

Ciencia griega

En la bibliografía científica, es bastante común considerar a la ciencia que se desarrolló en la Antigüedad en el Cercano Oriente, Norte de África y Europa como *ciencia griega*. La mayoría de los autores concuerdan que el desarrollo de esta actividad comenzó con Tales de Mileto que vivió, aproximadamente, entre el 625 y el 546 a.C. Si bien muchos documentos referidos a las actividades científicas efectuadas en ese período se conocen desde hace siglos, recién en el siglo XIX se descifraron los jeroglíficos egipcios y la escritura cuneiforme mesopotámica. De esta manera se pudo completar gran parte del conocimiento acerca de los logros científicos en Medio Oriente y Egipto. En el siglo XX fue fundamentalmente la obra de Otto Neugebauer (1899-1990) la que extendió este concepto de “ciencia antigua” a la matemática y astronomía tanto egipcia como babilónica. En cuanto a la ciencia china, el principal exponente fue Joseph Needham (1900-1995).

Sin embargo, incluso luego de los trabajos de Neugebauer y Needham se mantuvo la tradición de asociar los orígenes de la ciencia a los filósofos presocráticos dejando de lado los orígenes *orientales* de la ciencia. A esta tendencia David Pingree (sucesor de Otto Neugebauer como Director del Departamento de Historia de la Matemática en la Brown University) la denominó *Hellenophilia*, y la caracterizó como la tendencia que perpetúa los métodos históricos inductivistas y continuistas procedentes de una definición de “ciencia” como:

“aquella que llevan a cabo los científicos contemporáneos, siguiendo un método o métodos concebidos por los griegos, pero nunca completamente comprendidos o utilizados por ellos”

Dos observaciones de Michael Shank (editor asociado de la revista internacional de historia de la ciencia *Isis*) resultan de interés a este respecto:

Debe tenerse en cuenta que, a pesar de las sucesivas *revoluciones científicas*, las tradiciones intelectuales antiguas no desaparecieron por completo, sino que, al menos en parte, supieron adaptarse a nuevas circunstancias. Así, muchos elementos de las tradiciones antiguas sobreviven no sólo en los textos y artefactos, sino en aspectos fundamentales de nuestro vocabulario moderno, marcos de referencia e instituciones. Por ejemplo, la división egipcia del día en 24 hs., la división sexagesimal babilónica de las horas y los grados, la institución bizantina del hospital, la universidad latina y el observatorio astronómico árabe.

La historia de la ciencia antigua — al igual que la medieval — ofrece casos de difusión intercultural bastante más complejos que el modelo obvio de propagación por la fuerza, mediante colonización y conquista. La conquista también puede deberse a que ciertos elementos (ciencia, medicina, filosofía natural) de otras resultan en sí mismas seductoras: ¿por qué Hiparco y Ptolomeo se impresionaron con la astronomía babilónica “bárbara”? ¿Por qué los estudiosos musulmanes y judíos en el mundo persa y el mundo árabe admiraron la obra de *extranjeros* y *paganos* como Euclides, Ptolomeo, Aristóteles y Galeno? ¿Por qué los estudiosos cristianos y judíos en la Europa medieval se fascinaron con la obra de los paganos griegos o los infieles musulmanes? ¿Por qué el conquistador Mongol Hulagu Khan estableció un observatorio astronómico en el noroeste de Persia dirigido por su anterior prisionero Nasir al-Din-al-Tusi? ¿Cómo y por qué fue que tales transplantes no sólo sobrevivieron, sino que fueron los elementos distintivos de nuevos entornos de reflexión sobre el mundo natural?

En este sentido el desafío del historiador consiste en explicar *tanto* las similitudes como las diferencias entre la ciencia del pasado y la del presente, las conexiones y las separaciones, y mantenerlas juntas en tensión en la misma narrativa.

El estudio de las culturas de la ciencia antigua

El estudio de las culturas de la ciencia antigua de modo fructífero supone adoptar una posición historiográfica que eluda dos peligros principales:

La discusión epistemológica en torno a la idea de “inconmensurabilidad”. Si bien debe rescatarse la importancia de tal concepto para la discusión sobre el carácter *no lineal* del progreso científico, si se lo utiliza de un modo demasiado amplio se corre el

riesgo de pensar que es imposible comprender una cultura del pasado a partir de nuestra cultura presente.

La posición *historicista* que supone un avance lineal de la ciencia bajo criterios históricos objetivos. Si se extrema esta posición puede caerse en relativizar tanto las afirmaciones de los protagonistas de la historia de la ciencia, como la de sus historiadores a *condiciones socio-históricas locales*. Al igual que en el caso anterior, la distancia entre nosotros y el pasado parece inabordable y las posibilidades de comprensión histórica nula.

La posición *historiográfica* supone evitar tales peligros. Ella considera que el progreso es una característica no lineal de la ciencia, y la objetividad es una característica del historiador.

La aparición de la escritura

La aparición de la escritura implicó un enorme cambio cultural. El desarrollo de la escritura se dio en varias etapas. La primera es la de los *pictogramas* donde el signo escrito representaba en sí mismo al objeto. Luego, — alrededor del año 3000 a.C.— aparecen los *sistemas de signos* (logogramas), como en los jeroglíficos egipcios. La palabra no sólo representaba al objeto, sino que se asocia a ciertos sonidos y sílabas. Estos logogramas son característicos de los jeroglíficos egipcios. Tuvieron que transcurrir 1500 años para el surgimiento de *sistemas silábicos completos*; es decir, aquellos en que los signos *no silábicos* se descartan. Esto hizo posible que se pudiese escribir todo lo que se podía *decir*. Finalmente, se llegó a la escritura alfabética — en la cual hay un signo para cada sonido (tanto vocal como consonante) y que apareció en Grecia alrededor del año 800 a.C.

La función principal de la escritura fue la de *fixar* el contenido teórico de la tradición oral de cada pueblo, mediante la cual se transmitían los valores, las instituciones, las concepciones del mundo, del hombre y del más allá, y las reglas para la vida en comunidad. En el mundo griego antiguo, esa fue la función de la *Ilíada* y la *Odisea* de Homero (s. IX - s. VIII a. C.), que en conjunto constan de 15000 versos. Luego, Hesíodo (s. VIII- s. VII a. C.) escribió *Los trabajos y los días* y la *Teogonía*. En esta segunda

obra se realiza una genealogía de los dioses olímpicos.

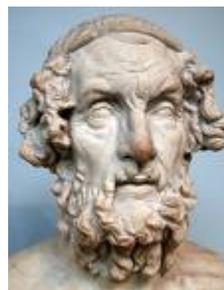


Figura 1. Homero



Figura 2. Modelo que reconstruye la visión del mundo a partir de Homero

Las obras de Hesíodo se consideran fundadoras de la *poesía didáctica y moralista* que rivalizaba con los valores heroicos y militares de la poesía de Homero.

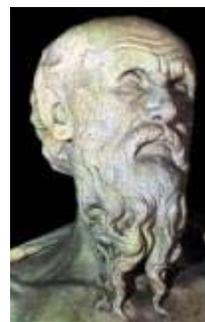


Figura 3. Hesíodo

Las diferencias entre ambos son representativas también de las diferencias culturales que se van produciendo entre el siglo VIII y el VII a. C. Tales dife-

rencias se ponen en evidencia en el uso de tres términos griegos fundamentales:

Dike: en la mitología griega Dike, — hija de Zeus — representa a la *justicia*. Ella permitía la concordia entre nobles y campesinos. De modo general el término será utilizado como “lo que debe esperarse en el curso normal de los acontecimientos” o “lo que se espera de un hombre en circunstancias normales”, con lo que *justo* será “quien se ocupa de sus propios asuntos”.

Areté: ese término se refiere a *virtud, excelencia o perfección*. Mientras que en el texto de Homero la *areté* representa la excelencia, perfección o virtuosismo de las destrezas aristocráticas tradicionales (vinculadas a la destreza militar), en la concepción de Hesíodo se refieren al esfuerzo, la constancia y el trabajo. Además, es un término siempre *relativo*, incompleto si está solo: *areté* es “lo que es *bueno para* alguien o algo”. Por este motivo puede haber *areté* tanto de jinetes, como de atletas o zapateros.

Theos: “dios”, entendido como aquello que por su fuerza me supera y no puedo dominar. No se refería a la postulación de un Dios al que se atribuían todas las perfecciones, sino que mediante tal término se hacía referencia a todo lo que estaba fuera del control humano y le provocaba asombro. A diferencia de la concepción judeo-cristiana, no se diría que Dios es bueno, o que Dios es amor, sino que la amistad y el amor son dioses; al igual que la guerra, las fuerzas naturales, etc.

Al extraer el contenido *teórico* de la poesía épica y didáctica griega, pueden señalarse las siguientes características:

Proyección de aspectos humanos y biológicos a la explicación de la naturaleza del universo.

Explicación en términos de generación y corrupción, nacimiento y muerte, lucha de fuerzas opuestas, enfrentamiento entre el bien y el mal.

Personalización e individualización de las causas; intencionalidad en el acontecer natural.

Variación de la concepción del tiempo según la memoria colectiva recurriendo, en algunos casos, a la concepción circular del tiempo.

Pero para el surgimiento de la filosofía natural griega, la escritura representa algo de mayor importancia que su *contenido teórico*. Una vez que la tradición oral quedaba *fijada* en el leguaje escrito surgió la posibilidad de *comparar y criticar*, de *dudar y desconfiar* y de esta manera comenzar a abandonar las explicaciones míticas. En la medida en que tales explicaciones fueron abandonadas se hizo necesario su reemplazo por nuevas concepciones sobre la naturaleza, los dioses y el hombre.

Mito y filosofía:

Se atribuye a Jenófanes de Colofón (ca. 570 - ¿?) el haber expresado una de las primeras críticas claras a la religión tradicional y a las formas sociales basadas en el mito. Expulsado por los medos en el año 546, peregrinó varias décadas como recitador de poemas homéricos y cantor ambulante hasta establecerse en la ciudad de Elea, al sur de Italia. Quizá por la propia independencia de su vida y su conocimiento de diversas costumbres y creencias formula sus primeras críticas frente al dogmatismo mítico:

“Los etíopes sostienen que sus dioses son chatos y negros y los tracios que tienen azules los ojos y son rubios como ellos” (DK 21B16)¹.

“Pero es que si los bueyes, caballos y leones pudieran tener manos y pintar con ellas como los hombres, los caballos pintarían a sus dioses como caballos y como a bueyes los bueyes” (DK 21B15).

¹ De los trabajos de los presocráticos sólo quedan citas en escritos de autores posteriores. Estas citas fueron compiladas por Hermann Diels (1848-1922) en *Die Fragmente der Vorsokratiker* con revisiones de Walther Kranz y sucesivos editores que se ha vuelto un estándar en filosofía presocrática en la que cada cita tiene un número *DK*.



Figura 4. Una estatua de bronce que representa a Zeus (Museo Arqueológico, Firenze).

También se percibe en Jenófanes que ya se ha desarrollado un fermento decisivo para acentuar la racionalidad, la claridad y la comunicación intelectual. A ello se debe, tal vez, su crítica a los juegos deportivos, en los que veía la exaltación, sin sentido, del apasionamiento:

“Pues más valiosa que la fuerza de los hombres y corceles es nuestra sabiduría. [...] Pues si se contara entre los ciudadanos un buen púgil o uno excelente para competir en el pentatlón no por ello estaría la ciudad en mayor orden [...] ni se llenan con tales cosas sus graneros” (DK 21B2).

Probablemente, la larga experiencia política de Jenófanes le llevaba a intuir esa alienación con que, a veces, la tiranía entretiene a sus súbditos.

Pero el pensamiento de Jenófanes abordó también otras cuestiones que le aproximaban a los filósofos de Elea, y en las que resonaban las inquietudes teóricas de sus predecesores:

“Jenófanes fue el primero que afirmó la unidad de todo y se dice que Parménides fue su discípulo” (DK 21A30).

Esa idea de unidad parece asomar en uno de sus propios fragmentos:

“De la tierra nacen todas las cosas y en la tierra terminan todas”. “Porfirio dice que Jenófanes consideraba como principios lo seco y lo húmedo, es decir, tierra y agua, y menciona un pasaje que muestra esto: tierra y agua son todas las cosas que nacen y crecen” (DK 21A29).

Este pensamiento, unido a su crítica teológica, le aproximaba al parecer a esa forma de panteísmo que Aristóteles le atribuye:

“Jenófanes, con la vista puesta en el universo entero dijo que lo uno es la divinidad” (*Metafísica*, I, 986 b21).

Pero esa unidad, que está llena de inteligencia y orden y que se manifiesta en la naturaleza, deja abierta a los hombres la esperanza de ir la poco a poco entendiendo y conociendo:

“A los mortales no se lo enseñaron todo los dioses desde el principio, sino que ellos, en su búsqueda a través del tiempo, van encontrando lo mejor.” (DK B18).

Igual que su vida tan aventurera en el espacio, Jenófanes nos abría, en el tiempo, la aventura del conocimiento y el progreso.

TRAS LOS ORÍGENES DE LA CIENCIA GRIEGA.

Características de de la cosmología antigua: los filósofos milesios y el problema de la realidad última.

Las críticas e ironías de Jenófanes contra el mito son sintomáticas de una sensibilidad creciente: el rechazo de la contradicción. En el caso de Jenófanes esto está expresado al decir:

“Los dioses hacen leyes que ellos mismo violan” (DK 21B7).

Este rechazo manifiesto de la contradicción se convertirá en una de las características distintivas del pensamiento filosófico antiguo, y por su intermedio, de toda la cultura occidental en lo que en él se apoye. Queda claro por lo ya dicho, que ello no indica que el mito carezca de una racionalidad propia, sino en el tipo de explicación que se utilice a la hora de dar cuenta del mundo. En este sentido hay un cambio en el tipo de fundamentos que resultan *aceptables* para explicar el mundo, donde la principal característica de tal cambio es el énfasis en la propia regularidad de los fenómenos naturales que va más allá del ca-

pricho arbitrario de los dioses. Se rechazan las explicaciones *intencionales* que explican mediante la referencia a la *intención* de este o aquel dios de hacer que algo sea de una determinada manera, procurando encontrar explicaciones *naturales* que hagan referencia a aspectos constantes de la naturaleza y de sus procesos de transformación. En gran medida es por este motivo por el que se habla de los primeros filósofos como *filósofos de la physis* (naturaleza) o *filósofos de la naturaleza*. Por el hecho de que tales filósofos surgieron en Jonia, y en particular en la ciudad de Mileto, también se habla de ellos como filósofos jónicos o la escuela milesia.



Figura 5. Imágenes de las ruinas de Mileto.

El rechazo de las explicaciones de base mítica obligó a buscar nuevas explicaciones que cumplieren con el deseo de evitar las contradicciones. Para ello, los filósofos milesios comenzaron por formularse la pregunta más general de todas: *¿Qué es la naturaleza?* Poniendo en suspenso sus primeras creencias, serán la observación y la reflexión las principales vías para su respuesta. Sin embargo, sea cual sea la respuesta, la complejidad misma de los fenómenos naturales obliga a modificar tal pregunta y a preguntarse más bien por los *orígenes* de la naturaleza o,

dicho de otro modo, por cuáles son los *elementos fundamentales* a partir de los cuales se origina.

Aristóteles señalará más adelante que:

“Los primeros filósofos creyeron que los principios de la naturaleza de la materia fueron los principios de todas las cosas, aquello de lo que todas están hechas” (*Metafísica*, 943 b).

Sin embargo es necesario tener en cuenta que términos tales como “materia” y “elemento” fueron introducidos en el siglo IV a. C., lo que dificulta pensar que fueron efectivamente utilizados por los milesios en el siglo VI a. C. Por este motivo a veces se piensa que la pregunta de los primeros filósofos puede haberse referido más al *orden de surgimiento* de los elementos naturales, más que al *elemento último* a partir de lo cual *todo* está constituido.

Sea como fuere, lo cierto es que en general evitaban el lenguaje religioso y criticaban todo *antropomorfismo* (explicaciones basadas en seres sobrenaturales concebidos a imagen del hombre), pero al mismo tiempo utilizaban la palabra “*theos*” para referirse al elemento primordial.

Los tres grandes representantes de la filosofía jónica en su primer período son:

Tales de Mileto (¿? - 580 a.C.)

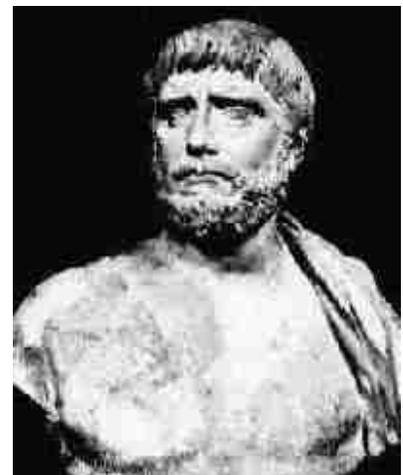


Figura 6. Tales de Mileto

En lugar del “vacío abismal” de Hesíodo, *lo primero* debe haber sido una *sustancia común*: el agua. El agua como la unidad que subyace bajo la incoherencia aparente racionalización de concepciones

mitológicas previas. En opinión de G. S. Kirk (Profesor de griego en la Universidad de Cambridge), lo realmente significativo para el futuro es el hecho de que lo que indujo a Tales a considerar el agua como el elemento realmente constitutivo del mundo haya sido la reflexión sobre la esencia racional común a los dioses mesopotámicos Enki, Nun y Océano; todos dioses primitivos y cada uno de ellos, aún en su forma mítica, representan claramente el agua.

Esta idea del agua como sustancia común de la cual surgen todas las entidades individuales, se asocia con la idea de que el origen material de todas las cosas es el mismo y al cual todas las cosas retornan.

La sustancia material persiste, pero cambian sus *cualidades*: lo húmedo, lo seco, lo frío y lo caliente.

Dado que la sustancia fundamental en sí misma no cambia, sólo hay *transformación* y no cambio en un *sentido absoluto*.

El agua, como elemento primordial fuera del gobierno humano, es considerado como *theos* por parte de Tales y por eso afirma “Todo está lleno de dioses”. Sin embargo, a diferencia con el pensamiento mítico, si bien el agua es *theos*, su comportamiento no es arbitrario, sino que responde a cierta *regularidad*.

El universo es concebido como un universo *vivo* y la Tierra como un disco chato que flota sobre el agua.

Anaximandro de Mileto (c. 611 – c. 542 a. C.)

Presumiblemente fue discípulo de Tales. Elaboró aún más la idea de que las cosas se *resuelven* en lo mismo de lo cual *proviene* reparando las injusticias según el orden del tiempo. Dado que las cosas adquieren sus características propias y su *límites* a lo largo del tiempo, aquello de lo cual todo se origina no puede tener *límite o característica alguna*. Dicho de otra manera, aquello a partir de lo cual todo se origina carece de las características de cualquiera de las cosas individuales que de allí surgen, pero es al mismo tiempo el *fundamento común* para todas. A este fundamento común carente de características específicas Anaximandro lo llamó *Apeiron*: lo ilimitado (e infinito en tanto toda finitud implica límite).



Figura 7. Anaximandro de Mileto

Se considera a veces al *apeirón* como el primer *término teórico* (no observacional).

Lo caliente, lo frío, lo húmedo y lo seco se encuentran entremezclados en el *apeirón*, al separarse dan lugar a fuego, aire, agua y tierra, lo cuales a su vez generan la naturaleza.

Anaximandro desarrolló el primer *modelo astronómico* mecánico conocido. Los cuerpos celestes son concebidos como anillos fuego o, más precisamente, de porciones de aire comprimido rellenas de fuego. Tal presión hace que expulsen llamaradas. De los anillos sólo se observa *porciones* porque están rodeados por una capa de niebla que los oculta, aunque no de modo completo. Los eclipses también se explican como el *cierre* de uno de tales orificios por tal niebla. Esta “explicación” es de carácter *mecánico* y no es *intencional*.

Hay tres anillos: sol, luna y estrellas fijas con diámetros de veintisiete, dieciocho y nueve veces el de la tierra. Las estrellas fijas están suspendidas por debajo del sol y la luna, y el sol es el más distante de los cuerpos celestes.

La tierra es un cilindro aplanado con un ancho tres veces mayor al de su altura. Dado que la cosmología es *esférica* y que la tierra está en el centro de los anillos, — equidistante de todos los puntos exteriores de la esfera — de ello se concluye que no es necesario preguntarse sobre qué está *apoyada*. Dado que en una esfera todo cae hacia el centro, el centro es el *fondo*, y el punto de mayor apoyo. De esta manera se asocia el *geocentrismo* con el *geoestaticismo*.

Mover la tierra implicaría alejarla del centro y, por ende, de su punto de apoyo.

Teoría del origen de la vida: los seres vivientes surgieron a partir de lo húmedo la acción del sol (aquí tomó en cuenta su observación acerca del surgimiento de seres vivos en el agua estancada). La generación es espontánea. Dada la invalidez inicial del ser humano, de ello se concluye que debe haber nacido de otra especie (aparentemente cierto tipo de pez).

Anaxímenes de Mileto (588 a.C. – 524 a. C.)

Elaboró una teoría menos abstracta que la de Anaximandro: sus afirmaciones se relacionan con procesos observables en la naturaleza.

Consideró al *aire* como elemento fundamental (*anterior* al agua). El aire es al mismo tiempo *a*) un principio infinito de los cuerpos simples y *b*) un principio vivo y dinámico (*pneuma*) que se opone a la pasividad de la materia.

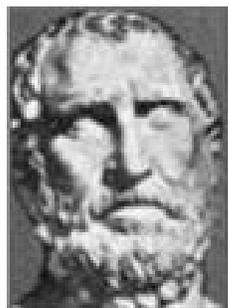


Figura 8. Anaxímenes de Mileto

Anaxímenes elaboró más la idea de los mecanismos mediante los cuales las entidades adquieren sus características individuales. Además de observar el carácter fundamental del aire para todos los seres vivos, observa también la transpiración por parte de las plantas. Los mecanismos serán concebidos como *condensación y rarificación*.

Tales mecanismos actúan como principios no sólo de *transformación*, sino de *compensación* – en el orden del tiempo – de las injusticias que implica toda *individuación*.

De la escuela milesia puede decirse de modo general que contribuyen a la tradición de escritura en prosa, justamente porque reaccionan contra los *can-*

tos homéricos que utilizaban la rima para asegurar la transmisión fiel dentro de la cultura oral.

La sustancia última del mundo la vieron como la sustancia misma de la vida, contribuyendo con ella a la imagen del universo como un *ser viviente*. Tal vez por este mismo motivo, ninguno de ellos hizo de la tierra el elemento fundamental (a pesar de su solidez), sino que la tierra fue concebida como condensación de elementos más *etéreos* que ella. Era necesario imaginar un elemento que suponga su propio movimiento (agua, aire, fuego). Esta característica de movimiento autocausado encontraba su justificación en la afirmación de su *eternidad*.

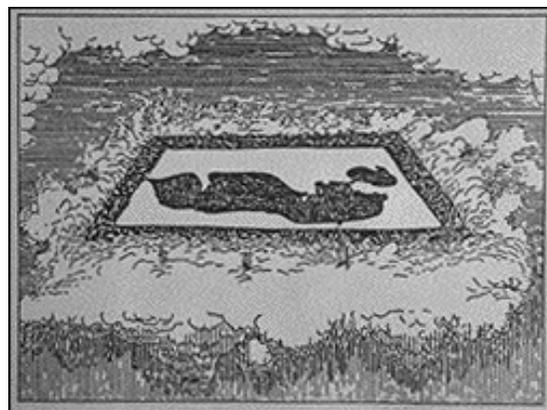


Figura 9. Mundo flotando en el aire según Anaxímenes

Pitágoras (c. 582- c. 500 a.C.): Inmortalidad del alma y esencialismo numérico. Proporción y armonía

Si bien hay quienes a partir del hecho de que tanto la vida como las doctrinas de Pitágoras están cubiertas de un espeso velo legendario, llegan a dudar incluso de su existencia, se admite en general que nació en la isla de Samos y que fue discípulo de Anaximandro y Anaxímenes. Tales doctrinas fueron ampliadas a partir de haber viajado a Egipto y entrado en contacto con las doctrinas sacerdotales. Se dice que fundó en Crotona — al sur de Italia — una comunidad de índole político religiosa que terminó despertado hostilidades que lo obligaron a huir y establecerse en Metaponto.



Figura. 10. Pitágoras de Samos

De la observación de la relación existente entre la altura de los sonidos y las longitudes de las cuerdas de la lira dedujo la proporcionalidad numérica que rige la armonía tonal: 4, 6, 8, 9, 12, 16. Al comienzo esta idea de *armonía* se aplicó sólo a la octava o a una escala musical, y luego se la extendió a todas las esferas de la realidad. De su aplicación al cuerpo humano resultaba un concepto de “salud” como el *restablecimiento de la armonía*. En medicina, lo caliente y lo frío, lo húmedo y lo seco serán considerados como *opuestos armónicos*. La *armonía* fue considerada el “catecismo de todas las virtudes”, y lo más bello que existe. La armonía regula el derecho a la existencia por formar parte de un todo. En este sentido, la música puede ser utilizada con el fin de purificar el alma.

Realizó ciertos *experimentos* acústicos simples (relación de los pesos de los martillos o recipientes con diferentes niveles de agua y las diferentes notas musicales). En este punto es necesario tener en cuenta el problema de los fragmentos y relatos: muchos de los experimentos aludidos no conducen a los resultados mencionados

Desarrolló una cosmología, basada en parte en la de Anaximandro, en la que subrayó fuertemente la disposición armónica de los cuerpos celestes. Según su interpretación, los cuerpos celestes están distanciados de un fuego central según intervalos que corresponden a los de la octava. Por este motivo sus movimientos circulares producen una música: la *música de las esferas* (imperceptible para el ser humano pues al escucharla desde el nacimiento está incorporada a su cotidianeidad).

La armonía es musical, pero también numérica. Por ello, como dirá luego Aristóteles:

“Los pitagóricos suponían que los elementos de los números eran la esencia de todas las cosas, y que los ciertos eran armonía y número.” (*Metafísica*, A 5, 985b)

Las propiedades de los números, especialmente al combinarlos, resultaron tan sorprendentes que los pitagóricos buscaron constantemente analogías entre los números y las cosas, y llegaron a fundar una especie de mística numérica que tuvo enorme influencia en todo el mundo antiguo. Fórmulas como: $1 + 3 + 5 + \dots + (2n - 1) = n^2$, que muestra que los cuadrados pueden formarse como sumas de los números impares sucesivos, aparecían a los pitagóricos como maravillosas. Otras fueron, por ejemplo, la divisiones de los números: pares, impares, perfectos (iguales a la suma de sus divisores), lineales y planos.

Los números fueron considerados, además como *principios*. Dentro de la escuela pitagórica algunos afirmaron la existencia de 10 principios u posiciones fundamentales:

1	Limitado	Ilimitado
2	Impar	Par
3	Uno	Muchos
4	Derecho	Izquierdo
5	Masculino	Femenino
6	En reposo	En movimiento
7	Recto	Curvo
8	Luz	Oscuridad
9	Bueno	Malo
10	Cuadrado	Oblongo

La tabla tiene una significación moral, la primera columna representan algo *perfecto* y la segunda algo *imperfecto*. Este *dualismo* (entre lo perfecto y lo imperfecto) puede ser *superado* cuando se considera lo perfecto como algo *limitante* de toda posible imperfección. De este modo puede comprenderse cómo es posible establecer analogías entre conceptos cuyas significaciones son muy distintas, tales, por ejemplo, entre lo limitado y la luz y lo ilimitado y la oscuridad. De este modo, los pitagóricos consideraron que la armonía numérica rige no sólo para el mundo terrenal, sino en la relación entre el orden cósmico y el orden moral.

Los pitagóricos esbozaron el primer intento de dar al conocimiento de la naturaleza un fundamento matemático cuantitativo. Pero debe tenerse en cuenta que no se trata de que el *aspecto formal* de las cosas

pueda expresarse matemáticamente, sino que las características esenciales de las cosas, *sus límites*, responde a proporciones y relaciones numéricas.

Dado que todo lo que existe está *limitado*, también el espacio y el tiempo son concebidos como *cerrados*.

La cosmología pitagórica es la primera conocida que desplaza la Tierra del centro y la concibe como girando en torno a un núcleo ardiente (Hestia). La Tierra no se habría considerado lo suficientemente noble para ocupar el lugar central, y también está presente la influencia de la religión órfica que adoraba al Sol. Filolao, discípulo de Pitágoras, concebirá en el siglo V a la Hestia como un cuerpo separado y la Tierra y la anti-Tierra giran alrededor de ella (Aristóteles).

Tratando de solucionar uno de los tres grandes problemas de la matemática antigua, el de la *duplicación del cubo*, Pitágoras encuentra la demostración del teorema del cuadrado de la hipotenusa. Existen evidencias de que en otras culturas también se conocía el teorema. Por ejemplo, los hindúes explícitamente enuncian una regla equivalente a este teorema en el documento *Sulva – Sutra* que data del siglo VII AC. Por otra parte, los Babilonios aplicaban el teorema 2000 años A. C., pero tampoco se conoce de la existencia de una demostración, ya que la geometría no era para ellos una teoría formal sino un cierto tipo de aritmética aplicada, en la cual las figuras venían representadas en forma de números. A su vez, los egipcios conocían que el triángulo de lados 3,4 y 5 es rectángulo pero no se conoce de la existencia de alguna regla que sustente el conocimiento del teorema.

Formulación antigua: el área del cuadrado construido sobre la hipotenusa, de un triángulo rectángulo es igual a la suma de las áreas de los cuadrados construidos sobre los catetos.

Formulación moderna: En un triángulo rectángulo, el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos.

En el pitagorismo no sólo es necesario tener en cuenta el desarrollo de métodos matemáticos *deductivos*, sino de modo general también la relación entre matemática, ontología y religión a través de la idea de armonía y purificación. El núcleo religioso lo constituye la inmortalidad del alma. A partir de la

idea de Anaxímenes del aire como elemento fundamental, extrae la idea de que el aire del hombre es el mismo que el del universo, pero el del universo es inmortal. Esto sumado al dato de la mortalidad del cuerpo deriva en la afirmación de la *trasmigración* de las almas y la necesidad de purificación. El cuerpo es concebido como la prisión del alma, y por su aspecto material, menos puro que ella.

Pitágoras sostuvo una *jerarquía* entre los hombres - que será antecedente de la teoría platónica del alma *tripartita*: los que compran y venden (amantes de la ganancia), los que compiten (amantes del honor), los que contemplan (amantes de la sabiduría.)

El universo es concebido como una criatura viviente pero, además, como Uno, Eterno y Divino. Los hombres, por el contrario, son concebidos como Múltiples, Mortales y Divididos – parte mortal y parte inmortal. La finalidad, en parte por influencia milesia, será la de *unirse al espíritu universal*.

El problema del cambio y la solución atomista

Heráclito de Éfeso (540 a.C. - 475 a.C.)

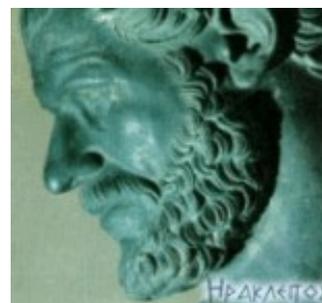


Figura 11. Heráclito de Éfeso

Pocas son las cosas que se saben de la vida de Heráclito. Nació en Éfeso, ciudad al norte de Mileto. Pertenece a una familia aristocrática y, — si nos atenemos a alguno de los fragmentos que se conservan de su libro, y a los testimonios de sus contemporáneos — no se llevó muy bien con sus conciudadanos. Escribió una obra llamada “Sobre la naturaleza” que era un título común de libros escritos por otros filósofos anteriores. Es probable que se tratara de un conjunto de sentencias recopiladas en forma de libro, hipótesis que se apoya en el carácter enigmático y oracular de los fragmentos que hoy en día se conservan, carácter que ya en su época le valió el sobrenombre de “El oscuro”.

Contra la teoría de la existencia de un único elemento fundamental estable escribió:

“El fuego vive por la muerte del aire, y el aire por la del fuego; el agua vive por la muerte de la tierra y la tierra por la del agua”

Su pensamiento muestra una evolución respecto de los primeros filósofos jónicos: ya no se encasilla en el problema de la *sustancia material originaria*.

Según Teofrasto (filósofo y botánico griego, discípulo y sucesor de Aristóteles en la dirección del Liceo en el 323 a. C.) Heráclito sostenía que el *fuego* era el elemento primordial de todas las cosas (en el mismo sentido en que Tales había postulado el agua, Anaximandro el *apeirón* y Anaxímenes el aire). Sin embargo, el fuego proporciona una especie de símbolo del mundo en constante evolución, de metáfora del cambio constante. Esto está claramente expresado en sus dos principios centrales:

todo nace de la lucha
todo está en constante flujo (*teoría del fluir universal*).

Según Copleston:

“Heráclito decía que el cambio sigue dos vías, una hacia abajo y hacia arriba la otra, y que en virtud de este cambio es como se hace el cosmos. El fuego, al condensarse, se humedece y comprimido se convierte en agua; el agua, al congelarse se transforma en tierra. Y a esto lo llama él la vía hacia abajo. Viceversa, la tierra se licua y de ella sale el agua, y del agua todo lo demás, pues él lo atribuye casi todo a la evaporación del mar. Y esta es la vía hacia arriba.” (Copleston, Historia de la Filosofía, Vol. I)

Heráclito sostuvo que:

“El orden del mundo nada tiene que ver ni con los dioses ni con el hombre: siempre fue, es y será así: un fuego eterno que llega a ser según ciertas proporciones y que deja de ser según ciertas proporciones”

Es importante destacar que si bien todo está en constante transformación - es decir, *dejando de ser lo que es y llegando a ser lo que no es* - tal transformación y cambio no es azaroso, sino que está regulado por ciertas proporciones.

De esta manera, Heráclito incorpora a la noción de *ser* de sus predecesores, la noción de *devenir* o flujo, al que consideró una realidad básica subyacente a todas las cosas, incluso a las que aparentan ser las más estables.

Heráclito fue el primero en utilizar el término *logos* en una dimensión metafísica. La palabra *logos* se interpreta como *discurso* o *razón*. En la concepción de Heráclito sería la razón superior que actúa como principio ordenador del Universo, que establece las proporciones de los cambios y que la razón humana es capaz de captar.

“Mira dentro de ti y verás el logos que es lo común a todas las cosas”

Ese logos, que el hombre busca en su interior es algo tan primigenio como el fuego lo es en el mundo exterior.

La idea de que todo cambio está regulado por proporciones subyacentes, es de origen pitagórico. En la concepción de Heráclito, el *logos* implica proporciones inmutables, de carácter matemático, que regulan todas las *tensiones* entre los elementos que generan el cambio.

Es este *logos* más que el fuego el que Heráclito identifica con el fundamento último de lo real.

En los cambios, el énfasis deja de estar puesto en las *características individuales* (límites, determinaciones esenciales) y pasa a estar puesto en las *características relacionales* (los límites y determinaciones de las cosas son *interdependientes* de las límites y determinaciones de las cosas con las que están relacionadas). Estas características relacionales están en constante *tensión* y *transformación mutua*.

El orden se logra cuando se *equilibran* fuerzas opuestas. El reposo es siempre *aparente* y surge solamente como *equilibrio dinámico*.

Parménides de Elea (c. 515 – c. 440 a.C.)

Se dice que fue pitagórico y que abandonó dicha escuela para fundar la suya propia, — con claros elementos anti-pitagóricos — en la ciudad de Elea, al sur de Italia. Se discute si fue o no discípulo de Jenófanes de Colofón. Los argumentos de Parménides establecerían, además, una influencia de la concep-

ción del cosmos de los primeros filósofos de Mileto, sobre todo en la concepción de la *legalidad de la naturaleza* y la *tendencia monoteísta* que subyace a la búsqueda de un elemento originario único. También habría recibido, en este caso, la idea de la cultura no como un *don de los dioses*, sino como logro del *esfuerzo inquisitivo* del hombre.

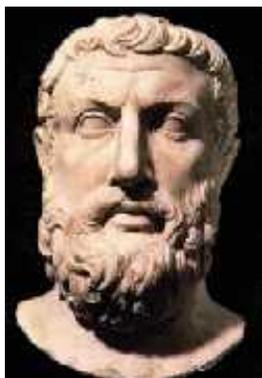


Figura 12. Parménides de Elea

Si bien hay mucha discusión sobre si Parménides reaccionó contra afirmaciones de Heráclito o viceversa, lo cierto es que ambos responden de un modo completamente diferente la pregunta *¿qué es lo que es?*

De sus escritos sólo se han conservado 160 versos, pertenecientes a 19 fragmentos de un poema didáctico, titulado *Sobre la naturaleza*.

En este tratado, considerado el primero sobre el ser, abogaba por la existencia del “Ser absoluto”, cuya no existencia declaraba inconcebible, pero cuya naturaleza admitía ser también inconcebible, ya que el “Ser absoluto” está dissociado de toda limitación bajo la cual piensa el hombre. Sostenía que los fenómenos de la naturaleza son sólo aparentes y debidos, en esencia, al error humano; parecen existir, pero no tienen entidad real. Postulaba también que la realidad, “Ser verdadero”, no es conocida por los sentidos, sino que sólo se puede encontrar en la razón. Esta creencia le convirtió en un precursor de la Teoría de las Ideas de Platón. La teoría de Parménides de que el ser no puede originarse del no ser, y que el ser ni surge ni desaparece, fue aplicada a la materia por sus sucesores Empédocles y Demócrito, que a su vez la convirtieron en el fundamento de su explicación materialista del Universo.

Entre sus afirmaciones más famosas se cuenta: “*El ser es y el no-ser no es*”; es decir, que el ser existe y la nada no existe. El fundamento de todo es el ente inmutable, único y permanente, el ente “es”, simplemente, sin cambio ni transformación alguna.

Parménides escribió un poema filosófico en hexámetros del que se conservan la mayoría de los versos a través de Simplicio.

En dicho poema, luego de un proemio de carácter religioso, — en el que el autor realiza una serie de invocaciones para conseguir el favor de una diosa no identificada con el objeto de poder acceder al verdadero conocimiento, — Parménides expone su doctrina: la afirmación del ser y el rechazo del devenir, del cambio. El ser es uno, y la afirmación de la multiplicidad que implica el devenir, y el devenir mismo, no pasan de ser meras ilusiones.

El poema expone su doctrina a partir del reconocimiento de dos caminos para acceder al conocimiento: la vía de la *verdad* y la vía de la *opinión*. Sólo el primero de ellos es un camino transitable, siendo el segundo objeto de continuas contradicciones y apariencia de conocimiento.

La vía de la *opinión* parte, dice Parménides, de la aceptación del no ser, lo cual resulta inaceptable, pues el *no ser* no es. Y no se puede concebir cómo la nada podría ser el punto de partida de algún conocimiento. (“*Es necesario que sea lo que cabe que se diga y se conciba. Pues hay ser, pero nada, no la hay*”). Por lo demás, lo que no es, no puede ser pensado, ni siquiera “nombrado”. Ni el conocimiento, ni el lenguaje permiten referirse al no ser, ya que no se puede pensar ni nombrar lo que no es. (“*Y es que nunca se violará tal cosa, de forma que algo, sin ser, sea*”). Para alcanzar el *conocimiento* sólo nos queda pues, la vía de la *verdad*. Esta vía está basada en la afirmación del ser: el ser es, y en la consecuente negación del no ser: *el no ser no es*.

En esas líneas Parménides afirma la *unidad e identidad* del ser. El ser es, lo uno es. La afirmación del ser se opone al cambio, al devenir, y a la multiplicidad. Frente al devenir, al cambio de la realidad que habían afirmado los filósofos jonios y los pitagóricos, Parménides sostuvo que, si algo cambia esto supone el reconocimiento de que ahora “es” algo que “no era” antes, lo que resultaría contradictorio y, por lo tanto, inaceptable. La afirmación del cambio supone la aceptación de este paso del “ser” “al “no ser”

o viceversa, pero este paso es imposible, dice Parménides, puesto que el “no ser” no es.

El ser es *ingénito e imperecedero*, pues, dice Parménides ¿qué origen le buscarías? Si dices que procede del ser entonces no hay procedencia, puesto que ya es; y si dices que procede del “no ser” caerías en la contradicción de concebir el “no ser” como “ser”, lo cual resulta inadmisibile. Por la misma razón es imperecedero, ya que si dejara de ser ¿en qué se convertiría? En “no ser” es imposible, porque el no ser no es... (“*así queda extinguido nacimiento y, como cosa nunca oída, destrucción*”).

El ser es *entero*, es decir no puede ser divisible, lo que excluye la multiplicidad. Para admitir la división del ser habría que reconocer la existencia del vacío, es decir, del no ser, lo cual es imposible. ¿Qué separaría esas “divisiones” del ser? La nada es imposible pensarla, pues no existe; y si fuera algún tipo de ser, entonces no habría división. La continuidad del ser se impone necesariamente, y con ello su unidad. Igualmente, ha de ser limitado, es decir, mantenerse dentro de unos límites que lo encierran por todos lados.

El ser es *inmóvil*, pues, de lo visto anteriormente queda claro que no puede llegar a ser, ni perecer, ni cambiar de lugar, para lo que sería necesario afirmar la existencia del no ser, del vacío, lo cual resulta contradictorio. Tampoco puede ser mayor por una parte que por otra, ni haber más ser en una parte que en otra, por lo que Parménides termina representándolo como una esfera en la que el ser se encuentra igualmente distribuido por doquier, permaneciendo idéntico a sí mismo.

El ser al que se refiere Parménides es *material*, por lo que difícilmente puede ser considerado éste el padre del idealismo. El hecho de que Platón, posteriormente, aceptando los postulados parmenídeos, identificara a ese ser con la Idea, no debe ser extrapolado históricamente hasta el punto de llegar a afirmar que Parménides interpretaba el ser como algo no material. La afirmación de que el ser es Uno, finito, parece indicar claramente una concepción material del ser.

Por lo demás, la asociación de la vía de la *verdad* con el pensamiento *racional* y de la vía de la *opinión* con la *sensación* parece poder aceptarse, aunque sin llegar a la claridad de la distinción que encontramos en Platón. Efectivamente, Parménides afirma en el

poema la superioridad del conocimiento que se atiene a la reflexión de la razón, frente a la vía de la opinión que parece surgir a partir del conocimiento sensible. Pero el conocimiento sensible es un conocimiento ilusorio, de apariencia. Podemos aceptar pues que Parménides introduce la distinción entre razón y sensación, entre verdad y apariencia.

Tradicionalmente se ha asociado este poema con la crítica del *movimiento*, del *cambio*, cuya realidad había sido defendida por el pensamiento de Heráclito. Es probable que Parménides hubiera conocido el libro de Heráclito, pero también que hubiera conocido la doctrina del movimiento de los pitagóricos, contra la que más bien parece dirigirse este poema. Especialmente si consideramos la insistencia que hace Heráclito en la unidad subyacente al cambio, y en el papel que juega el *Logos* en su interpretación del movimiento. Obviamente, en la medida en que Heráclito afirma el devenir, las reflexiones de Parménides le afectan muy particularmente, aunque Heráclito nunca haya afirmado el devenir hasta el punto de proponer la total exclusión del ser.

Pluralismo materialista, discontinuidad de la materia y rehabilitación de los sentidos



Figura 13. Acraga. Templo de la concordia

Empédocles (c. 493 a.C.-433 a.C.), filósofo, político y poeta griego. Nació en la ciudad siciliana de Agraga (actual Agrigento, Sicilia) y fue discípulo de Pitágoras y Parménides y maestro del sofista Gorgias de Leontini, atribuyéndosele también la creación de la retórica. Su personalidad está envuelta en la leyenda ya que, además de filósofo, fue conocido por sus habilidades como médico y sus actividades relacionadas con la magia o con el chamanismo.



Figura 14. Empédocles de Acraga

Teoría de los cuatro elementos: Esta teoría de cuatro elementos fundamentales (agua, aire, tierra y fuego) y eternos surge como una reacción contra la negación del conocimiento sensible por parte de los eleatas (Parménides, Zenón, Meliso). Por otro lado va a ser adoptada por Aristóteles (384-322 a. C.) y va a constituir la base de su física *cualitativa*. A diferencia de los pensadores de la escuela milesia, no tratará de reducir la naturaleza a un elemento originario único, sino que afirma la eternidad de los cuatro elementos fundamentales. El cambio, la generación y la corrupción, no son más que la reunión o separación de tales elementos eternos e *inmutables*.

“Te diré otra cosa más: no hay nacimiento para ninguna de las cosas mortales; y no hay fin para la muerte funesta; hay solamente mezcla y separación de los componentes del conjunto. Nacimiento, no es más que el nombre que le dan los hombres a ese hecho” (fr. 8).

“Cuando los elementos mezclados vienen a la luz del día bajo la forma de hombre, o de bestia salvaje, o de una planta, o de un pájaro, entonces decimos que hay nacimiento; cuando se separan, empleamos la palabra muerte dolorosa. Pero ese nombre no se justifica, aunque también yo siga al respecto la costumbre” (fr. 9).

Con esta teoría Empédocles combina aspectos eleáticos como la afirmación que a nivel de los elementos fundamentales no hay verdadero cambio (*Monismo estructural*) y anti-eleáticos, por la afirmación de que no hay un único Ente, sino cuatro elementos fundamentales (*pluralismo* materialista).

Por influencia de Pitágoras, la combinación de tales elementos para dar lugar a las entidades materiales sigue una determinada *proporción*. Esta pro-

porción características de cada tipo de entidad, será considerada su esencia.

Por influencia de Heráclito, Empédocles postula una teoría del cambio basada en contrarios. Los elementos (agua, aire, tierra y fuego) se modifican por la acción de cualidades (calor, frío, húmedo y seco).

El principio general de individuación y cambio será la *simpatía* y la *antipatía*, lo cual puede entenderse como *amor* y *odio* o, de modo más físico, como *condensación* y *rarificación*.

“Pues todos estos elementos: Sol, tierra, cielo y mar, están adaptados en sus diferentes partes para todo lo que anda por el mundo mortal. Y si todo lo que se muestra más propio de la mezcla se atrae recíprocamente, por la acción de la semejanza y del Amor, por el contrario lo que es enemigo de ella se mantiene a gran distancia; naturaleza, composición, formas que revisten, todo contribuye absolutamente a oponerse a la reunión, bajo el imperio del Odio que le ha dado nacimiento” (fr. 22).

“Los elementos predominan alternativamente en el curso de un ciclo y desaparecen los unos en los otros o aumentan, según el signo fatal que les es asignado. Son siempre los mismos, pero circulan los unos a través de los otros, tomando la forma de hombres y de diferentes especies de animales. Tanto, por efecto de la Amistad, se reúnen para no formar más que un solo organismo, tanto por el contrario, por efecto del Odio que les opone, se separan hasta el momento en que la Unidad, realizada anteriormente, ha desaparecido por completo. Así en la medida en que lo Uno y lo Múltiple se constituye, en esta medida aparecen y no duran eternamente. Pero, en la medida en que ese cambio perpetuo no se detiene subsisten siempre en un ciclo inmutable” (fr. 26)

Es decir, son dos las fuerzas activas y opuestas, amor y odio, o afinidad y antipatía, que actúan sobre los elementos, combinándolos y separándolos dentro de una variedad infinita de formas. La realidad es cíclica. Al comenzar un ciclo, los cuatro elementos se encuentran unidos por el principio del amor. Cuando el odio penetra en el círculo, los elementos empiezan a separarse. El amor funde todas las cosas; entonces el odio reemprende el proceso. No es posible ningún cambio que implique la creación de nueva materia; sólo puede ocurrir un cambio en las combinaciones de los cuatro elementos ya existentes.

Anaxágoras (c. 500 – c.428 a.C.)



Figura 15. Anaxágoras de Clazomene

Anaxágoras nació en Clazomene, cerca de la actual Izmir (Turquía), viviendo su juventud en una época, en la que Clazomene había sido sometida al imperio persa, tras la represión de la revuelta Jonia. Posteriormente se trasladó a Atenas, ciudad en la que residiría la mayor parte de su vida, siendo maestro, y posteriormente amigo, de Pericles, entre otros atenienses ilustres. Precisamente esa amistad le supuso ser acusado de impiedad por los enemigos de Pericles y verse obligado a abandonar Atenas, refugiándose en Lámpsaco, una de las colonias de Mileto en Jonia.

Molecularismo: Refina y complejiza las ideas de Empédocles reflexionando fundamentalmente en los procesos digestivos ¿cómo puede ser que los alimentos que ingerimos (carnes, frutas, cereales) hagan crecer nuestro cuerpo constituido de carne, sangre y huesos? Debe haber partes de carne, sangre y huesos en los alimentos ingeridos y que luego el proceso digestivo separa.

Teoría de *todo en todo*: Anaxágoras generaliza este resultado y afirma que en todas las cosas de nuestra experiencia hay partes de todas las demás. Las diferencias entre las cosas se explican por la diferente proporción en que están combinados. Por esta teoría, en lugar de los *cuatro* elementos fundamentales y eternos, Anaxágoras afirma la existencia de *infinitos* elementos originarios o *semillas* que se diferencian unas de otras *cualitativamente*.

“Todas las cosas estaban juntas infinitas en número y en pequeñez. Pues lo infinitamente pequeño existía también. Y en tanto las cosas estaban juntas, ninguna podía ser distinguida a causa de su pequeñez. El aire y el éter lo ocupaban todo, siendo

ambos infinitos; pues, en todas las cosas, son éstas las que predominan por el número y el volumen.” (fr. 1)

Esta teoría supone la *divisibilidad infinita* de la materia, para que pueda haber aunque sea un elemento de cada una de las *infinitas semillas*.

“Ya que, en lo que es pequeño, no hay un último grado de pequeñez, sino que siempre hay algo más pequeño. En efecto, no es posible que lo que es deje de ser, (en cuanto a la división). Igualmente, en relación con lo grande, siempre hay algo más grande y es igual a lo pequeño en cantidad y, por relación a ella misma, cada cosa es a la vez pequeña y grande.” (fr. 3)

“Y puesto que hay, en la pluralidad, igualdad en la división de lo grande y lo pequeño, puede haber también de todo en todo. Pero no es posible que algo sea aislado y todas las cosas tienen su parte de todo. Tercer momento en que no puede haber un último grado de pequeñez, las cosas no pueden estar separadas ni venir a la existencia. Es necesario que sean ahora como eran al principio, cuando estaban todas juntas. En todas las cosas hay, pues, pluralidad y, a la vez en la más grande y la más pequeña, igualdad en la pluralidad de cosas separados” (fr. 6)

Para evitar la confusión entre “cualidad” y “elemento” pasa del modelo de la *mezcla bajo proporciones* (Empédocles) al de *yuxtaposición* (de partes idénticas) *bajo proporciones*.

¿Cómo se produce esa agregación y esa separación de las semillas? Aquí hace intervenir Anaxágoras un elemento novedoso en la especulación filosófica: el *Nous* o inteligencia. El movimiento de las partículas o semillas estaría sometido a la inteligencia; sin embargo, el papel de la inteligencia queda reducido al de causa inicial del movimiento que, una vez producido, sigue actuando por sí mismo sometido a causas exclusivamente mecánicas. Las partículas son sometidas por el *Nous* a un movimiento de torbellino que será la causa de la constitución de todas las cosas tal como nosotros los conocemos.

Este *Nous*, *Mente* o inteligencia, es concebido por Anaxágoras como algo infinito, autónomo, auto-regulado, y separado de las semillas y de todas las demás cosas que existen. Por otro lado sigue siendo *material*, pero la sustancia más sutil y etérea de todas

“la más fina y pura de todas las cosas, poseedor de todo el saber sobre cualquier asunto y del mayor poder”.

Esta idea de Nous da la idea del Espíritu como *causa eficiente* y tendrá influencia en Platón.

“Las otras cosas tienen una parte de todo; pero el Nous es infinito, autónomo y no se mezcla con nada; sólo él es sí mismo y por sí mismo, pues, si no fuera por sí mismo y si estuviera mezclado con cualquier otra cosa, participaría de todas las cosas en la medida en que estuviera mezclado con una de ellas. Pues, en todo, hay una parte de todo, como hemos dicho anteriormente. Y lo que estuviera mezclado al Nous le impediría tener poder sobre cada cosa, como lo tiene ahora estando sólo por sí mismo. De todas las cosas es la más ligera y la más pura; posee todo tipo de conocimiento y la fuerza más grande...” (fr. 12)

“según Anaxágoras, todo está mezclado, excepto la inteligencia; la inteligencia sólo existe pura y sin mezcla. Resulta de aquí, que Anaxágoras admite como principios: primero, la unidad, porque es lo que aparece puro y sin mezcla; y después otro elemento, lo indeterminado antes de toda determinación, antes que haya recibido forma alguna.” (Aristóteles, *Metafísica*, 1,7).

Leucipo de Abdera – (c. 450 – c. 370 a.C.)

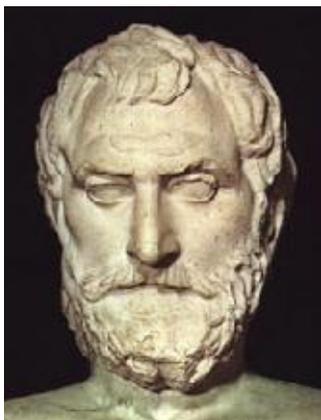


Figura 16. Leucipo de Abdera

Se le considera (siguiendo a Aristóteles) el fundador de la escuela atomista o atomocista, que afirma que la materia está constituida por *atomoi* (indivisibles). Estas entidades indivisibles eran concebidas con las mismas características que el Ente de Parménides, pero en número infinito.

Su doctrina busca conciliar la pluralidad de las cosas y la unidad y permanencia del ser. Según él, todo se reduce a la unión y separación de los átomos, partículas primitivas e indestructibles. El devenir se explica por su composición y descomposición.

Las dos ideas fundamentales de Leucipo son lo lleno y lo vacío. La existencia de éste se prueba por la posibilidad del movimiento, por la compresibilidad y porosidad de los cuerpos, y por el fenómeno fisiológico de la nutrición. El vacío, aunque no era una idea fácil de aceptar en el mundo antiguo, era necesario para el movimiento de los átomos

“Algunos filósofos antiguos creyeron que lo que es debe ser necesariamente uno e inmóvil, ya que siendo el vacío no-ente no podría existir el movimiento sin un vacío separado (de la materia) ni existir ni existir una pluralidad de cosas sin algo que las separe. [...] Pero Leucipo creyó tener una teoría que concordando con la percepción de los sentidos no hacía desaparecer el nacimiento, la corrupción, el movimiento ni la pluralidad de seres”. (Aristóteles, *Sobre la generación y la corrupción*, I,8,325a)

Leucipo está en contra de la doctrina de las cuatro cualidades (caliente, frío, húmedo y seco) Por el contrario sostiene que la explicación del cambio y de las entidades contingentes se debe a su *forma* y *velocidad*. Esta idea será recuperada en el siglo XVII.

Demócrito de Abdera (Tracia) – (460 - 370 a.C.)

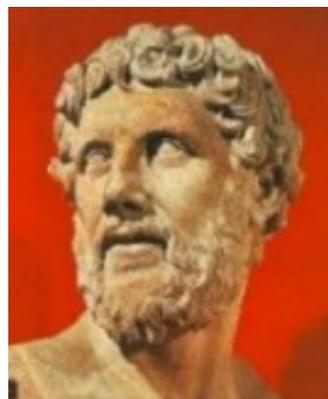


Figura 17. Demócrito de Abdera

Demócrito nació en Abdera en el año 460 antes de Cristo. Se le atribuyen numerosos viajes, a Egipto y a la India, entre otros, habiendo adquirido en el curso de ellos conocimientos de teología, astrología, geometría, etcétera. También se le sitúa en Atenas escuchando las lecciones de Sócrates o de Anaxágoras, según recoge Diógenes Laercio. Se dice también que fue discípulo de Leucipo, a quien se atribuye la creación del atomismo, doctrina defendida por Demócrito.

Al igual que Empédocles y Anaxágoras la filosofía de Demócrito estará inspirada por la necesidad de conjugar la permanencia del ser con la explicación del cambio, adoptando una solución basada en la postulación de infinitos *atomoi* que poseen las características de inmutabilidad y eternidad del ser parmenídeo.

Estos átomos existen desde siempre en el vacío, sometidos a un movimiento que les es consustancial. Por lo tanto, todo lo que existe son los átomos y el vacío.

El espacio es identificado con el vacío infinito y su postulación junto a Leucipo constituye una excepción a la *tesis plenista* generalizada.

Infinita cantidad de *formas atómicas* que posibilitan la existencia de átomos *macroscópicos*. Los átomos se mueven en ese vacío en línea recta en un principio, pero, por causas estrictamente mecánicas, algunos de ellos salen de su trayectoria y chocan contra otros, a los que desvían, chocando el conjunto contra otros átomos, provocando la agregación en conjuntos de átomos cada vez mayores, y que darán lugar a la constitución de los objetos tal como nosotros los conocemos. Aunque los átomos no poseen diferencias cualitativas sí poseen diferencias en cuanto a su forma y configuración: la forma, el orden y la posición.

Simplicio nos transmite este fragmento (de *cælo* 242,21):

“... estos átomos se mueven en el vacío infinito, separados unos de otros y diferentes entre sí en figuras, tamaños, posición y orden; al sorprenderse unos a otros colisionan y algunos son expulsados mediante sacudidas al azar en cualquier dirección, mientras que otros, entrelazándose mutuamente en consonancia con la congruencia de sus figuras, tamaños, posiciones y ordenamientos, se mantienen unidos y así originan el nacimiento de los cuerpos compuestos.” (fr. 582)

El movimiento inicial de los átomos inicialmente es el rectilíneo de caída libre, dado que *todos los átomos son pesados y caen en el vacío* (se mueven hacia arriba sólo al ser empujados por otros - *ekhlipsis*). Su pensamiento ejercerá una gran influencia en la antigüedad, a través de la escuela de Epicuro, entre otros; pero sobre todo en el Renacimiento, estando en la base de la constitución de la ciencia moderna.

A lo largo del tiempo esta doctrina muchas veces ha sido condenada como *materialismo ateo* ya que si sólo existen átomos y vacío ¿Dónde está el alma?

“Algunos, por causa de la ignorancia en que son respecto a la descomposición reservada a nuestra naturaleza, y como consecuencia también de la conciencia que tienen de sus malas acciones, pasan su vida en la duda y la angustia, imaginando engañosas fábulas sobre lo que ocurre después de la muerte.” (fr. 297).

De todas maneras, Demócrito procura la estabilidad y tranquilidad del espíritu

“Quien se propone la tranquilidad de espíritu tiene que ocuparse de muy pocos asuntos, tanto a título particular como en cuanto ciudadano; no debe emprender nada que supere sus fuerzas y su naturaleza; debe mantenerse alerta a fin de ignorar la fortuna, incluso cuando le es hostil y parece arrastrarle irresistiblemente; en fin, no debe ligarse más que a aquello que no supere sus fuerzas; la carga que soportan nuestras espaldas es mejor que sea poco pesada a que sea fácil de llevar.” (fr. 3).

“Hay que reconocer que la vida humana es frágil, que dura poco y que constantemente se ve sacudida por los golpes y las dificultades del destino; por lo tanto, no debe preocuparse uno por poseer, más que moderadamente, y medir las miserias según lo que es necesario.” (fr. 285)

Conclusiones generales sobre el atomismo griego

Puede decirse que la característica del atomismo de Leucipo y Demócrito, a diferencia del pluralismo de Empédocles y Anaxágoras, consiste en que no buscaron un principio *eficiente* para el movimiento de los átomos. Del mismo modo que Empédocles afirmó la *eternidad* de los cuatro elementos, los atomistas afirmaron también la *eternidad del movimiento*. Por este motivo no les parecía necesario tener que postular una causa.

Sin duda hay una gran influencia del concepto de Anaxágoras de *cuerpo* como *yuxtaposición de partes* (es decir, sin mezcla), pero al mismo tiempo, los atomistas negaron la divisibilidad infinita. La divisibilidad es infinita en sentido *matemático*, pero no en sentido *físico*. En este caso nos encontramos con algo que no es ya divisible. A esto se denomina justamente *átomo*. Por este camino se solucionan las parado-

jas de Zenón. A nivel *atómico* no hay cambio (solución del problema de Parménides). El cambio es *superficial* (a nivel de observación).

Aristóteles (384-322 a. C.)



Figura 18. Aristóteles de Estagira

Aristóteles nació en Estagira (Tracia), el año 384-3 a. C., según Diógenes Laercio, quien afirma que era hijo de Nicómaco y Efestiada, y que su padre ejercía la medicina en la corte del rey Amintas (II) de Macedonia, “por causa de la medicina y por amistad”, lo que se ha tratado de asociar con el posterior interés naturalista de Aristóteles. (*Vidas de filósofos ilustres*, libro V, 1).

A los diecisiete años se trasladó a Atenas donde se incorporó a la Academia de Platón en la que permanecería durante veinte años. A la muerte de Platón, en el 348, Espeusipo, sobrino de Platón, se hizo cargo de la dirección de la Academia, bien por designación directa de éste o bien por decisión de sus condiscípulos, imprimiendo una orientación de carácter más especulativo y místico-religioso a las actividades de la Academia, lo que no fue del agrado de Aristóteles quien la abandonó, (ya fuera por esta razón, ya por sentirse frustrado al no haber sido designado él mismo como director, como sostienen otros.)

En el 345-4, se trasladó a Mitilene, en la isla de Lesbos, entrando allí en relación con Teofrasto, que sería posteriormente el más destacado discípulo y continuador de la obra de Aristóteles. Allí continuó con su actividad filosófica hasta que en el año 343-2 fue llamado por Filipo de Macedonia para hacerse cargo de la educación de su hijo Alejandro, el futuro Alejandro Magno, que tenía entonces trece años. Allí permaneció siete u ocho años, hasta el 336-5, cuando Alejandro subió al trono, regresando entonces Aristóteles a Atenas.



Figura 19. Restos de lo que se considera el Liceo de Aristóteles.

Una vez en Atenas, en el 335, fundará su propia escuela, el Liceo, una comunidad filosófica al estilo de la platónica, llamada así por estar situada dentro de un recinto dedicado a Apolo Likeios. Además del propio edificio contaba con un jardín y un paseo (*perípatos*) del que los aristotélicos recibirán el nombre de peripatéticos, ya sea porque Aristóteles impartiera sus enseñanzas paseando, como recoge Diógenes Laercio, o porque, simplemente, se impartieran dichas enseñanzas en el paseo. (Excavaciones realizadas a mediados de la década de 1990 en Atenas, cerca de la Plaza Sintagma, dejaron al descubierto los cimientos de varios edificios, como se puede observar en la imagen, que los arqueólogos consideran pueden ser los restos del Liceo de Aristóteles). Según la tradición el orden de las actividades en el Liceo estaba fuertemente establecido, dedicándose las mañanas a las cuestiones más difíciles de carácter filosófico, reservadas para los discípulos, y las tardes a las lecciones de retórica y de dialéctica, entre las que se podía encontrar un público más amplio.

La metodología inductivo - deductiva

Ciencia de lo universal. Para Aristóteles, toda ciencia es ciencia de *lo universal*, y toda ciencia implica demostración *necesaria*. Este ideal de conocimiento es en parte una herencia platónica y en parte, de modo más general, una herencia del ideal de conocimiento axiomático de la geometría. La ciencia quedará caracterizada por su *infallibilidad* como un grupo *deductivamente* organizado de enunciados, donde se parte de axiomas necesarios e *indemostrables*.

Silogismo científico. El problema de este ideal de conocimiento es ¿cuál es el instrumento para tal ideal de ciencia? Con ese fin, Aristóteles desarrolló la teoría del silogismo. El propósito es el de encontrar relaciones *formales* entre dos premisas cualesquiera que tengan un término común, sea el término sujeto, o el término predicado. A este término común lo llamó *término medio*. Aristóteles consideró dos aspectos formales de las premisas, uno cuantitativo (es particular o es universal) y otro cualitativo (es afirmación o es negación). Del examen de todas las combinaciones posibles, separó aquellos en los que es *formalmente imposible* que si las premisas sean verdaderas, la conclusión sea falsa, estableciendo lo que hoy se conoce como argumentos *válidos*. El silogismo es un silogismo científico cuando sus premisas sean *necesariamente verdaderas*. Aquí es necesario distinguir algo que *se acepta* como verdadero, de algo que no sólo es verdadero por aceptación sino que es *necesario*, lo que implica un reconocimiento *racional* de la imposibilidad de su falsedad.

Con la teoría del silogismo Aristóteles explicitó los conceptos de *ley lógica* y *forma de razonamiento*, usó variables para poder deducir formalmente y logró axiomatizar la lógica.

Axiomas. Para evitar los problemas lógicos de toda organización *deductiva* (regreso al infinito y círculo vicioso), deben postularse premisas indemostrables *inmediatas* (axiomas en sentido amplio). Según Aristóteles, tales premisas deben cumplir los siguientes requisitos:

Ser verdaderas

Ser necesarias

Ser causa de la conclusión (con relación a la doctrina de las cuatro causas)²

Ser generales

Axiomas, principios y definiciones. Aristóteles dividirá tales axiomas en sentido amplio, según lo siguiente:

Axiomas en sentido estricto: *se imponen a todo sujeto* por el sólo hecho de considerarlas, y no se restringen a una ciencia única.

Principios: son propios de cada ciencia, y surge a partir de las verdades aceptadas y no cuestionadas.

Definiciones: primitivos semánticos. Puntos de partida *necesarios* para el conocimiento de algo. Su existencia se *supone* (por *hipótesis*).

Problema de la aplicación al mundo físico de un modelo axiomático. El carácter *necesario* de los axiomas genera el problema de cómo *definir* los términos cuando abandonamos el terreno de lo *formal* (principios lógicos y *formas* válidas de razonamiento).

Definición esencial: género próximo y diferencia específica. Este intento de captar la *esencia* de la sustancia en un término universal se logra reconociendo cuál es la clase más próxima (*género próximo*) a la que pertenece la sustancia que se quiere definir, y luego especificando la característica distintiva por la que se reconoce tal tipo de sustancia dentro de dicha clase (*diferencia específica*).

Conocimiento del término medio. La ventaja de la organización deductiva es fundamentalmente la de poder obtener *nuevo* conocimiento a partir del conocimiento verdadero disponible. Dentro del formato silogístico (dos premisas y una conclusión), las premisas deben estar *relacionadas* (hablar de lo mismo) para poder sacar alguna conclusión de ellas. Por este motivo es un requisito que el mismo *término* a aparezca en ambas premisas. Este *término medio*, a su vez, estará definido *esencialmente* (describe las ca-

² Aristóteles reconoce que ciertos hechos tienen una causa *material* —referida a aquello de lo que algo está hecho— o una causa *formal* —aquello a lo que algo llega a ser— o una causa *eficiente* —la que origina el movimiento— y lo que llamó *causa final*, que es el fin al que se dirigen todas las cosas y que también forma parte de la explicación del *por qué* algo es como es, o cambia del modo en que lo hace. La *causa final* es igual a la *causa formal* en *potencia* que llega a ser forma en *acto* gracias a la *causa agente*. Con ello Aristóteles inaugura las explicaciones *teleológicas*,

explicaciones a través de su fin (*telos*). Este tipo de explicaciones le permitiría una concepción global del cambio natural, como *actualización de la forma* hacia su punto máximo de *perfección* (el fin entendido, al igual que la idea de bien de Platón, como *areté* pura).

racterísticas formales – inmutables y eternas - de un tipo de sustancia)

Sensación: contacto *infallible* con lo particular (por este apoyo en la sensación se habla de *sesnsualismo* de la propuesta aristotélica). Ese contacto con la realidad hace posible proposiciones del tipo: S es P.

Experiencia: los animales con *memoria*, como el hombre, pueden comparar diferentes sensaciones que se *repiten* y reconocer elementos comunes. Esta generalización que se remite a los objetos de los que se tuvo sensación constituyen nuestra *experiencia* de tales objetos (a esto se hace referencia cuando se habla del *empirismo* aristotélico) La experiencia permite encontrar características comunes a varios objetos y formular enunciados que incluyen cuantificadores existenciales del tipo Algunos S son P.

Inducción: Las sensaciones y la experiencia llevan a establecer inductivamente una *regularidad de hecho*, afirmando que esta experiencia es *común* para todos los miembros de esta misma clase (S). Esto permite la generalización empírica “Todos los S son P”, (que tendrá validez en tanto no se encuentre un contraejemplo) Esta inducción es *enumerativa* y se basa en la experiencia pasada. Tal experiencia dice que *de hecho* se cumple que cierta clase de individuos comparten cierta característica. Sin embargo todavía no se sabe *por qué*, no se conoce la *causa* de esa regularidad.

Intelección. Es necesario un proceso deliberativo del *intelecto* para tratar de encontrar, sobre la base de la experiencia inductiva acumulada, su *razón de ser* (causa universal, forma). La intelección es un *ver con la mente* la *razón universal* (causa formal) responsable de las características de las que tuvimos sensación y experiencia. En este sentido es un acto intelectual que corona la inducción. Permite pasar del silogismo *de hecho* al silogismo *razonado* por captar las propiedades *intrínsecas*, no meramente sensibles del objeto.

Filosofía natural

La Naturaleza estaría formada por el conjunto de las sustancias naturales.

“Entre los seres, en efecto, unos son por naturaleza, otros por otras causas; por naturaleza, los animales y sus partes, las plantas y los cuerpos simples,

como la tierra, el fuego, el agua, el aire; de estas cosas, en efecto, y de otras semejantes, se dice que son por naturaleza. Ahora bien, todas las cosas de las que acabamos de hablar se diferencian claramente de las que no existen por naturaleza; cada ser natural, en efecto, tiene en sí mismo un principio de movimiento y de reposo, unos en cuanto al lugar, otros en cuanto al aumento y la disminución, otros en cuanto a la alteración. Por el contrario, una cama, una capa y cualquier otro objeto de ese tipo, en tanto cada uno tiene derecho a ese nombre, es decir, en la medida en que es un producto del arte, no poseen ninguna tendencia natural al cambio, sino solamente en cuanto tienen el accidente de ser de piedra o de madera y bajo esa consideración; pues la naturaleza es un principio y una causa de movimiento y de reposo para la cosa en la que reside inmediatamente, por esencia y no por accidente.” (*Física*, libro II, 1)

Tipos de cambio. Aristóteles distingue diversos tipos de cambio, según afecte a la sustancia o a los accidentes, o según sea producido de forma natural o artificial. El cambio puede ser producido espontáneamente por la sustancia, y en ese caso hablamos de cambio natural; o puede ser producido artificial o violentamente, a causa de la intervención de un agente externo a la sustancia misma, el hombre por ejemplo, y en este caso hablamos de cambio artificial.

Cambio sustancial. El cambio sustancial supone la modificación radical de una sustancia, es decir, que algo deje de ser lo que era y pase a ser otra cosa: que una sustancia se “convierta” en otra. Las dos formas propias de este tipo de cambio son la generación y la corrupción. La generación supone el nacimiento, o el surgimiento de una nueva sustancia; la corrupción supone la muerte o la desaparición, la destrucción de una sustancia. La germinación de una semilla y el paso de ser semilla a ser planta supone un cambio sustancial: la semilla desaparece, deja de ser semilla, y surge la planta.

Cambio accidental. Cambio accidental supone, por el contrario, la modificación de algún accidente de la sustancia, la pérdida o la adquisición de una característica, es decir, la sustitución de una forma accidental por otra. Este tipo de cambio puede ser local, cuantitativo, o cualitativo. El cambio local supone la traslación de la sustancia de un lugar a otro; esto puede producirse de una forma natural, como ocurre con el movimiento de las aguas de un río, o de una forma artificial, si modo de lugar la mesa en que trabajo, por ejemplo. El cambio cuantitativo consiste en el aumento o de la disminución de

la cantidad en una sustancia: el aumento o la disminución del peso de un individuo es un ejemplo típico de cambio cuantitativo. El cambio cualitativo supone la sustitución de una cualidad por otra en una sustancia; una fruta que madura y cambia de color experimenta un cambio cualitativo, por ejemplo; una mesa que es pintada de un color diferente también experimenta un cambio cualitativo. Todas las formas de cambio accidental pueden, a su vez, ser un tipo de cambio natural o artificial.

Cosmología esférica. La filosofía natural de Aristóteles se basa en una cosmología esférica y en la teoría de los cuatro elementos de Empédocles. Si suponemos que tales elementos están en *estado puro*, el elemento más pesado (tierra) se ubicará en el *centro* y los restantes se ordenarán hacia arriba en orden de peso decreciente.

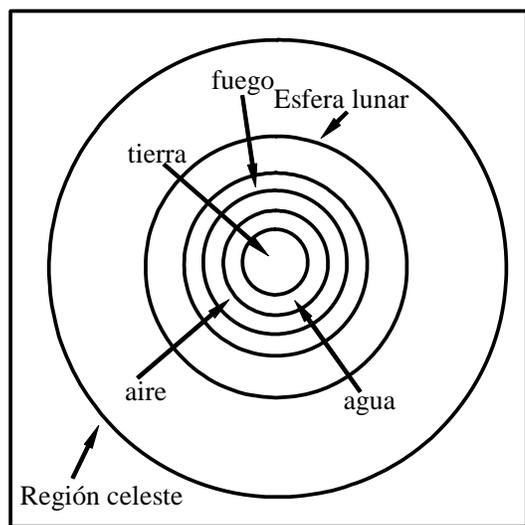


Figura 20. Ubicación de los elementos en el mundo sublunar

Teoría de lugares naturales. Este marco cosmológico determina los movimientos *naturales* (no *forzados*) de los cuerpos, según la proporción de los elementos naturales que los constituyan. En los que domine la *tierra*, si dirigirán naturalmente hacia el *centro de la tierra*, cayendo a través del fuego, el aire y el agua. Del mismo modo, el agua lo hará a través del fuego y el aire, pero no a través de la tierra. Esto es plenamente compatible con la observación. Al mismo tiempo se observa que el aire asciende (se aleja del centro de la tierra) en el agua y el fuego en el aire. Por esto Aristóteles hará una diferencia *cualitativa* fundamental entre los elementos que naturalmente se dirigen hacia el centro de la

tierra (tierra y agua) y los que naturalmente se aleja de él (aire y fuego). Es necesario tener en cuenta que, al utilizar esta teoría para explicar los movimientos naturales, en la física de Aristóteles no se podrá explicar ni siquiera por qué cae una hoja, sin suponer que la Tierra se encuentra en el centro de la esfera del cosmos. Este nexo entre física y cosmología será una de las dificultades más difíciles de sortear para afirmar el movimiento terrestre.

El motor del cambio: cuadro de oposiciones.

Las transformaciones de los elementos unos en otros se dan por la acción de las cualidades según el siguiente cuadro de oposiciones:

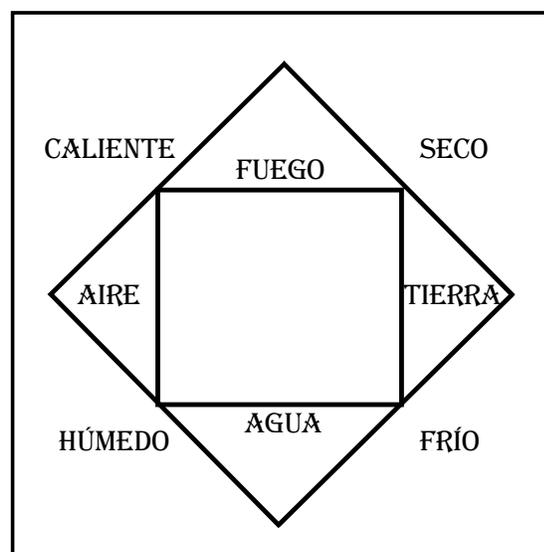


Figura 21. Los elementos y sus cualidades

La utilización de este cuadro para explicar las transformaciones físicas se basa fundamentalmente en la acción de *cualidades* como causas *eficientes*. Por este motivo es que se habla del carácter *cualitativo* de la física de Aristóteles. Tener en cuenta las diferencias con la concepción platónicopitagórica basada en los *átomos geométricos*. A esto se suma que, al dividir los principios de las ciencias (axiomas en sentido amplio) en aquellos que son *comunes* para todas las ciencias, y aquellos que son *proprios* de cada ciencia, la matemática y la física partirán de *principios diferentes*, por lo que todo lo que de ellos se derive será en principio diferente. Esta clasificación de la ciencia a partir de sus principios, será con el tiempo una de las dificultades más importantes para el surgimiento de la física-matemática.

Cosmología de las dos esferas. Ahora bien, esta explicación no se aplica al *movimiento de los astros*. Por el contrario estos se mueven de modo perfectamente circular sin acercarse ni alejarse del centro terrestre. Por este motivo, Aristóteles hace una división fundamental entre el movimiento según se da de la luna para arriba (*esfera celeste o supralunar*) o de la luna para abajo (*esfera terrestre o sublunar*). Al resultado de esta división se lo conoce como la *teoría de las dos esferas*.

Éter. Al no poderse explicar el movimiento circular y perfecto de los astros mediante el cuadro de oposiciones de cualidades y elementos, Aristóteles postula un *quinto elemento (éter)* del que están constituidas las esferas celestes. El éter es el elemento más sutil de todos, es perfectamente traslúcido y tiene la cualidad natural, precisamente, de moverse de modo circular a velocidad constante.

Esferas celestes. Dada la concepción *plenista* de Aristóteles (negación del vacío), los planetas no se conciben como moviéndose por sí mismos y describiendo órbitas, sino como *arrastrados por esferas de éter* en la que se encuentran *engarzados*.

Motor inmóvil. El giro de las esferas en que se encuentran y que están movidas por una serie de motores que deben su movimiento a un último motor inmóvil, que actúa directamente sobre la última esfera, más allá de la cual ya no hay nada, la llamada esfera de las estrellas fijas (porque se suponía que las estrellas estaban incrustadas, fijadas, en esta esfera) que es movida directamente por el motor inmóvil, y que transmite su movimiento a todas las demás esferas y al mundo sublunar. Este movimiento se rige bajo el principio que *lo superior siempre gobierna lo inferior*, el cual va a ser un principio compartido por todo el pensamiento astrológico.

Inteligencias celestes. En este sistema se establece una jerarquía de seres a partir de la perfección del motor inmóvil, que Aristóteles considera como una forma pura, como un ser perfecto por lo tanto, y que causa el movimiento en el universo en tanto *causa final*, y de la esfera de las estrellas fijas, que se va degradando a medida que nos acercamos al mundo sublunar, que representa el nivel ínfimo de la escala, dominado por la generación y la corrupción. Para poder explicar la acción del motor inmóvil como causa final Aristóteles se ve obligado a dotar de *alma* a las esferas intermedias: dichas esferas aspiran a ser perfectas como el motor inmóvil, y es esa aspiración

la que mueve el universo; pero, para poder aspirar a esa perfección, han de tener alma. Aunque en su obra “Sobre el cielo” Aristóteles considera que el movimiento circular de las esferas corresponde al éter por naturaleza y, en consecuencia, nos ofrece una explicación de los movimientos celestes puramente mecanicista, en la “Física”, en el libro VIII, que es posterior al resto de sus obras cosmológicas, nos vuelve a ofrecer la teoría del motor inmóvil, una interpretación *teleológica* del universo.



Figura 22. Cosmología aristotélica

Bolos de Mendes

El primer practicante de la *khemeia* greco-egipcia que se conoce por su nombre fue Bolos (aproximadamente 200 a. de C), nacido en Mendes, una población del delta del Nilo. En sus escritos utilizó el nombre de Demócrito, por lo que se le conoce como “Bolos-Demócrito” o, a veces, como “seudo-Demócrito”.

Bolos escribió una obra llamada *Physika* dividida en cuatro partes que tratan, respectivamente con la obtención de oro por transmutación, la obtención de plata, la fabricación de gemas y la obtención de la púrpura.

Las recetas que da el libro de Bolos Demócritos fueron recopiladas de una variedad de fuentes, como anotaciones hechas por artesanos e informaciones recogidas que provenían de Egipto, Persia, Babilonia y Siria, pero lo que lo distinguía de los artesanos era su interés en la transmutación de la materia, que él consideraba que estaba indicada por los cambios de color de los metales cuando eran sometidos a diver-

tos tratamientos (como la aleación). Él y otros alquimistas antiguos buscaban recetas hechas por artesanos de la metalurgia, en la tintura de telas, en la manufactura de vidrios y especializados en técnicas similares, para tratar de descubrir algunos procesos que los llevaran a entender la buscada transmutación. A menudo copiaban sólo partes de las recetas, lo que tornaba insuficiente la tarea de reproducir los trabajos de los artesanos que las habían escrito. El objetivo era encontrar algún modo de matizar, teñir, colorear, barnizar o alear un metal para hacer que parezca otro — especialmente para hacer que un metal base parezca oro.

De hacer que un metal parezca oro a creer que el producto artificial era realmente verdadero oro no había una diferencia muy grande para esos alquimistas que carecían de la experiencia técnica de los joyeros. Su curiosidad era de orden fundamentalmente filosófico, más que la de obtención de ganancias. Si un metal tenía el brillo del oro, creían que debía ser oro. Y si ese “oro” artificial se empañaba al cabo de un tiempo, la causa era que la transmutación no había sido del todo completa.

Para los alquimistas más antiguos, el color era la característica más importante de un metal, por eso se encuentra en la literatura alquímica griega una insistencia en observar los cambios de color y en seguir la secuencia de los cambios de color. Esto dejaría su marca en los alquimistas posteriores. La idea subyacente parece haber sido que, siendo la material primigenia la misma para todas las sustancias, la aproximación a esta materia primigenia debería ser la búsqueda central de la alquimia. Cuando tal sustancia primigenia se hubiera obtenido, estaría impregnada de “cualidades puras”, aunque en la naturaleza se encontrase impurificado luciendo un color negro. Mediante tratamientos adecuados esa materia prima se iría purificando, lo que conduciría gradualmente al valor máximo de la virtud de los metales: la perfección del oro. Se hicieron innumerables intentos para procurar esta materia básica y cualquier sólido negro hecho por fusión de no metales — solos o por adición de azufre, sulfuros de arsénico u otras sustancias — era considerado como una posibilidad. Poco a poco se fue estableciendo una escala de colores de los materiales según se iban aproximando a la perfección del oro: negro, blanco, iridiscente, amarillo, rojo púrpura; aunque algunos alquimistas individuales variaban el orden según sus propias ideas o teorías

Si una piedra rojiza (hematita) podía convertirse en hierro gris a través de un procedimiento que aún no se había descubierto en tiempo de Aquiles, (quien tuvo que usar armas de bronce). ¿Qué razón había para que el hierro gris no pudiera convertirse en oro amarillo mediante alguna técnica aún no descubierta en tiempo de Alejandro Magno?

A través de los siglos muchos químicos se esforzaron honradamente en hallar el medio de producir oro. Otros estimaron mucho más sencillo y provechoso pretender hallarse en posesión de la técnica y comerciar con el poder y la reputación que ello les proporcionaba. Este engaño se mantuvo hasta la época moderna. Aunque Bolos en sus escritos da aparentemente detalles o técnicas para la obtención del oro, no podemos realmente considerarlo un fraude. Es posible alear cobre y cinc, por ejemplo, y obtener latón, que tiene un tono amarillo parecido al del oro. Pero para los antiguos alquimistas que no sabían determinar su densidad o atacar ese metal con ácidos, la preparación de un metal dorado era lo mismo que la preparación de oro.

Pedanio Dioscórides Anazarbeo (c.40 – c.90 d.C.)



Figura 23. Pedanio Dioscórides

Nacido en Anazarbus, Cilicia, en Asia Menor, fue un médico, farmacólogo y botánico cuya obra *De Materia Medica* alcanzó una amplia difusión y se convirtió en el principal manual de farmacopea durante toda la Edad Media y el Renacimiento.

Dioscórides practicó la medicina en Roma en la época del emperador Nerón. Según propio testimonio que figura en la carta que sirve de prólogo a su obra, fue cirujano militar en el ejército romano, con lo que tuvo la oportunidad de viajar en busca de sustancias medicinales por todo el mundo conocido.

En *De Materia Medica*, que consta de 5 volúmenes, describe unas 600 plantas medicinales, unos 90 minerales y alrededor de 30 sustancias de origen animal. A diferencia de otras obras clásicas, esta obra tuvo una enorme difusión en la Edad Media tanto en su original griego como en otras lenguas, tales como el latín y el árabe.

El más antiguo ejemplar que se conserva de la obra data de comienzos del siglo VI, y fue copiado para uso de la patricia romana Anicia Juliana, hija del emperador Anicio Olibrio. Este manuscrito tiene un total de 491 folios, y casi 400 ilustraciones a página completa. En 1569 fue adquirido por el emperador Maximiliano I, y se conserva en la Biblioteca Nacional de Austria (Österreichische Nationalbibliothek). Es conocido como Codex Vindobonensis Med. Gr. 1. (Vindobona es el nombre latino de Viena) o, simplemente, como el "Dioscórides de Viena".

Zósimos de Panopolis (Siglo III d.C.)

Zosimos vivió en Panopolis (Akhmim) una ciudad de Egipto durante el siglo III de nuestra era.

Escribió una enciclopedia sobre el arte de la alquimia en 28 libros. Si bien algunos de los pasajes parecen ser originales, gran parte de la obra es una compilación de textos antiguos hoy perdidos.

De los escritos de Zósimos se concluye que en el intervalo de tiempo transcurrido desde que Bolos Demócrito escribió su *Physika* las especulaciones alquímicas se entremezclaron con magia egipcia, filosofía griega, gnosticismo, neo-platonismo, astrología babilónica, teología cristiana y mitología pagana, todo ello expresado con un lenguaje enigmático y alusivo que hacen que la literatura alquímica sea difícil de entender. Por ejemplo, el mercurio se conocía con diversos nombres: agua plateada, siempre fugitivo, agua divina, masculino-femenina, semilla de dragón, bilis de dragón, divina rocío, agua de Escitia (Mar Negro), agua de mar, agua de la Luna y leche de una vaca negra (¡en serio!) Para dar una muestra de su autoridad a sus doctrinas nebulosas, los alquimistas se empeñaban en escribir tratados que atribuían a otros filósofos o celebridades más antiguos. De esta manera se le atribuían trabajos de alquimia a Hermes (personaje mitológico al que consideraban el creador de la alquimia), Platón, Moisés, Miriam la judía (hermana de Moisés) Teofrasto, Cleopatra e, inclusive, a Isis. De esta manera consi-

deraban que sus ideas estaban apoyadas en opiniones de personas respetadas por sus conocimientos.

Leyendas como la de Crisomalo, el carnero alado cuyo vellocino era de oro, el cual fue rescatado del Helosponto por Jason y los Argonautas, fueron usadas para hablar de un pergamino que enseñaba la manera de hacer oro mediante el arte alquímico o que las minas del rey Salomón a que se refiere la Biblia eran en rigor fábricas de oro que el Libro de los Reyes, narra con lenguaje figurado.

Las obras de Zósimos fueron publicadas con traducción al francés por Berthelot y Ruelle en 1887 e incluyen sus "Memorias auténticas", "Sobre la evaporación del agua divina que fija mercurio" y un tratado sobre "Instrumentos y hornos". Zósimos se refiere a que el arte de la alquimia se practicaba en Egipto bajo el patrocinio y control de reyes y sacerdotes y que era ilegal publicar recetas que detallasen las operaciones de modo que cualquier no iniciado pudiera repetirla. Según Zoísmo, sólo Bolos se atrevió a infringir la prohibición de dar detalles. Que los sacerdotes grababan sus secretos en las paredes de los templos y las pirámides usando caracteres jeroglíficos de modo que aunque algún buscador de conocimientos prohibidos se animase y aventurase a entrar en la oscuridad de los santuarios encontrarían inscripciones ininteligibles. Los únicos que estaban iniciados en los misterios de la alquimia eran los judíos, quienes le transmitieron los secretos a otros (y a él).

En su obra, Zósimos demuestra una vasta experiencia en operaciones químicas con metales y minerales. Así, comenta que el "segundo mercurio" (arsénico) puede obtenerse del sandarach (sulfuro de arsénico) primero por tostación con lo cual se "expulsa" el azufre y queda la "nube de arsénico" (óxido de arsénico III). Cuando se calienta esta nube de arsénico con varias sustancias (reductoras) se obtiene el "segundo mercurio", que puede usarse para convertir cobre en plata. Por supuesto, el producto de esta última operación no es plata como él imaginaba, sino arseniuro de cobre un sólido blanco de aspecto metálico cuya apariencia semeja bastante a la plata.

Zósimo también describe de manera bastante inteligible la preparación de "plomo blanco" a partir del litargirio usando vinagre; al primer producto de esta reacción, azúcar de plomo o acetato de plomo, lo describe correctamente como una sal de sabor dulce que a medida que transcurre el tiempo se va convir-

tiendo en plomo blanco. Otros productos químicos que trata en su obra son el rejalgar, el ocre, la hematina, y el natrón (nitrato de sodio). También describe el método para obtener mercurio a partir del cinabrio.

Bibliografía

Los Presocráticos, traducción y notas Juan David García Bacca, México, Fondo de Cultura Económica, 1944, 6ta. Reimpresión 1996.

Kirk y Raven, *Los filósofos presocráticos*, Gredos, Madrid, 1970.

<http://www.webdianoia.com>

Lindberg, David, *The beginnings of western science: the European scientific tradition in philosophical, religious, and institutional context, 600 b.c. to a.d 1450*, Chicago, Chicago University Press, 1992, cap. 1 (Hay traducción española: *Inicios de la ciencia occidental*, Paidós)

Shank, Michael H., “Introduction” en: M. Shank (ed.) *The scientific enterprise in Antiquity and the Middle Ages*, Chicago, Chicago University Press, 2000.

Swerdlow, N. “Otto E. Neugebauer (26 May 1899-19 February 1990)”, *Proceedings of the American Philosophical Society*, 137, # 1 (1993), pp. 139-165.

Rochberg, F., “The cultures of ancient science: some historical reflections”, *Isis*, 1992, 83, pp. 547-553.

Jaeger, W., *Paideia*, México, FCE, 1993 (1ra. ed. 1933). Libro Primero, cap. IX, Libro Segundo, cap. III.

Consulta:

Guthrie, W. K. C., *Historia de la filosofía griega*, vol. II, Madrid, Gredos, 1993.

Mondolfo, R., *La comprensión del sujeto humano en la cultura antigua*, Buenos Aires, Eudeba, 1979, Segunda Parte.