada equivale a 10.000 unidades, el cálculo que ofrece Aristóteles sería de unos 70.000 km, casi el doble de la medida real. De ninguno de los autores de esta época nos ha llegado una fundamentación ni demostración que avale sus cálculos ni el procedimiento seguido.
89. DIÓGENES LAERCIO, I, *Vida de los filósofos ilustres* 24: “Fue el primero que averiguó la carrera del Sol de un trópico a otro; y el primero que comparando la magnitud del Sol con la de la Luna, manifestó ser ésta setecientos veinte veces menor que aquél, como escriben algunos”.
90. Las fuentes tardías nos ofrecen algunos detalles de estos cálculos, supuestamente atribuidos a Anaximandro, y una descripción de difícil comprensión, al menos por las explicaciones que acompañan a tales datos, como hemos ya advertido, chocan con las concepciones y teorías conocidas ya en los siglos VI, V y IV a.C., dando la impresión de que estas fuentes tardías no han llegado a comprender las explicaciones y teorías griegas de tales épocas, incluida la propia explicación de los eclipses y las órbitas de los planetas y demás cuerpos celestes. Anaximandro dice que el Sol es un círculo 28 veces mayor que la Tierra, semejante a la rueda de un carro, tiene el borde hueco, lleno de fuego, y se hace manifiesto por medio de una abertura, como a través de un torbellino ígneo entubado (AECIO II, 20, 1). Los astros se generan como un círculo de fuego circundado cada uno por aire. Hay orificios, conductos en forma de flautas, a través de los cuales se muestran los astros, por lo cual, cuando los orificios son obstruidos, se producen los eclipses. La Luna aparece a veces creciente, a veces menguante, según la abertura o la obstrucción de los conductos. (HIPOL. 1, 6, 4-5).
91. AECIO II, 31, 1.
92. Escribió una *Descripción de la Tierra* en siete volúmenes y un tratado de astronomía. Sus logros abarcan todos los aspectos de la geografía, incluida la geología, la zoología y la botánica. Véase LASSERRE [1966]. Ver STR. VIII, 6, 21; IX, 1, 2.
93. En *El Arenario*, con el pretexto de calcular el número de granos de arena necesarios para llenar el universo, Arquímedes nos introduce en el problema de la expresión y notación de cifras elevadas. Véase ORTIZ GARCÍA [2009, 129-151], OSBORNE [1983] y CARRIÓN LÓPEZ [2009, p. 65-88].
94. Véase MASSA ESTEVEZ [2007] y BERGGREN [2007, 213-254].
95. Véase AUJAC [2001], GOLDSTEIN [1984], DUTKA [1994] y FIRSOV [1972]
96. PLINIO, *Hist. Nat.* XXXVI 82; PLUT., *Septem. Sap. Conviv.* 147a; PROCLO, *Elem.* 64, 17-65, 11; 157, 10-13; 250, 20-251; EUDEMO, fr. 134 W.; 135 W.
97. PORFH., *VP* 2, 11; IAMBL., *VP* II; 12
98. Véase MARTIN [1879, p. 305].
99. D.L., VIII 48.
100. “... estoy convencido yo, lo primero, de que, si está en medio del cielo siendo esférica, para nada necesita del aire ni de ningún soporte semejante para no caer, sino que es suficiente para sostenerla la homogeneidad del cielo en sí idéntica en todas direcciones y el equilibrio de la tierra misma” (PL., *Phd.* 108e-109a).
 “Le dio una figura conveniente y adecuada. La figura apropiada para el ser vivo que ha de tener en sí a todos los seres vivos debería ser la que incluye todas las figuras. Por tanto, los construyó esférico, con la misma distancia del centro a los extremos en todas partes, circular, la más perfecta y semejante a sí misma de todas las figuras...” (PL., *Ti* 33)
 “Al ser el universo esférico, están todos los extremos a la misma distancia del centro, por lo que por naturaleza deben ser extremos de manera semejante. Además, hay que considerar que el

centro, como se encuentra a la misma distancia de los extremos, se halla frente a todos” (Pl., *Ti* 62d).

101. Filolao es el primero que, según la información de que disponemos, retira a la Tierra de su papel central, colocándola en una órbita similar a como lo hacen los demás astros, en torno al centro del Universo. No fue el único pitagórico que desaloja la Tierra del centro del Universo; es muy probable que este tipo de planteamiento esté también en Hicetas y Ecfanto. Se atribuye a Filolao la colocación de un fuego central, u hogar central, en el universo, alrededor del cual giran la Tierra y los demás astros. En su imagen aparece una Contra-Tierra, o Antitierra, que no es visible desde nuestra Tierra, pues constituiría como una antípoda, que al parecer también estaría habitada. La creación de esta Antitierra respondería, según algunas interpretaciones, a la necesidad de configurar una década astral; para otros, es una forma de explicar los eclipses. Cf. ARIST., *Cael.* 293a-b; *Metaph.*, 986a; SIMP, *In Cael.* 511, 25-31; AECIO, II, 7, 7; III, 11, 3. Véase también, TIMPANARO [1946].
102. Heraclides Póntico, si bien acepta la Tierra en el centro del Universo, considera que la Tierra se movería en torno a un eje central y tendría un movimiento rotatorio. Nos ofrece una visión muy particular del geocentrismo, pues, según él, Mercurio y Venus girarían alrededor del Sol, el cual, a su vez, giraría en torno a la Tierra. Sobre el tema véase NEUGEBAUER [1972, p. 600-601], SVITZOU [2005] y HEATH [1991, p. 93-95].
103. Véase MOURELATOS [2014].
104. ARIST., *Pb.* 207a; D.L., VIII, 48; SIMP., *In Pb.* 145, 16-17; AECIO III, 15, 7.
105. Str. I, 94; AECIO, III, 11, 4.
106. AECIO, II, 15, 4.
107. HP., *Sobre la dieta* 38.
108. Aristóteles nos aporta algunas de las pruebas empíricas que demostraban de hecho la esfericidad de la Tierra. Consideraba que algunos fenómenos observables en la naturaleza sólo podrían explicarse a partir de la esfericidad de la Tierra (ARIST., *de Caelo* 297a -298a). Sus argumentos son fundamentalmente tres: La fuerza de la gravedad: “lo que posee gravedad tiene por naturaleza el desplazarse hacia el centro”, y la Tierra tiene gravedad; los eclipses de luna: la imagen que se proyecta de la Tierra sobre la luna dibuja una forma esférica y el cambio que se produce en el mapa estelar según nos desplazamos hacia el sur o hacia el norte; las estrellas visibles no son las mismas, fenómeno que sólo es posible en una imagen esférica.

BIBLIOGRAFÍA

- AMIOTTI, G. (1986) “L’Europe nella polemica tra Erodoto e la scuola Ionica”. *Contributi dell’Istituto di Storia Antica dell’Università del Sacro Cuore (CISA)*, XII, 49-56.
- ARANA, J. R. (1996) “El mapa de Hecateo”. *Veleia*, 13, 77-91.
- AUJAC, G. (2001) *Eratosthene de Cyrene, le pionner de la geographie: sa mesure de la circonférence terrestre*. Paris, Éditions du Comité des Travaux Historiques et Scientifique.
- BERNABÉ, A. (1979) “Los filósofos presocráticos como autores literarios”. *Emerita*, 47, 357-394.
- BLANCHE, L. (1968) “L’éclipse de Thales et ses problèmes”. *Revue Philosophique de la France et de l’etranger*, 158: 255-300.
- BRANSCOME, D.M. (2010) “Herodotus and the Map of Aristagoras”. *Classical Antiquity*, 29(1), 1-44.
- BERGGREN, J. L. (2007) “Aristarchus’s «On the Sizes and Distances of the Sun and the Moon»: Greek and Arabic texts”. *Archive for History of Exact Sciences*, 61(3), 213-254.
- CABALLERO, R. (2005) “Reflexiones sobre el concepto de publicación en la Grecia Arcaica: el problema de los tratados en prosa”. *Estudios Clásicos*, 127, 7-22.

- CABALLERO, R. (2008) "Las Musas Jonias aprenden a escribir: Ley escrita y tratado en prosa en los milesios y Heráclito". *Emerita*, LXXVI-1, 1-33.
- CARRIÓN LÓPEZ, P. (2009) "La medida del círculo de Arquímedes: figura y texto de la Proposición 1". *CFC (G): Estudios griegos e indoeuropeos*, 19, 65-88.
- CORRE, J.F. (2010) "Le Gnomon d'Anaximandre". *Revue de Philosophie Ancienne*, 28(2), 3-31.
- CORRE, J.F. (2013) "Proportions du ciel d'Anaximandre". *Phronesis*, 58(1), 1-16.
- CORRE, J.F. (2015) "Le problème des équinoxes dans l'astronomie grecque". *Phronesis* 60(4), 351-379.
- COUPRIE, D. (2011) *Heaven and Earth in Ancient Greek Cosmology. From Tales to Heraclides Ponticus*. New York, Springer-Verlag.
- COUPRIE, D. L. et al. (2003) *Anaximander in context: new studies in the origins of Greek philosophy*. Albany, State University of New York Press.
- DICKS, D. R. (1966) "Solstices, equinoxes and the presocratics". *Journal of Hellenic Studies*, 86, 26-40.
- DICKS, D. R. (1970) *Early greek astronomy to Aristotle*. Ithaca, NY, Cornell University Press.
- DIELS, H. (1879) *Doxographi Graeci*. Berlin, W. de Gruyter. [4th ed. Berlin 1976].
- DIELS, H. y KRANZ, W. (1951) *Die Fragmente Der Vorsokratiker, Erster Band*, Berlin, Weidmannsche Verlagsbuchhandlung, 6th ed.
- DILKE, O. A. W. (1985) *Greek and Roman Maps*, Londres, Thames and Hudson.
- DETIENNE, M. (1965) "Grèce archaïque: géométrie, politique et société". *Annales: Économies, Sociétés, Civilisations*. 20(3), 425-441.
- DOMÍNGUEZ MONEDERO, A.J. (1993) *La polis y la expansión colonial griega, Siglos VII-VI*, Madrid, Editorial Síntesis.
- DROZDEK, A. (2008). *In the Beginning was the Apeiron: Infinity in Greek Philosophy*. Stuttgart, Franz Steiner Verlag,
- DUTKA, J. (1994) "Eratosthenes' measurement on the Earth reconsidered". *Archive for History of Exact Sciences*, 46, 55-66
- EGGERS LAN, C., et al. (1994) *Los filósofos presocráticos*, Madrid, Editorial Gredos (3 volúmenes).
- FINKELBERG, A. (1993) "Anaximander's conception of the apeiron". *Phronesis*, XXXVIII(3), 229-256.
- FIRSOV, L.V. (1972) "Eratosthenes' calculation of the Earth's circumference and the length of the hellenistic study". *Vestnik Drevni Istorii*, 121, 154-174.
- FONSECA, A. (1974) "A proposito della data di fondazione de Apollonia Pontica". *Zira Antika XXIV*, 263-265.
- GARCÍA QUINTELA, M.V. (1987) "L'Anthropogonie d'Anaximandre. Problèmes d'interprétation tournant autour de la sagesse milésienne archaïque". *Quaderni di storia*, 26, 161-176.
- GARCÍA QUINTELA, M.V. (1996) "Le livre d'Anaximandre et la société de Milet". *Metis. Revue d'anthropologie du monde grec ancien*, 11, 37-68
- GOLDSTEIN, B.R. (1984) "Eratosthenes' on the Measurement of the Earth". *Historia Mathematica*, 11, 411-416.
- GRAHAM, D. W. (2010) *The Texts of Early Greek Philosophy*. Cambridge, Cambridge University Press.
- GUTHRIE, W.K.C. (1984) *Historia de la filosofía griega I*, Madrid, Editorial Gredos.
- HEATH, T. (1991) *Greek Astronomy*, New York, Dover Publications.

- JACOB, C.H.R. (1988) "Inscrivere la terra abitata su una tavoletta. Riflessioni sulla funzione delle carte geografiche nell'Antica Grecia". En: M. Detienne (Ed.) *Les Savoirs de l'écriture en Grèce Ancienne*, Lille, Presses Universitaires de Lille, 151-178.
- JACOBY, F. (1912) "Hekataios Von Milet". En: *Pauly-Wissowa Realencyclopädie. Pauly's Realencyclopädie der classischen Altertumswissenschaft: neue Bearbeitung*, Stuttgart: J. B. Metzler, 1894-1980. VII, Col 2667-2750
- JANNI, P. (1984) *La Mappa e il periplo. Cartografia Antica e spazio odologico*, Roma, Giorgio Bretschneider.
- KANH, C.H. (1960) *Anaximander and the origins of Greek Cosmogony*, Nueva York, Columbia University Press.
- KANH, C.H. (1970) "On Early Greek Astronomy". *Journal of Hellenic Studies*, 90, 101-109.
- KIRK, G.S. y RAVEN, J.E. (1970) *Los Filósofos Presocráticos. Historia Crítica con Selección de Textos*, Madrid, Editorial Gredos.
- LAHAYE, R. (1966) *La Philosophie Ionienne. L'école De Milet*, Paris. Éd. du Cèdre.
- LAKS, A. y MOST, G.W. (eds.) (2016) *Les débuts de la philosophie, des premiers penseurs grecs à Socrate*, Paris, Éditions Fayard.
- LASSERRE, F. (1964) "La physique d'Eudoxe de Cnide". En: *Actas del II Congreso Español de Estudios Clásicos*. Madrid, Publicaciones de la Sociedad Española de Estudios Clásicos 170-178.
- LASSERRE, F. (1966) *Die Fragmente des Eudoxos von Knidos*, Berlin, Gruyter.
- LOENEN, J. H. (1954) "Was Anaximander an Evolutionist?". *Mnemosyne*, 7(4), 215-232.
- MANFRED, R. (1985) "Arche e Apeiron. Sulla parola fondamentale di Anassimandro". *Elenchos*, VI, 295-314.
- MARTIN, T.H. (1879) "Histoire des hypothèses astronomique grecques qui admettent la sphericité de la Terre". *Memoires de l'Institut National de France*, 29(2), 305-318.
- MASSA ESTEVE, M.R. (2007) *Aristarco de Samos: Sobre los tamaños y las distancias del Sol y la Luna*. Cádiz, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- MONDOLFO, R. (1971): *El Infinito en el pensamiento de la Antigüedad Clásica*. Buenos Aires, Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- MOURELATOS, A.P.D. (2014) "La Terre et les Étoiles dans la cosmologie de Xénophane". En: A. Laks y C. Louguet (eds.) *Qu'est-ce La Philosophie Présocratique?* Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, 331-350.
- NENCI, G. (1954) *Hecataei Milesii. Fragmenta*. Firenze, La Nuova Italia.
- NEUGEBAUER, O. (1969), *The Exact Sciences in Antiquity*, New York, Dover Publications.
- NEUGEBAUER, O. (1972) "On The Allegedly Heliocentric Theory of Venus by Heraclides Ponticus". *The American Journal of Philology*, XCIII, 600-601.
- NICOLAI, R. (1997) "Appunti su Eateo". *Quaderni Urbinati de Cultura Classica*, 56(2), 143-164.
- ORTIZ GARCÍA, P. (2009) *Arquímedes, Tratados II*. Madrid, Editorial Gredos.
- OSBORNE C. (1983) "Archimedes on the Dimensions of the Cosmos". *Isis*, LXXIV, 234-242.
- PORTULAS, J. y GRAU, S. (2011) *Saviesa grega arcaica*. Barcelona, Adesiara.
- PUIG PEÑALOSA, X. (2009) "El concepto de Ápeiron en Anaximandro: una estética del origen". *Ontology Studies*, 9, 131-138.
- REINER, E. (1999). "Babilonian Celestial Divination". En: N. M. Swerdlow (ed) *Ancient Astronomy and Celestial Divination*. Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 21-37.
- RIEDEL, M. (1985) "Arche e Apeiron. Sulla parola fondamentale di Anassimandro". *Elenchos*, VI, 295-314.

- ROLLER, D. W. (1989) "Columns in Stone. Anaximandro' Conception of the World". *L'Antiquité Classique*, LVIII, 185-189.
- ROSSETTI, L. (2013) "Il Trattato di Anassimandro sulla Terra". *Peitho. Examina Antiqua*, 1(4), 24-61.
- ROSSETTI, L. (2015) "El tratado *Peri Physeos* de Anaximandro: un nuevo tipo de Enciclopedia". *Nova Tellus*, 32(2), 57-73.
- ROVELLI, C. (2009) *Anaximandre de Milet ou la naissance de la pensée scientifique*. Paris, Dunod.
- SASSI, M.M. (2006) "Anaximandro e la scrittura della "Loggo" Cosmica". En: M.M. Sassi (ed.) *La costruzione del discorso filosofico nell'età dei Presocratici*. Pisa, Edizioni della Normale, 3-26.
- SHIAPARELLI (1875) *La Sphère Homocentrique d'Éudoxe de Calliope et d'Aristotle*, Milano, U. Hoepli.
- SHIAPARELLI (1908) *Scritti sulla Storia dell' Astronomia antica*. Milano, Mimesis.
- SVITZOU, I. (2005) "Heraclides of Pontus and his Cosmic Theory: an Innovator or a Revisionist of the Ancient Cosmology?". *Academy of Athens*, 35, 175-181.
- SZABÓ, A. (1977) "Anaximandros und der Gnomon". *Acta Antiqua Academiae Scientiarum Hungaricae*, XXV, 341-357.
- TIMPANARO CARDINI, M. (1946) "Il Cosmo di Filolao". *Rivista di Storia Della Filosofia*, I, 322-333.
- VERNANT, J. P. (1968) "Structure géométrique et notions politiques dans la cosmologie d'Anaximandre". *Eirene*, VII, 5-23.
- WHITE, S. (2008) "Milesian Measures: Time, Space and Matter". En: P. Curd y D. Graham (eds.), *The Oxford Handbook of Presocratic Philosophy*, Oxford, University Press, 89-133.
- WISNIEWSKI, B. (1957) "Sur la signification de l'ápeiron d'Anaximandre". *Revue des Études Grecques Année*, 70(329-330), 47-55.