

La cosmología estoica

Juan José Colomina Almiñana
Universitat de València. España.

1• Introducción

Desde antiguo, el hombre ha habitado la Tierra. El hecho de que el hombre fuera el único observador consciente sobre este nuestro mundo le hizo suponer que ocupaba un lugar privilegiado dentro de este conjunto. Todo ello permitió que apareciera la distinción entre la Tierra (único mundo realmente habitado y en el que el hombre se desenvuelve) y el Cielo (que contiene el resto de los cuerpos que poblan el universo).

Como el único medio de que este antiguo hombre disponía era la simple observación, se dio cuenta de cuán a merced de fuerzas naturales se encontraba continuamente (inundaciones, terremotos, tormentas, etc.) y la grandiosidad de aquel universo, que se le abría desmesuradamente y que contenía aquellos “seres sobrenaturales” que permitían el buen equilibrio del mundo, se le presentó en todo su esplendor.

La observación de la perfección y la regularidad de dichos astros y sus movimientos (ya que los antiguos creyeron que era la Tierra la que permanecía inmóvil en el centro del universo y todos los demás astros giraban a su alrededor, confundidos como no por la observación sensible que permite afirmar sin reparo tal tesis) permitió establecer una temporalidad que rigiera los períodos agrícolas e, incluso, los momentos religiosos. Y en el momento en que comienza la medición del tiempo y la confección de calendarios, del mismo modo toma auge el control sobre la influencia que los demás astros ejercen sobre la Tierra y sus habitantes.

Y desde siempre el hombre se ha preguntado acerca del origen y configuración del universo. Y las respuestas a este enigma se han ido sucediendo en todas las culturas a través del tiempo.

Aunque se suele fechar el comienzo de la filosofía y la ciencia en la Grecia clásica del siglo VI a.C., las observaciones del cielo se han realizado desde mucho antes. Tanto los egipcios como los babilónico-mesopotámicos eran conscientes y conocían la importancia de los astros: no sólo tenían calendarios solares y lunares, sino que además ya habían descrito movimientos de ciertos astros representativos (como el de, por ejemplo, Sirio por los egipcios y mesopotámicos). Pero la importancia no sólo radica en ello, sino que además expusieron mediante narraciones mitológicas las respuestas sobre el origen y distribución del mundo que tanto han preocupado a las civilizaciones. Pero como estas explicaciones más bien respondían a cuestiones religiosas que no cosmológicas, hace falta esperar hasta unos siglos después para que los griegos den el salto de esta cosmología mitológica a una cosmología astronómica.

Pero surge un problema con respecto a ello, ya que si es necesario pasar de la observación de parte a la constitución del todo, ¿cómo podemos realizar este salto? La respuesta no se hará esperar: es necesaria la construcción de modelos teóricos que sobrepasen y anticipen la propia experiencia, y estos modelos serán construcciones racionales que permiten al hombre pasar de la observación a la especulación de hipótesis que, posteriormente y no hasta el siglo XV, necesariamente se han de verificar. Estos modelos teóricos sustituyen la observación, ya que no requieren una verdad directa sino una verdad probable.

Pero, ¿dónde y cuándo aparecen los primeros modelos teóricos de construcción racional que merezcan ser tenidos en cuenta? En Grecia, a partir del siglo VI a.C., la formación de un nuevo pensamiento al que se llamará filosofía y que es un saber especulativo sobre la verdad del mundo permite las primeras aproximaciones a una verdadera cosmología astronómica. Pero será a partir de la formación de escuelas filosóficas como la platónica, la pitagórica, la epicúrea o la peripatética cuando surja

una verdadera tradición filosófico-científica. Pero en este breve ensayo nos centraremos en las teorías que la escuela estoica expandió.

Los dos fundamentos de la filosofía natural aristotélica fueron desarrollados y modificados en la física estoica. La concepción teleológica aparecerá en ella en forma mucho más religiosa como Providencia (concepción que influirá en la creencia extendida de que todo tiende en un progreso hacia lo mejor), suavizando así el determinismo causal que supone la teoría del hado. La imagen continuista toma gran fuerza, ya que la creencia en la interdependencia de todas las partes del cosmos permite a los estoicos explicar cómo es esta interdependencia la que permite la actividad física que le permea y une en un todo dinámico. Los estoicos postularon la existencia de un vacío infinito que rodea el continuo infinito del cosmos. Y la interconexión de todas estas partes del universo sólo es posible porque los estoicos postularon la existencia del *pneuma* (πνεύμα), una especie de soplo de vida que es el aliento y alma del universo.

2· La circunferencia de la tierra

Dentro de la escuela estoica existe, además, divergencia de opinión respecto a algunos temas de interés; y conforme va pasando el tiempo, las generaciones posteriores varían ciertos aspectos teóricos para adaptar las teorías a los nuevos tiempos.

Es el caso de Posidonio de Apamea, que no sólo afirmó que la Luna emitía luz propia (negando la concepción común de su época), sino que además creía que la Tierra era redonda e intentó demostrar su circularidad calculando su circunferencia:

“Posidonio dice que Rodas y Alejandría están en el mismo meridiano. Los círculos meridianos son círculos dibujados a lo largo de los polos del universo y pasan por el punto que está sobre la cabeza de cualquier individuo situado de pie sobre la Tierra. Los polos son los mismos para todos esos círculos, pero el punto vertical es diferente para cada persona... Rodas y Alejandría están en el mismo círculo meridiano y la distancia entre ambas ciudades es estimada en 5000 estadios. Supuesto que tal sea el caso... Posidonio sigue diciendo que la estrella brillante llamada Canobus queda hacia el sur, prácticamente sobre el timón de Argos. Dicha estrella no es vista en toda Grecia, de ahí que Arato ni siquiera la mencione en sus *Efemérides*. Pero conforme se va de norte a sur, comienza a ser visible en Rodas y, cuando allí se ve sobre el horizonte, se pone inmediatamente conforme gira el universo. Cuando se han navegado los 5000 estadios y se está en Alejandría, esa estrella se halla a una altura sobre el horizonte de un cuarto de signo –es decir, 1/48

del círculo del zodiaco- cuando se encuentra exactamente en medio del cielo; por tanto, el segmento del círculo meridiano que está situado sobre la distancia entre Rodas y Alejandría es de $1/48$ parte de dicho círculo, ya que el horizonte de los habitantes de Rodas dista del de los alejandrinos en $1/40$ del círculo zodiacal... Y, por tanto, el gran círculo Tierra debe medir 240000 estadios, asumiendo que de Rodas a Alejandría haya 5000 estadios; pero si no, estará en la misma proporción a la distancia entre ambas. Tal es el modo en que Posidonio trató el tamaño de la Tierra” (Cleómedes, *De motu circularum doctrinae* I 10, 50).

Lo que Posidonio afirmó es que la diferencia existente entre los horizontes de Rodas y Alejandría forman un ángulo idéntico al que la distancia existente entre Rodas y Alejandría si trazamos una línea desde el centro de la Tierra a cada una de ellas; de este modo se afirma que si la distancia que existe entre el horizonte de Rodas y el de Alejandría forma un ángulo $1/48$ parte inferior que el de un círculo ($7^{\circ}5'$), encontramos que la circunferencia total de la Tierra debe ser 48 veces $7^{\circ}5'$, o lo que es lo mismo, 48 veces los 5000 estadios de distancia que existen entre Rodas y Alejandría. Con ello obtenemos la cifra de 240000 estadios (360°), y si un estadio son 160 metros aproximadamente, tenemos que el total de la circunferencia de la Tierra fue estimado por Posidonio en 38400 kilómetros, que cabe dentro del margen de error establecido por la distancia real de la circunferencia terrestre de 40008 kilómetros (circunferencia polar) ó 40076 kilómetros (circunferencia ecuatorial).

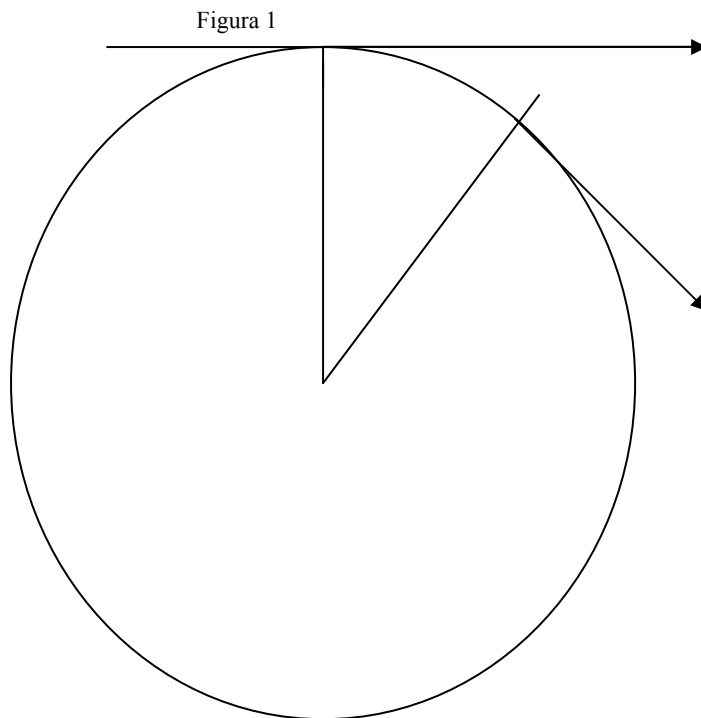


Figura 1. Determinación de la circunferencia de la Tierra de Posidonio a partir de la distancia entre Rodas y Alejandría (5000 estadios) y el ángulo entre sus horizontes.

3· El pneuma

La doctrina estoica insiste repetidamente en la continuidad de la materia en el universo; pero aunque Aristóteles también habló de un principio pasivo de continuo, los estoicos afirmaron este continuo como un principio activo regulador de todos los fenómenos físicos del universo.

Pero necesitaban de un nexo, de una sustancia activa, que ligara en un todo dinámico al universo: y este nexo es el pneuma (πνευμα), un elemento mezcla entre fuego y aire que recoge la actividad de ambos y que se supone es el aliento o espíritu dinámico que todo lo llena y permite la interconexión de todas las partes del universo (véase la influencia de Anaxímenes).

Si la física moderna se caracteriza por ser cuantitativa, la física antigua que era cualitativa. Por ello mismo, los griegos atribuían cualidades a los elementos. Los estoicos no fueron menos, por ello atribuyeron la cualidad “caliente” al fuego, “frío” al aire, “sequedad a la tierra y “humedad” al agua. Y estos cuatro elementos se reagruparon en dos grupos: el primero es el de los elementos con principio activo (το ποιουν) formado por el fuego y el aire, mientras que el segundo grupo es el de los elementos con principio pasivo (το πασχον) formado por el agua y la tierra.

El principio activo tiene razones físicas (tanto la flexibilidad del fuego como del aire permitieron asociarlos a la dinamicidad de la naturaleza), pero también biológicas (los procesos térmicos del fuego y del aire fueron asociados al fuego de la vida). Así, Cicerón afirmará que

“Las cosas son de tal manera que todo lo que se nutre y crece contiene en sí mismo una fuente de calor, sin la que su nutrición y crecimiento no podrían ser posibles; pues todo cuanto posee una naturaleza caliente e ígnea se mueve y agita por impulso propio; lo que se alimenta y crece se vale de un impulso regular y uniforme” (Cicerón, *De natura deorum*, II 23).

Los griegos concebían que en los seres orgánicos es donde se encuentran las cualidades del principio activo, ya que su existencia depende de la respiración y los procesos térmicos que se desarrollan en su interior. Pues bien, del mismo modo

supusieron que estos elementos activos (o pneuma) son fundamento de la existencia del reino inorgánico, pero también de la inherencia y cohesión del mundo.

En el hombre, el pneuma es el alma (soplo vital), y del mismo modo que en el cuerpo el alma convierte a las partes en un todo interconexionado, existe un principio dinámico (o pneuma) también en el universo que conecta todos sus elementos. Pero esta capacidad de cohexionar todos los elementos sólo es propia de los elementos activos, nunca de los pasivos.

“Los estoicos dicen que la Tierra y el agua no poseen una fuerza cohesiva propia, ni pueden ligar otras sustancias, las cuales mantienen su unidad al participar del poder del pneuma y del fuego. El aire y el fuego, por el contrario, gracias a su tensión interna y a su mezcla con las otras dos, proporcionan a éstas su tensión, permanencia y sustanciabilidad” (Plutarco, *De comm. not.*, 1085 D).

Por su carácter dinámico es por lo que la tensión del pneuma da una forma definitiva a todos los fenómenos físicos. Pero la materia está compuesta de aire, por lo que es el pneuma la materia primigenia, dando así cohesión a la masa interna de los cuerpos físicos, y no sólo de los elementos de forma externa. Por ello mismo, un cuerpo puede dividirse hasta el infinito y no contiene ninguna unidad última sobre la que se erige un sistema de estructuras.

Los estoicos cambiaron el principio de disposición por el principio de síntesis, ya que no sólo el pneuma conforma exteriormente el universo, sino que la cohesión interna de los cuerpos por el pneuma le confiere a la materia unos atributos físicos definidos.

Los estoicos conciben la naturaleza como un continuo. Ese medio continuo posee elasticidad, por ello mismo afirmaron la propagación circular en dos dimensiones y la esférica en tres, pero también afirman la expansión ondulatoria de las ondas. Pero no sólo de las ondas auditivas, sino también de las que forman la visión:

“Según Crisipo... la vista se debe a que la luz entre el objeto y el observador se expande cónicamente. El cono se forma en el aire con su ápex en el ojo del observador y su base en el objeto observado; de este modo la señal es transmitida al observador por medio del aire agitado, justo como con un puntero” (Diógenes VII 157 (A II 867)).

La percepción sufre un movimiento bidireccional: desde el objeto hasta el alma del observador, pero del mismo modo que las ondas que forma en un estanque una piedra lanzada sobre él, al llegar al alma las ondas retornan al objeto. Este doble movimiento se conoce como movimiento de tensión (“toniké kinesis”). Y dentro de esta “toniké kinesis”, el movimiento del objeto al alma produce la percepción de la unidad y la sustancia, mientras que el movimiento inverso produce la percepción de la cantidad, como afirma Nemesio en *De natura homine* 2, 42 (A II 451).

Pero el pneuma y la fuerza de tensión no sólo interconexiona las cosas del universo, sino que su orden y armonía dependen también de la existencia del pneuma. El mundo aparece ahora como una interrelación donde no cabe el vacío, ya que el pneuma llena todo el espacio existente entre los cuerpos:

“En el cosmos no hay vacío, como muestran los fenómenos, ya que si la sustancia de todo cuanto existe no fuese mantenida unida en algún lugar, el cosmos no podría tener una existencia natural ordenada, y no habría una mutua simpatía entre sus diversas partes” (Cleomónides, *De motu circularum doctrinae*, I 1, 4).

Los estoicos distinguieron tres tipos de mezcla en el mundo: el entremezclado mecánico (λογoi σπερματικοι), la mezcla (unión de líquidos) y la fusión (unión de materiales diferentes cuyas cualidades por separado desaparecerán y conformarán un único elemento con cualidades propias). Y todo el universo está formado mediante estos métodos. Pero como la interconexión del cosmos supone la unión y la relación de todas sus partes con el todo, cualquier cosa que ocurra afectará al conjunto.

Y el concepto de pneuma se basa en estereotipos de unión de elementos. Los estoicos introdujeron el concepto de mezcla total,

“... es la combinación de sustancias a través de sus superficies, como ocurre en el caso de los silos, en los que se encuentra el trigo, la cebada, las lentejas y los productos similares, o como sucede con los guijarros y la arena en la orilla del mar” (Estrobio, *Eclog.* I 153 (A II 543)).

ya que el pneuma está totalmente mezclado e interrelacionado en y con todo, por lo que el pneuma es el alma del mundo que se encuentra en todas y cada una de sus partes uniéndolas en un todo.

4· La simpatía cósmica: Posidonio y la teoría de las mareas

Esta idea del pneuma y la interconexión de los cuerpos y elementos que conforman el universo quedaron demostrados por el descubrimiento por parte de Posidonio de la conexión que existe entre la Luna y las mareas oceánicas.

“Posidonio afirma que el océano tiene un movimiento periódico como las estrellas. Hay un período diario, uno mensual y otro anual, debidos todos ellos a la simpatía con la Luna. Cuando ésta alcanza sobre el horizonte la altura de un signo del zodiaco, el mar comienza a subir e invade perceptiblemente la tierra seca, hasta que la Luna llega a la mitad del cielo. Conversamente, cuando la Luna desciende, el mar se retira lentamente, hasta que la luna está a la altura de un signo del zodiaco desde su puesta. En esta condición permanece el mar hasta que la Luna llega al ocaso y en su movimiento continuado recorre la extensión de un signo del zodiaco desde el horizonte terrestre. A partir de este punto, el mar vuelve a subir hasta el nádir de la Luna bajo la Tierra. Después de esto hay un reflujó más, hasta que la luna asciende a la altura de un signo del zodiaco hasta el horizonte. Esta condición se mantiene hasta que la Luna alcanza la altura de un signo zodiacal sobre la Tierra, momento en el que la marea vuelve a subir. Esto es lo que se llama el cielo diario” (Estrabón, *Geografía*, III 5).

Pero esta descripción muestra también la acción del Sol sobre las mareas. El movimiento de la Luna alrededor de la Tierra permite que las fuerzas reactivas entre ellas hagan subir o bajar el nivel del mar; pero del mismo modo, el Sol también influye en el movimiento mensual de las mareas.

Pero en Posidonio esta relación entre la Luna y las mareas oceánicas se produce por simpatía; es decir, por la tensión del pneuma que posibilita la interacción a distancia de la Luna y la Tierra.

5· Las paradojas de Zenón de Elea

Anteriormente, se ha tratado el tema de la división infinita tanto de los elementos como de los cuerpos. Como los cuerpos son materiales, físicamente si es posible llegar a una división finita, pero metafísicamente siempre quedará la materia elemental originaria de la que están formados y el pneuma que los interrelaciona entre sí.

Pero un siglo antes, Zenón de Elea ya trató el problema de la imposibilidad de dividir totalmente los elementos cuando intentó demostrar a partir de una serie de

experimentos matemáticos la imposibilidad del movimiento, experimentos matemáticos que, todavía hoy en día, son conocidos como las paradojas de Zenón.

“Cuatro son los argumentos de Zenón sobre el movimiento y que crean dificultades a los que tratan de resolver los problemas que se plantean. El primero afirma la inexistencia del movimiento sobre la base de que el móvil ha de recorrer la mitad del camino antes de llegar al final... El segundo es el llamado de “Aquiles”, y consiste en lo siguiente: el corredor más lento nunca será adelantado por el más rápido, pues es necesario que antes llegue el perseguidor al punto del que partió el perseguido, de modo que es preciso que el más lento vaya siempre al más adelante... El tercero es... que la flecha en movimiento está en reposo, lo que resulta de la suposición de que el tiempo consta de momentos; si no se admite este supuesto no se sigue la conclusión” (Aristóteles, *Física*, 239b).

La primera y la segunda paradoja son las de la dicotomía infinita, con la diferencia de que en la primera la meta permanece inmóvil y en la segunda cambia de posición, pero el tratamiento es el mismo. Siempre cabe una división por la mitad en cualquier distancia, por muy pequeña que esta sea, por lo que esa división siempre se extenderá al infinito:

Figura 2

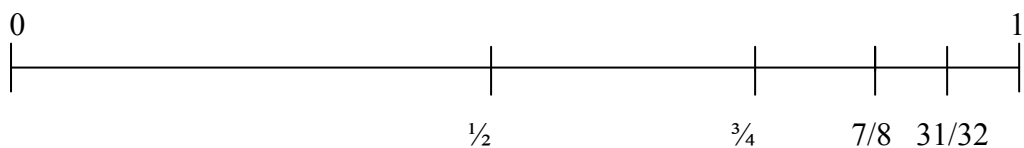


Figura 2. Representación de la paradoja de la división infinita de un segmento de Zenón de Elea

Pero para tratar este problema de Zenón, debemos esperar el descubrimiento del cálculo infinitesimal en siglo XVII que permite introducir el concepto de “límites”, que sólo es el límite hacia el que convergen los términos de una serie infinita. La diferencia entre la unidad y los términos individuales es cada vez menor y podemos hacerla tan próxima a cero como queramos, introduciendo tan sólo un número lo suficientemente grande y finito de términos. Siempre quedará un número infinito de puntos entre cualquier línea divisoria y la meta, pero ninguno de ellos será el último; ello es lo que posibilita la transición al límite que reduce a cero la distancia entre los dos extremos del segmento.

La tercera paradoja, que afirma que una flecha en movimiento siempre se mueve por el espacio pero que en cada instante se encuentra en un lugar concreto y por ello

permanece en reposo, permite afirmar que una flecha no puede moverse en un espacio finito cuando el tiempo está compuesto por infinitos instantes iguales donde la flecha permanece en cada uno de ellos siempre en reposo. Aristóteles intentó solucionar dicha paradoja en el capítulo VI de su *Física*, pero no llegó a una solución exacta.

Es necesario esperar al descubrimiento del concepto de velocidad, que permite aplicar dos puntos de espacio (el inicio y la meta) y dos puntos de tiempo (el de partida y el de llegada) para solucionar el problema. Será Newton el que lo aplique a esta paradoja: si consideramos dos puntos cercanos entre sí en la trayectoria de la flecha, los puntos temporales también serán cercanos. Las distancias siempre serán decrecientes (tenderán hacia cero), pero la razón entre esas distancias (velocidad en la conjunción de los dos puntos) siempre tiende a una distancia finita. Y por ello es por lo que podemos hablar de una velocidad definida en un punto singular que es algo así como uno de los puntos de reposo del cuerpo.

Pero ya los estoicos posteriores, como Crisipo, vieron la necesidad de definir dos puntos temporales cuando hablaron de “intervalo”, aunque les faltaba el elemento de dinamicidad que otorga la velocidad para poder definir dos puntos de espacio.

Pero del mismo modo, tendieron a igualizar las distancias temporales, ya que

“el “ahora” es una cantidad indivisible y lo que se considera como existente en el presente... se distribuye de modo que tenga una parte en el pasado y otra en el futuro” (Plutarco, *De comm. not.*, 1081 C).

formando así la primera concepción de los cuantos al convertir a un instante en un átomo de tiempo.

6· La idea de infinitud estoica

Cuando alguien se pregunta acerca de la infinitud de los estoicos, necesariamente acabará en las soluciones que Crisipo dio a la paradoja de Demócrito. Esta paradoja dice:

“Ahora véase cómo resolvió Crisipo la tremenda dificultad planteada por Demócrito en uno de los problemas de ciencia natural. Si se corta un cono en secciones paralelas a su base, ¿diremos que las secciones son iguales o desiguales? Si suponemos que son desiguales, entonces harían que la superficie del cono fuese rugosa y dentada en una serie de peldaños. Si las superficies son iguales, entonces las secciones serían iguales, y el cono se convertiría en un cilindro al estar compuesto por círculos iguales y no por desiguales. Tal es la paradoja” (Plutarco, *De comm. not.*, 1097 F).

Crisipo ofrece dos soluciones a esta paradoja. La primera dice:

“A veces una cosa es mayor que otra sin sobresalir” (Plutarco, *De comm. not.*, 1080 C).

La explicación es sencilla si tenemos en cuenta el concepto de diferencial: al añadir una diferencia a una cantidad, ésta aumenta pero de forma infinitamente pequeña, por lo que no sobresaldrá. La tendencia a cero de la distancia entre las dos secuencias supone una tendencia a cero en la diferencia de sus áreas, por lo que obtendremos un cono regular.

Pero la segunda solución también es importante:

“Las áreas serán a un tiempo tanto iguales como desiguales, pero los cuerpos no serán iguales, ya que sus áreas son iguales y desiguales” (Plutarco, *De comm. not.*, 1097 F).

Esta solución fue planteada para que la tendencia a cero de la distancia entre tres secciones (A, B y C) hiciera ver que éstas eran iguales y se volviera a formar un cilindro en lugar de un cono regular. Pero “áreas a un tiempo iguales y desiguales” se refiere a la infinita serie de secciones existente entre A y B (o B y C o A y C), por ello los cuerpos diferirán en volumen considerando cada una de las infinitas secciones, pero parecerán iguales a la vista porque no sobresaldrá al aumentar de forma infinitamente pequeña (como afirma la primera solución a la paradoja). Se puede observar en este recorrido cómo los estoicos rondaban la idea del cálculo infinitesimal, pero no fueron capaces de hallarlo por su incapacidad de traducir a lenguaje matemático la realidad, y para ello habrá que esperar a Copérnico.

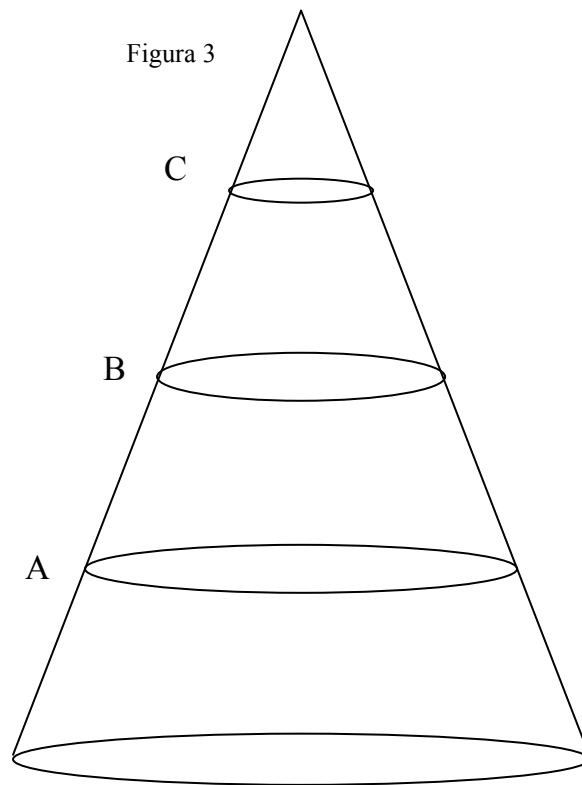


Figura 3. La paradoja de Demócrito de las secciones paralelas adyacentes de un cono

Pero también Crisipo afirma que

“No hay un cuerpo límite en la naturaleza, ni primero ni último, en el que el tamaño de un cuerpo alcance su punto final, sino que cada cuerpo contiene en sí algo y el sustrato está sin fin e infinitamente inserto en él” (Plutarco, *De comm. not.*, 1087 E).

Esta idea se encuentra ya en Zenón de Elea:

“Si existen muchas cosas, es necesario que sean tantas cuantas son, y no hay más ni menos. Pero si son tantas cuantas son, serán finitas.

Si existen muchas cosas, entonces las cosas existentes son infinitas; pues siempre hay otras entre las existentes, y a su vez otras más entre éstas. Y así, las cosas existentes son infinitas” (Simplicio, *Física* 140, 29).

Como se puede ver, tanto uno como otro postulan la existencia infinita de la materia, pero además Crisipo afirma la existencia infinita del espacio y el tiempo, ya que hay un sustrato inserto en todo lo existente y se supone que ese sustrato es el pneuma (que es material), y éste necesitará un espacio infinito donde permanecer, ya que si hay infinitos objetos (ya que entre dos cosas ha de haber una tercera que las

separe, pues en caso contrario no serían dos sino una, pero también tendrá que haber una cuarta cosa que separe a la primera de la tercera, y una quinta que separe a la segunda de la tercera, y así hasta el infinito), el pneuma también es infinito (porque es el sustrato inserto en todo lo existente), por lo que necesitamos de un espacio ilimitado donde ubicarlo todo ello (ya que todo es material, aunque esté formado por materia primigenia).

Pero todavía queda un problema más: la forma en la que trataron la diferencia entre el conjunto finito y el conjunto infinito.

“¿No es evidente en sí mismo que un hombre está compuesto de más partes que dedo e, igualmente, que las partes del cosmos sean más numerosas que las del hombre? Esto era algo que todo hombre sabía y entendía hasta que aparecieron los estoicos. Ellos afirmaron la tesis opuesta, que las partes de un hombre no son más numerosas que las de un dedo, ni las del cosmos más que las del hombre. Pues –como ellos dicen- los cuerpos pueden dividirse infinitamente y no hay grande y pequeño en las cantidades infinitas, ni una de ellas es mayor que cualquier otra, pues las partes restantes nunca cesan de multiplicarse y de extraer cantidades de sí mismas” (Plutarco, *De comm. not.*, 1079a).

Este fragmento no sólo demuestra que conocían perfectamente la diferencia entre un conjunto finito y otro infinito, sino que además controlaban los problemas del continuo e infinitud siempre ligados a ellos, y todo ello sólo es posible por su concepción dinámica del continuo y del cosmos, ya que el cosmos es para ellos la encarnación majestuosa de todas esas categorías de la continuidad que mantienen la estabilidad de la creación entera en la eterna dinámica de las partes.

Así, si tenemos un conjunto finito, cualquiera de sus partes siempre será menor que el todo. Pero si el conjunto es infinito, cualquiera de los elementos es divisible en infinitas partes, del mismo modo que lo hace el todo.

Podemos explicar un ejemplo para demostrarlo: tomamos un conjunto no enumerable formado por los puntos incluidos en un segmento de recta. Trasladamos sobre una paralela parte de dicho segmento. Unimos los extremos izquierdos de las dos secciones, desplazando esa línea uniendo sus extremos derechos. Cada línea dibujada a partir del ápex y que corta los segmentos empareja un punto del segmento completo con

uno del segmento parcial, de ahí que el número de puntos de la parte sea igual al de los puntos del todo.

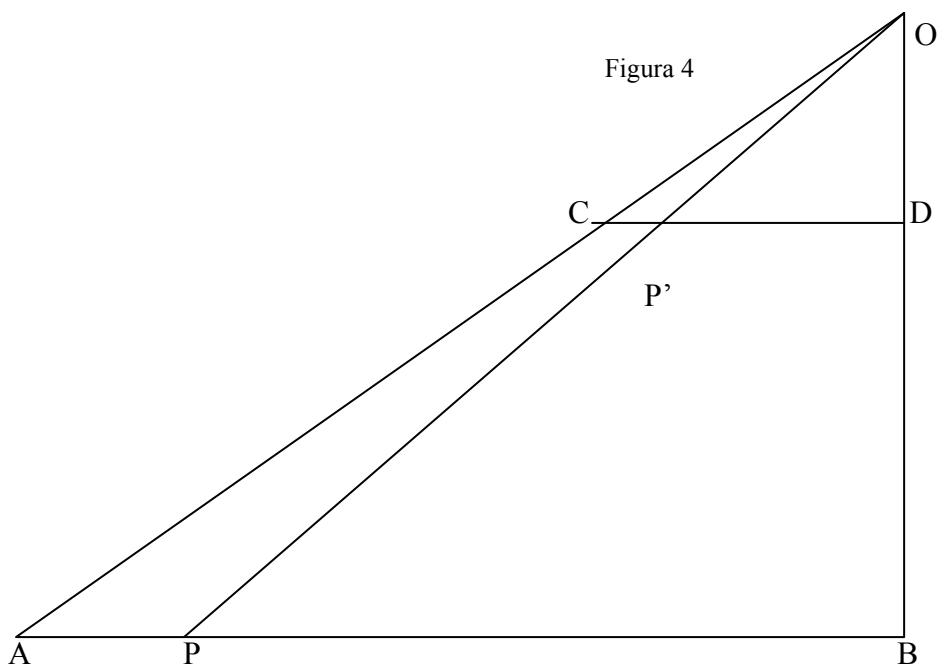


Figura 4. El número de puntos en AB es igual al de CD: cada punto P en AB puede ser emparejado con un punto P' en CD.

7· Hado y providencia. El teleologismo estoico

En la física estoica, la divinidad es Providencia encargada de interrelacionar el continuo que supone el cosmos. La Providencia es el $\lambda\omicron\gamma\omicron\varsigma$ divino que permite el equilibrio entre todas las partes del mundo. Pero, como se ha comentado anteriormente, en esta teoría física estoica, el azar es visto como una teoría de la causalidad, ya que todo ocurre por una causa bien definida, aunque no se conozca.

“Crisipo refutó a aquellos que imponían a la naturaleza la ausencia de causalidad mencionando el dado y la balanza y muchas otras cosas que nunca caerían o se desviarían sin una causa externa o interna. Pues no hay tal cosa como la ausencia de causa y el azar. En los impulsos mencionados, que algunos han denominado injustificadamente accidentales, hay causas que, ocultas a la vista, determinan el movimiento en una cierta dirección” (Plutarco, *De Stoic. repugn.* 1045 C).

Este pasaje nos acerca a una doble idea estoica: el azar es una posible fuente de causalidad que se oculta, lo que afirma que el hombre no puede dominar todo el ámbito

de la causalidad, pero ello no indica que no tenga una causa. Se concluye que todo fenómeno que ocurre en el mundo tiene una causa.

“Todo cuanto ocurre es seguido por algo con lo que está conectado causalmente, pues nada existe o ha llegado a ser en el cosmos sin una causa; no hay nada en él que esté completamente divorciado de todo lo que hubo anteriormente. El cosmos se alteraría y desintegraría en pedazos y dejaría de ser una unidad que funciona como un único sistema ordenado si un movimiento incausado fuera introducido en él; tal movimiento sólo será introducido si todo cuanto existe y ocurre tiene una causa previa de la que aquél se siga necesariamente. En su opinión, la ausencia de causa asemeja una *creatio ex nihilo*, igualmente imposible” (Alejandro de Afrodisia, *De fato* 22 (A II 945)).

Se afirma, pues, la necesidad de la existencia de una causa porque todo lo creado existente está cohesionado e interconectado, por lo que nada puede haber surgido sin una función determinada, ya que todo ocupa su justo sitio según su tarea.

El concepto estoico de destino es el que afirma esta necesidad causal, ya que

“El destino es la razón del cosmos, o la razón de los eventos que ocurren en el cosmos bajo providencia, o la razón de lo que ha ocurrido, está ocurriendo y ocurrirá” (Estrobio, *Eclog.*, I 79 (A II 913)).

Este concepto de destino es el que expresa el determinismo del cosmos. Pero del mismo modo que creían en la interdependencia de las cosas y en un teleologismo cósmico, no podían desechar la idea de la existencia del libre albedrío, ya que creían que el hombre podía guiar el curso de su vida y sus actos.

¿Cómo solucionaron este problema? Pues bien, los estoicos afirmaron que el hombre puede escoger entre dejar que el estímulo exterior o interior actúe sobre él o no hacerlo. Todo hecho tiene causas preliminares, pero puede extenderse por causas secundarias, por ejemplo, si lanzo un cilindro por una rampa, el cilindro rodará por ella no sólo porque yo lo haya lanzado (causa preliminar), sino también a causa de su peso y redondez (causas secundarias). Toda causa preliminar concebible para cada caso concreto es lo que se engloba bajo el rótulo “destino”, por lo que del mismo modo que la piedra cilíndrica rueda por la rampa a causa de sus propiedades físicas, el hombre actuará según sus propiedades de virtud, independientemente de las causas preliminares que se le presenten.

Pero además de la necesidad, existe otro elemento en el cosmos estoico: la probabilidad. Si la necesidad obliga a un hecho a tener una causa, la probabilidad permite que existan varios efectos a una misma causa, de ahí que el número posible que surja de una tirada de dados se limite al número de posibles combinaciones, también en el caso de la existencia de átomos de una gas en un tubo descargado del complejo de posibilidades está determinado por todos los estados energéticos posibles del átomo. Por ello, si bien todo tiene una causa (que no siempre puede conocerse, pero su existencia es necesaria), el efecto nunca se puede conocer hasta que no se da, aunque es posible a veces calcular o determinar su posibilidad.

Pero por su concepción continua del cosmos fue por lo que los estoicos pudieron afirmar que la relación era uno de los cuatro elementos. Y del mismo modo que el concepto de “padre” es dependiente del concepto de “hijo” y el concepto de “vecino de la izquierda” depende de la existencia de un “vecino de la derecha”, la existencia de cualquier objeto sólo es posible por la relación que tiene con otros objetos que le son afines, como por ejemplo la piedra con la montaña, la luz con la oscuridad o el par con el impar.

8· Cosmogonía estoica

La teoría cosmogónica estoica estaba influenciada por Heráclito. Por ello mismo, el fuego ocupó un papel central dentro del sistema del cosmos.

“Zenón de Citium dijo que el fuego es la esencia de cuanto existe... En algunos períodos de tiempo determinados por el destino, todo el cosmos estalla en conflagración y tras ello retorna a su orden anterior” (Eusebio, *Praep. evang.* XV (A I 98)).

Este fragmento afirma la doctrina del eterno retorno: el fuego no sólo es origen y principio de todo lo existente, sino que también es final y destino de todo lo que existe. Pero el mundo no acaba ahí, los estoicos postularon una continuidad de mundos que se generan y destruyen en el espacio y el tiempo.

El fuego primigenio se convierte en semillas, por lo que los elementos tienen la propiedad de transmutar. Esas semillas conformarán todos los cuerpos del universo y el resto de los elementos.

“Crisipo, en su primer libro *De la naturaleza*, dice: la transmutación del fuego se produce del modo siguiente, primero se convierte en aire, luego en agua, y el aire se eleva sobre el agua, en cuyo fondo se deposita la tierra. Conforme el aire se rarifica, el éter se expande en un círculo y las estrellas y el Sol se incendian desde el mar” (Plutarco, *De Stoic. repug.* 1053 A).

Y después de la formación de los elementos, estos tienden a ocupar su lugar natural según su peso: el agua y la tierra con un movimiento hacia abajo y el aire y el fuego hacia arriba.

Pero la generación y destrucción no son espontáneas, sino que tiene un proceso continuo que lentamente devuelve al universo a su estado primigenio.

Pero aquel universo estoico es un continuo. Éstos concebían un vacío no físico fuera del mundo. Este vacío es infinito, por ello mismo, cuando el mundo se expande térmicamente necesita de espacio suficiente para ello. Pero mientras tanto, el pneuma y su fuerza cohesiva sobrepasa la influencia disipadora del vacío infinito envolvente haciendo del cosmos un universo cerrado cuya unidad no se ve viciada por cambios de tamaño.

9• Séneca y la naturaleza de los cometas

¿Cuál es la naturaleza de los cometas? Séneca intenta contestar la pregunta mostrando la opinión de dos científicos clásicos: Epígenes y Apolonio de Míndos.

“Para clarificar este problema debemos, en primer lugar, investigar si los cometas son de un género similar al de las estrellas superiores. Así, es verdad que ciertos rasgos son aparentemente comunes a ambos: sus salidas y puestas y también su forma, pues aunque la de los cometas es menos compacta y más larga, ambos consisten, sin embargo, en brillantes masas de fuego... A este fin es esencial recopilar información sobre los cometas desde los tiempos más antiguos, pues hasta el presente ha sido imposible determinar sus cursos debido a su rareza, o descubrir si se atienen a un ciclo fijo y si su aparición en un cierto momento es el resultado de una secuencia fija” (Séneca, *Quaest. nat.* VII 17).

Epígenes afirma que los cometas están formados por una especie de fuego que gira impetuosamente en lo alto de los tornados, pero si esto fuera verdad los cometas sólo se verían durante las tormentas, cuando en realidad se ven también cuando hace buen tiempo.

Séneca también cita el argumento de Apolonio de Mindos:

“... Un cometa es una estrella independiente como el Sol y la Luna. Su forma no está comprimida en una bola, sino suelta y alargada; no tiene un curso definido, sino que atraviesa las regiones superiores del cosmos y se hace sólo visible cuando llega a la parte inferior de su curso... Los cometas son muchos y diversos, y distintos en tamaño y color: unos son rojos y apagados; la luz de algunos es brillante, clara y líquida; la llama de otros no es clara y suave, sino que va envuelta en humo chillón. Unos aterrizan y hielan la sangre, amenazan con futuras sangrías. Su luz crece y se desvanece como la de otras estrellas que son brillantes cuando se ponen y grandes cuando están cerca de nosotros, decreciendo cuando ascienden a lo más alto y brillan aún más débilmente cuando se alejan más” (Séneca, *Quaest. nat.* VII 25).

Pero Séneca no comparte la concepción estoica acerca de los cometas, sino que afirma que es un cometa es una de las creaciones eternas de la naturaleza y que no es uno de los fenómenos transitorios de la atmósfera, ya que el fuego tiende hacia arriba pero el curso de los cometas son curvos, como el de las demás estrellas.

Pero Séneca además afirma que los cometas no están confinados en la región zodiacal. Pero además afirma que aunque su movimiento es similar, los cometas son sólo luz y fuego, ya que

“Una estrella nunca puede ser vista dentro de otra estrella, nuestro ojo no puede penetrar y ver a su través las regiones superiores; pero a través de un cometa es posible discernir las porciones del firmamento de detrás, como a través de una nube” (Séneca, *Quaest. nat.* VII 27).

Pero Séneca siempre deja abierta la puerta a una posible corrección, ya que afirma que el posible progreso de la ciencia puede llegar a demostrar una hipótesis diferente sobre la naturaleza de los cometas.

Bibliografía

- COPLESTON, R. (1994); *Historia de la filosofía*, Vol. 1. Madrid: Tecnos.
RIOJA, Ana y ORDÓÑEZ, Javier (1999); *Teoría del universo, Vol. 1: El cosmos griego*. Madrid: Síntesis.
SAMBURSKY, S. (1999); *El mundo físico de los griegos*. Traducción de María José Pascual Pueyo. Madrid: Alianza.