

## Heráclides y Aristarco. Propuestas no ortodoxas en el pensamiento griego

**Resumen:** En este trabajo se consideran dos propuestas astronómicas previas al exitoso modelo geocéntrico de Ptolomeo, a saber, la de Heráclides de Ponto, un modelo geoheliocéntrico, y la de Aristarco de Samos, el fallido heliocentrismo estricto griego. De la segunda se señalan varias objeciones significativas que son comprensibles en el contexto en que fueron enunciadas. Este ensayo considera ambas propuestas como las que sirven de enlace entre el geocentrismo del siglo IV AC (1) y el sofisticado y exitoso sistema geocéntrico de Claudio Ptolomeo del siglo II DC. La primera aborda el sistema mixto de Heráclides de Ponto, la segunda el heliocentrismo de Aristarco de Samos, tanto en su aspecto doctrinal como algunas de las objeciones a la misma.

### I. Heráclides de Ponto y su sistema mixto

Si se considera que el sistema de Eudoxo es inadecuado para explicar el aparente cambio de distancia de los planetas -una posible interpretación de su cambio de brillo-, y que, en dicho sistema, el movimiento de Mercurio, Venus y el Sol aunque no es un problema, sí es un cierto misterio, resulta obvio que es imprescindible retomar y explicar plenamente ambos aspectos fenoménicos. Igualmente es claro que esa tarea requiere trascender los límites del homocentrismo eudoxiano, con su equidistancia de los planetas a la Tierra.

Se sabe que Heráclides de Ponto (c. 388-310 AC) propuso una explicación que resolvía la cuestión. La hipótesis supone que Mercurio y Venus se mueven alrededor del Sol y no de la Tierra. Y como el Sol se mueve, a su vez, alrededor de la Tierra, centro del Universo, claramente se entiende el que tales planetas cambien sus distancias respecto de la Tierra. Ambos planetas se mueven circularmente, por lo que se respeta la equidistancia de su centro; pero respecto de la Tierra tales distancias no son

equidistantes. Además se entiende que los tres cuerpos celestes se muevan conjuntamente alrededor de la Tierra, atalaya del observador. Se explica la llamada "pertenencia" fenoménica de Mercurio y Venus al Sol.

En forma general, el sistema de Heráclides, nacido en Pontus pero emigrado a Atenas, es como sigue: su concepción es geocéntrica pues la Tierra permanece en el centro del Cosmos, que es limitado por la esfera de las Estrellas Fijas. Se debe recordar que, desde un punto de vista fenoménico, suponer que la Tierra rota sobre sí misma mientras el cielo estrellado está inmóvil, es equivalente al asumir la interpretación tradicional de la rotación de los cielos y la inmovilidad de la Tierra. Según las fuentes, en el sistema heracliteano la Tierra rota y el cielo está inmóvil, como se desprende de los textos siguientes:

"Heráclides de Ponto y Ecfanto el pitagórico permitieron a la Tierra moverse, pero no progresivamente sino en forma rotativa como una rueda con su eje, de oeste a este alrededor de su propio centro" (2)

"Heráclides de Ponto, suponiendo que la tierra estaba en medio moviéndose, en un círculo, mientras que los cielos estaban en reposo, consideraba los fenómenos a explicar." (3)

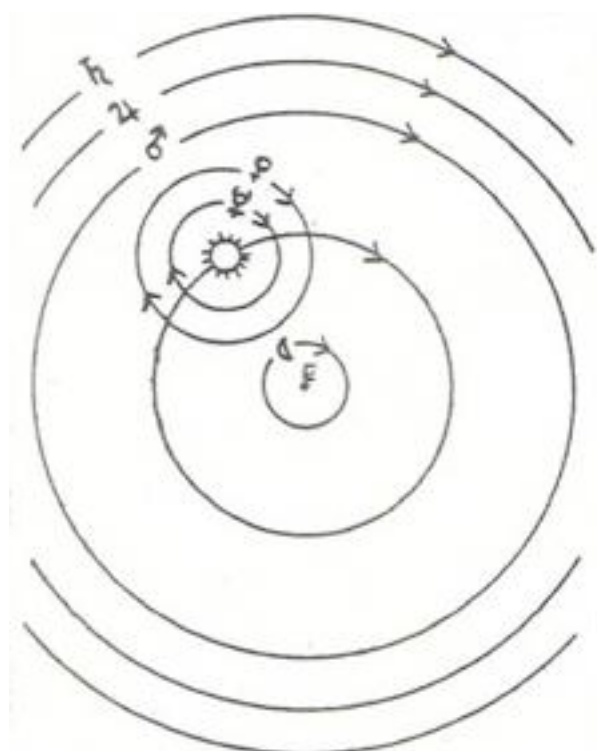
Pero no es un Cosmos de centro único, sino uno en que el Sol es también centro, aunque secundario, de Mercurio y Venus. Los restantes cuerpos celestes, el Sol, la Luna, Marte, Júpiter y Saturno se mueven alrededor del centro primario del Cosmos, la Tierra. La circularidad se mantiene, y al mismo tiempo, los rasgos fenoménicos son explicados. El gran problema del modelo de Eudoxo desaparece.

Sin embargo, algunas dificultades se plantearon. En efecto, escrúpulos emergen ante la pluralidad de centros; tales

escrúpulos aparecen no solamente porque se abandona la concéntrica eudoxiana -lo que perturba a sus seguidores-, sino por la idea de la simplicidad de la naturaleza, compartida por todos los teóricos en ese entonces, que implica que **un** centro es más aceptable que una **pluralidad**; que un centro es más simple, bello y verdadero que varios, esto es, la afirmación de la existencia de un centro primario y otro secundario. Pero tal pluralidad de centros es el precio por la correspondencia entre lo teórico y lo empírico en la propuesta de Heráclides. Igualmente, aunque se acepte la equivalencia fenoménica de las dos explicaciones citadas del movimiento diurno, no es menos cierto que desde el punto de vista sensorial y físico la inmovilidad de la Tierra es un dato sin fisuras, mientras que obviamente es mucho más difícil de aceptar la no apariencia de un algo que sí es, a saber, su movilidad rotatoria. Dificultad agravada por la suposición de que la apariencia sensorial es clave para el desentrañamiento de la verdad, suposición típica de muchos enfoques relativos a la naturaleza del conocimiento.

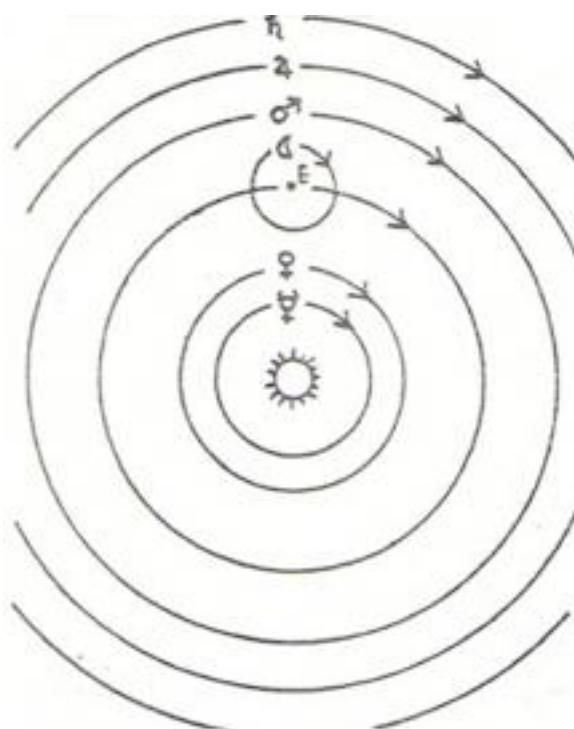
Por todo lo anterior, los astrónomos continuaron en la búsqueda de una propuesta más integral.

El sistema de Heráclides, en forma diagramática, es así:



## II-- Aristarco de Samos y su propuesta heliocéntrica

Aristarco de Samos, siglo III AC (c. 310-230; florecimiento hacia el 281 AC., fecha en que observó el solsticio de verano), discípulo de Estratón de Lámpsaco (4), formuló la muy audaz hipótesis del movimiento de traslación de la Tierra en torno al Sol, completando la idea de la rotación terrestre y la inmovilidad de los cielos. De manera diagramática aparece a continuación.



Fue muy reconocido por sus aportes técnicos a la astronomía. Ejemplo de ello es la influencia de su obra **Sobre las dimensiones y de las distancias del Sol y la Luna**, en que introduce procedimientos que preanuncian las aplicaciones trigonométricas posteriores para la determinación de tales magnitudes. Esta obra llegó íntegra hasta nuestros días gracias a su incorporación a la antología de opúsculos astronómicos de Pappus de Alejandría, **La pequeña astronomía**, libro sexto de su **Colección matemática**. Pero en ella no se hace referencia alguna a la hipótesis heliocéntrica.

Lamentablemente la hipótesis heliocéntrica de Aristarco no recibió apoyo significativo, y chocó frontalmente tanto con el sentido común, una de las bases del geocentrismo, como con las ideas de la religiosidad elemental de los griegos. En consecuencia, el único astrónomo que en la antigüedad sigue la concepción de Aristarco de Samos es Seleuco de Seleucia, como se verá más adelante.

El conflicto con las ideas religiosas se desprende de la cita de Plutarco que sigue, en la que Lucio se defiende del cargo de impiedad por haber hecho de la Luna un cuerpo sólido como la Tierra:

“Lucio sonrió y dijo: Muy bien, pero no lancéis contra mí una acusación de impiedad como Cleantes, que decía que correspondía a los griegos acusar a Aristarco de Samos por trasladar el corazón del Universo [la Tierra], ya que intentaba explicar los fenómenos mediante la suposición de que los cielos estaban inmóviles, mientras que la Tierra gira en una órbita oblicua, al tiempo que da vueltas sobre su propio eje”. Plutarco. **En la cara de la Luna. (5)**

La propuesta heliocéntrica de Aristarco de Samos se conoce gracias a la referencia de Arquímedes (c. 287-212 AC), en su **Arenario** o **Psammites**, quien lo cita para adversarla, acusada de ser infundada, como se desprende del final del texto que sigue.

“Aristarco de Samos publicó ciertas hipótesis de cuyos fundamentos resulta que el Universo sería mucho mayor porque supone que las estrellas fijas y el Sol están inmóviles, que la Tierra gira alrededor de este como centro y que la magnitud de la esfera de aquellas es tal que la circunferencia del círculo que supone descrito por la Tierra es a la distancia a las estrellas fijas como el centro de la esfera a la superficie, lo cual es imposible porque, careciendo de magnitud el centro, no puede tener ninguna razón con la superficie de la esfera.” Arquímedes. **El Arenario. (6)**

Sin embargo, lo crucial es la referencia de Arquímedes, contemporáneo de Aristarco, a las características centrales de su heliocentrismo. En efecto, el Sol se coloca en el centro de la esfera de las estrellas fijas, y ambos son inmóviles. La Tierra gira

alrededor del Sol y en torno a su propio eje. Y el tamaño del círculo de la trayectoria de la Tierra alrededor del Sol no es comparable con la distancia del Sol a las estrellas fijas. Lo que por cierto no coincide estrictamente con la crítica que Arquímedes plantea al cierre de su cita.

Otra incómoda referencia plantea el dilema de que Aristarco habría formulado sus ideas simplemente como hipótesis, mientras que el astrónomo babilonio del siglo II AC, Seleuco de Seleucia (lugar sobre el Tigris), lo habría tomado, en cambio, como verdadero:

“[¿Rota la tierra?] como Aristarco y Seleuco han mostrado últimamente, suponiéndolo tan sólo el uno, si bien Seleuco lo afirma como verdadero”. Plutarco, **Cuestiones platónicas, 8. (7)**

Tal interpretación, sin embargo podría derivarse de la estrategia expositiva de iniciar un texto científico con una lista de las hipótesis o principios que lo justifican para su demostrabilidad, no necesariamente por una toma de posición instrumentalista contrapuesta al realismo de Seleuco, en la cita de Plutarco. En efecto, el tratado de Aristarco en torno a los tamaños y distancias del Sol y Luna, comienza con seis hipótesis, a saber, 1- La Luna recibe su luz del Sol; 2- La Tierra se comporta como un punto central respecto de la esfera en que se mueve la Luna; 3- Cuando la Luna está en su primer cuarto, o en el último, el círculo máximo que separa la parte oscura de la luminosa, aparece en la dirección de nuestro ojo; 4- Cuando la Luna está en su primer cuarto, o en el último, la distancia de la Luna al Sol es menor que un cuadrante en un treintavo de cuadrante; 5- El ancho de la sombra de la Tierra es de dos Lunas, 6- La Luna subtiende un quinceavo de un signo del Zodíaco. (8)

### **Objeciones a la doctrina de Aristarco de Samos**

El primer problema en la propuesta heliocéntrica de Aristarco de Samos es la ausencia de correspondencia directa entre lo teórico y lo fenoménico. En efecto, los sentidos ofrecen un espectáculo de los cielos y el Sol moviéndose en torno al observador (esto es, la Tierra), mientras que la teoría

establece que están inmóviles, dado que es la Tierra la que realmente se mueve, con doble movimiento de traslación y rotación. El movimiento terrestre no tiene contrapartida fenoménica. Por el contrario, el Sol y el firmamento estrellado sí presentan movilidad, anual y diurna respectivamente. Luego cabe dudar de la verdad de la propuesta heliocéntrica puesto que falta la concordancia con aspectos fenoménicos muy significativos.

En segunda instancia, la teoría se enfrenta a objeciones derivadas de una interpretación de los objetos moviéndose a través del aire, puesto que la movilidad de la Tierra, ya sea por rotación o traslación, debiera afectar la movilidad de nubes u objetos móviles -proyectiles en terminología aristotélica estricta. En el caso de la rotación, la velocidad de un punto dado sobre la superficie debe ser verdaderamente significativa. Luego, la pregunta crucial es: ¿Cómo podrían las nubes o los proyectiles superar los efectos de este movimiento de rotación? Nunca podrían realizar un movimiento hacia oriente, puesto que la Tierra en su rotación, y como resultado de su movimiento, siempre los superaría. (9)

Se podría agregar la incompatibilidad entre el heliocentrismo de Aristarco y la concepción de los movimientos naturales, en especial, la de Aristóteles y los movimientos rectilíneo-finitos de los cuerpos graves y ligeros. Efectivamente, en la concepción aristotélica el lugar natural de los cuerpos graves es el centro de la Tierra, y este coincide con el centro del Universo; luego un cuerpo al llegar a ese centro se detiene y queda en reposo; con más razón, ese centro debe ser inmóvil.

Empero, si ella, la Tierra, no está en el centro del Universo, y lo que es más grave, si ella se traslada, ¿cómo funciona el centro de la gravitas en tanto lugar natural de los cuerpos pesados? ¿Desde dónde, desde qué punto, ejerce su acción causal final? No puede ser el centro actual que no coincide con el de real caída, dado que por la traslación terrestre son dos puntos distintos y separados por un intervalo espacial. Por supuesto, si ingenuamente se sigue relacionando el centro de *gravitas* con el centro del cosmos, el resultado sería más

radicalmente incompatible con los fenómenos, pues los graves tenderían hacia el Sol.

En tercer lugar, un tópico aún más significativo, es el del paralaje estelar, esto es, la medida angular resultante de la observación de una estrella fija a partir de dos posiciones distintas de la Tierra en su viaje alrededor del Sol. Medida geométrica de un efecto fenoménico esperable si un objeto es visto desde dos posiciones distintas en una trayectoria rectilínea, por ejemplo, en los extremos del diámetro de la orbe terrestre alrededor del Sol. Pero ni el efecto fenoménico, ni la medida angular, son accesibles al observador colocado en este punto privilegiado, a saber, la Tierra. Luego, si este efecto o ángulo no existen, la Tierra ha debido permanecer siempre en el mismo lugar, y su supuesta traslación no es sino una ilusión o error interpretativo.

En este punto, no es necesario discutir las posibles respuestas a las anteriores objeciones. Por una parte, dado que las fuentes son muy escasas e incompletas; por la otra, puesto que también son significativas objeciones al sistema copernicano, y se resolverán al considerar dicho sistema heliocéntrico. Por ejemplo, la tercera objeción se neutraliza en virtud del axioma de la inconmensurabilidad entre el tamaño del orbe terrestre y el radio del Universo -el axioma cuarto del *Commentariolus*-, de Nicolás Copérnico. (10)

## Notas

1- Este geocentrismo se estudia detenidamente en mi ensayo "En torno a la Revolución Astronómica: un comentario al *Commentariolus* de Copérnico (I)". **Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica**. Por lo que este trabajo puede considerarse una continuación de ese otro.

2- Según Aecio, Plutarco. También Copérnico en el prefacio de su *De revolutionibus orbium coelestium*. Los trabajos de Heráclides se han perdido en su totalidad, por lo que se depende de referencias posteriores y no muy precisas. Aristóteles, en su tratado cosmológico por excelencia, *De caelo*, no hace referencias a este autor.

3- Simplicio, **De caelo**. En Hanson, N. R. **Constelaciones y conjeturas**, pp 107)

4- Estratón de Lámpsaco, el físico, tercer director del Liceo de Aristóteles en Atenas (288-269), pero antes organizador del Museo de Alejandría, por encargo del gran Ptolomeo I Soter.

5- Se cita según Koestler, **Los sonámbulos**, pp 49. Corresponde al #6, de la obra de Plutarco, quien obviamente es fuente muy posterior, hacia el 50-120 AC. Vale la pena considerar que este texto podría haber sido fuente importante de inspiración para Nicolás Copérnico en su búsqueda de alternativas al pensamiento griego ortodoxo.

6- Arquímedes. **El arenario**. En Vera, Francisco. **Los científicos griegos**, volumen II, pp 205.

7- Según Hanson, opus cit., pp 108. Seleuco hizo observaciones astronómicas en Rodas hacia el 128 DC., según señala Francisco Vera, opus cit., volumen I, pp 985.

8- Sarton, George. **Historia de la Ciencia**, pp 54-55. Aquí no interesa los errores en los supuestos, especialmente 4 y 6, sino la presentación a modo de introducción, si se quiere euclideana, de hipótesis pertinentes para construir unas pruebas.

9- Véase al respecto Ptolomeo, **Almagesto**, I, 7.

10- Para una exposición de esos axiomas o postulados copernicanos, véase mi: "Copérnico: reorganizador de los cielos", en **Repertorio Científico**.

## Bibliografía

Coronado, Guillermo. "En torno a la Revolución Astronómica: un comentario al Commentariolus de Copérnico (I)". Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica. Vol XXIX, #69. 1991. 23-33.

----- "Copérnico: reorganizador de los cielos". Repertorio Científico. Universidad Estatal a Distancia. Vol 2. #1, Enero-Abril 1994. 22-28.

Dreyer, J.L.E. A History of Astronomy from Thales to Kepler. New York: Dover, 1953.

Hanson, N. R. Constelaciones y conjeturas. Madrid: Alianza Universidad. 1985.

Koestler, A. Los sonámbulos. Volumen 1. Barcelona: Salvat. 1986.

Sarton, George. Historia de la Ciencia. Volumen III. Buenos Aires: Eudeba. 1965.

Vera, Francisco. Los científicos griegos. Volumen I-II. Madrid: Aguilar. 1970.