

1. Astronomía y Física en Platón¹

I. Contexto histórico y biográfico

Aristocles de Atenas, más conocido como Platón, nace en el 427 a.C. y muere en el 347 a. C.². Es recordado como uno de los filósofos más grandes no sólo de la antigua Grecia sino de toda la historia. Su extensa obra, que nos ha llegado casi en su totalidad, abarca temas de metafísica, teoría del conocimiento, ética y política entre otros. Si bien Platón no mostró por la ciencia experimental una inclinación análoga a la de su discípulo Aristóteles (384-322), supo sí incursionar en matemáticas, astronomía y física, siendo figura relevante en el desarrollo de la llamada tradición platónico-pitagórica, basada en la premisa de que el conocimiento de científico solo es posible a través de la matematización de los fenómenos naturales.

Pertenciente a una familia aristocrática de las más tradicionales de Atenas, la vida de Platón y también parte importante de su obra están atravesadas por las intensas circunstancias históricas de la Atenas del siglo IV. La mayoría de las noticias que posemos Platón se deben al capítulo que le dedica Diógenes Laercio (s. III d.C.) en sus *Vidas de los filósofos más ilustres* (Hicks, 1965), una obra escrita unos 600 años después de su muerte —entre el 225 y el 250 d.C.—, aunque nutrida de una cantidad importante de fuentes.

Platón nace en el 427, en el seno de una prestigiosa familia aristocrática. El linaje de su madre, Perictíona, se remontaba al gran legislador ateniense Solón (640-560), y el de su padre Aristón, al antiguo rey Codro (ca. s. XI), último de los reyes del ática. Su madre era hermana de Cármides (m. 403) y sobrina de Critias (460-403), personajes destacados en las revueltas aristocráticas contra la democracia ateniense. El último cuarto del siglo V y la primera mitad del IV muestran a las principales polis griegas en estado de guerra constante, alternándose Atenas, Esparta y Tebas en la hegemonía sobre el resto de Grecia. Este período coincide casi exactamente con los 80 años de vida de Platón, por lo que no es

1 Una versión preliminar y abreviada del presente artículo fue incluida en Melogno (2008).

2 En cuanto la mayoría de las fechas referidas son anteriores a Cristo, se evitará la abreviatura a.C. En fechas de la antigüedad posteriores a Cristo, se utilizará la abreviatura d.C.

casual que comience su obra *Las Leyes* tomando a la guerra como un estado continuo entre las ciudades (1972, I, 625e).

Para el momento de su nacimiento, persiste la hegemonía de Atenas sobre gran parte de las ciudades griegas, con Pericles (495-429) al frente: es la época de oro de la democracia y del imperio ateniense. Este se sostenía en una política expansionista, manteniendo una flota militar financiada mediante el pago de tributos, con un control casi total del tráfico marítimo, tanto comercial como militar. Ambos aspectos eran decisivos, en cuanto el suelo infértil del Ática hacía que la industria y el comercio fueran la base de la economía de Atenas (Finley, 1963).

De joven Platón recibió la típica educación de un joven aristócrata, ejercitándose en la gimnasia y las letras, y componiendo asimismo algunos ditirambos y tragedias de los que luego renegaría (Hicks, 1965, I-III). Según consigna Aristóteles (*Metafísica*, 1973, I, 987a), desde temprana edad se familiarizó con la filosofía de Cratilo (s. V), discípulo de Heráclito (ca. 535-484). En el 407, contando con veinte años, se hizo discípulo de Sócrates (470-399), pasando luego por la escuela de Hermógenes (s. V), quien seguía a Parménides (s. V).

Estas primeras dos décadas de la vida de Platón trascurren en paralelo a la Guerra del Peloponeso, que entre el 431 y el 404 enfrentó a Esparta contra Atenas, teniendo a casi toda Grecia plegada a uno u otro bando. Los atenienses marcharon a la guerra a instancias de Pericles, pero no obstante el amplio apoyo obtenido por este, persistió una minoría oligárquica reacia al enfrentamiento, que mostraba admiración por las instituciones espartanas; a este grupo pertenecía la familia de Platón. Después una de una compleja serie de vicisitudes características de la historia política y militar de la Grecia antigua, en el 404 culmina finalmente la Guerra del Peloponeso, con el triunfo de Esparta en la batalla de Egos Pótamos (Tucídides, 1988). La guerra mostró la incapacidad de Atenas para organizar a Grecia bajo su imperio, del mismo modo que la victoria de Esparta mostrará su incapacidad para hacer lo propio.

Lisandro, líder espartano, designa para gobernar Atenas a quienes pasarán a la historia como los *Treinta tiranos*. Participan en favor de los espartanos Cármides y Critias, parientes cercanos de la familia de Platón. El gobierno de los *Treinta* persiguió a sus opositores, realizó confiscación indiscriminada de bienes, y otros excesos que devinieron en la condena a muerte de algunos de sus propios miembros, como fue el caso de Terámenes. A causa de estos y otros excesos, luego de ocho meses, se produce la caída de los *Treinta*, a manos de la ofensiva demócrata encabezada por Trasíbulo, con lo que se restaura la democracia (Aristóteles, *Constitución de Atenas*, 1973, 38-40).

En el 403 mueren Critias y Cármides, y en el 399 se produce el juicio y la condena de Sócrates, maestro de Platón. Acusado de corromper a la juventud y adorar falsos dioses (*Apología de Sócrates*, 24a-26e)³, Sócrates fue condenado a muerte (*Apología de Sócrates*, 36b-38a) después de que, según el testimonio de Platón, esquivara la cárcel, la huida, el destierro y otras soluciones jurídicas contempladas en su proceso (*Apología de Sócrates* 37b-28b, *Critón*, 45a-47a). La muerte de Sócrates cala muy hondo en el ánimo de su discípulo, que por aquel entonces contaba 28 años, al punto que los primeros diálogos platónicos están abocados a la defensa y sistematización del pensamiento socrático. No obstante, tanto el fracaso del proyecto aristocrático de los *Treinta*, como la condena de Sócrates bajo la restauración democrática, afectaron a Platón lo suficiente para marcar su aislamiento casi

3 Todas las referencias a obras de Platón corresponden a la edición Aguilar consignada en la bibliografía.

de por vida de la política de Atenas (*Carta VII*, 324b-327c; Ciceró, *De Finibus bonorum et malorum*, 1951, V, 87).

Por esta época abandona la ciudad, viajando durante cuatro años, primero a Megara, donde recibe la enseñanza del socrático Euclides (*ca.* 450-*ca.* 380), y después a Cirene donde aprende matemáticas con Teodoro (465-398). Luego avanza a Italia donde entra en contacto con los pitagóricos Filolao (*n.* 474) y Eurito (s. V); finalmente llega a Egipto donde escucha la sabiduría de los sacerdotes (Hicks, 1965, IV-V).

En el 395 regresa a Atenas. Por ese entonces comienza la Guerra de Corinto, en la que las principales ciudades griegas, con el apoyo de Persia, forman una liga contra Esparta. Platón entra en el ejército y combate en el 394. Por esta época habría escrito el *Gorgias*, su primer cuestionamiento sistemático del estado moral y político de la Atenas democrática. En el 389 vuelve a partir, visita al matemático Arquitas (*fl.* s. IV) en Tarento y a Timeo (*fl.* s. V) en Locro. Finalmente en el 388 llega a Siracusa, donde traba amistad con Dion, consejero del tirano Dionisio I (*Carta VII*, 327c-334d). Este se enemista con Platón a poco de conocerlo, por lo que ordena sea vendido como esclavo. Platón es rescatado y vuelve a Atenas en el 386 (Hicks, 1965, VI-XI). En ese mismo año termina la Guerra de Corinto, con la intervención del imperio persa.

De vuelta en Atenas y a los 40 años, funda la famosa *Academia*, alrededor del año 387. En ella se impartía enseñanza gratuita de diferentes ramas de lo que hoy llamaríamos filosofía y ciencia —distinción que no corresponde al pensamiento griego de la época—, pero fue financiada por personajes pudientes como Dionisio II. Se dedicaba principalmente a la enseñanza de la matemática y la filosofía, a tal punto que en la entrada habría figurado la inscripción: «nadie entre sin saber geometría», característica de la definida raíz pitagórica del pensamiento platónico (Plutarch, 1959). Fue concebida como un centro de estudios dedicado fundamentalmente a la ciencia pura, esto es la dialéctica y las matemáticas tal como se entendían en el sistema platónico. La Academia contribuye así a consolidar la incipiente tradición platónico-pitagórica en matemáticas, de acuerdo a las claras afinidades entre la filosofía de Platón y el pitagorismo (Aristóteles, *Metafísica*, 1973, I, 987-988a, III, 996a). Esto en cuanto si bien Platón no realizó descubrimientos matemáticos específicos, contribuyó al desarrollo de la matemática incentivando su estudio en sus discípulos y buscando aplicar los conocimientos matemáticos a la astronomía y la física. De aquí que la mayor parte de los descubrimientos matemáticos realizados en el siglo IV se deben a matemáticos que habrían estado vinculados a la Academia (Proclus, 1948).

Diógenes Laercio proporciona nombres de varios de los discípulos de la Academia en sus primeros tiempos, entre los que destacan Espeusipo de Atenas (*ca.* 393-339) Jenócrates de Calcedonia (*c.* 396-314), el astrónomo Heráclides del Ponto (390-310), y por supuesto Aristóteles (Hicks, 1965, XXIII). La Academia permanecerá abierta desde cerca del 387 hasta el 529 de nuestra era, cuando el emperador Justiniano I de Constantinopla ordene su clausura, en el marco de su definida política de persecución y abolición de las instituciones con creencias no cristianas (Evans, 2005).

En el 367 muere Dionisio I de Siracusa, asumiendo el trono su hijo Dionisio II. Dion, amigo de Platón, permanece como consejero de nuevo rey, y pensando que el magisterio de Platón sería de utilidad para un monarca tan joven, convoca nuevamente al filósofo a la corte siracusana en el 361. Según Diógenes, era intención de Platón instaurar en Siracusa el modelo político que había defendido en la *República*, para lo cual pidió a Dionisio hombres

y tierras. Fuere o no así, lo cierto es que la segunda aventura siracusana de Platón terminó en condiciones no mucho mejores que la primera. Enredado en intrigas políticas de las que poco detalle ha quedado en la historia, se ve confinado en el palacio y a su amigo Dion desterrado por Dionisio. Esta vez es una carta de Arquitas de Tarento al monarca siracusano la que le salva la vida (*Carta VII*, 337d-340d/ 345b-351a; Hicks, 1965, XIII; Plutarch, *Dion*, 1952). Es así que vuelve a Atenas y retoma la enseñanza en la Academia, al parecer sin dejar de realizar un tercer y último viaje a Siracusa intentando reconciliar a Dion con Dionisio, intento tan fallido como los anteriores. En el 353 Dion es asesinado luego de levantarse en armas contra Dionisio. Platón abandona definitivamente la política y dedica el resto de su vida a la enseñanza en la Academia (Hicks, 1965, XIV).

Paralelamente, en el 357 se había dado la primera incursión de Filipo de Macedonia (382-336) en el Mar Egeo, tomando ciudades que permanecían bajo dominio ateniense. Aprovechando el irreversible desgaste de las potencias griegas, más su propio poderío, en diez años Filipo completará su dominio sobre la costa norte del Egeo con la toma de Olinto en el 347, el mismo año en que muere Platón, a la edad de 80 años.

Buena parte de la vida de Platón transcurre durante la decadencia del imperio ateniense y la política democrática de Atenas, tal como Pericles la había conducido en buena parte del siglo V. Platón es testigo presencial de la Guerra del Peloponeso, de la caída del imperio ateniense, de los frustrados intentos de Esparta y Tebas por imponerse sobre el resto de Grecia, de las sucesivas revoluciones democráticas y aristocráticas que entretuvieron a sus conciudadanos. Estos factores, sumados a su origen aristocrático y su marcada simpatía por la organización política y la educación espartana, ejercerán una significativa influencia no solo en sus concepciones políticas, sino en general en su pensamiento filosófico.

Las obras de Platón suelen dividirse en cuatro períodos, cuyo contenido no está exento de debate. 1. *Período socrático*, al que pertenecen entre otros los diálogos *Apología de Sócrates*, *Critón* y *Protágoras*. 2. *Período de transición*, donde se ubican *Gorgias*, *Menón*, *Hippias Mayor y Menor* entre otros. 3. *Período de madurez*, al que corresponden entre otros *República*, *Banquete*, *Fedro* y *Fedón*. 4. *Período de vejez*, donde se ubican entre otros *Timeo*, *Teeteto*, *Sofista* y *Leyes* (Fraile, 1971). Se conservan asimismo trece cartas, de las cuales se reconoce autenticidad segura a las VII y VIII, y autenticidad probable a las II, III, VI y XIII. Por último, se conservan una serie de diálogos que si bien fueron atribuidos a Platón en diferentes épocas, son muy dudosos o claramente apócrifos, entre ellos *Epinomis*, *Alcibiades II*, *Teages* y *Clitofón* (Fraile, 1971).

II. Teoría del conocimiento, matemáticas y astronomía

No es el propósito de este trabajo realizar una exposición de la teoría platónica del conocimiento⁴, pero sí al menos resulta necesaria una presentación de aquellos puntos que mayor vinculación mantienen con las tesis físicas, matemáticas y astronómicas de Platón, a efectos de ofrecer un panorama relativamente integrado de su pensamiento. La teoría del conocimiento en Platón no es un constructo unitario, sino que fue experimentando variaciones y cambios de dirección que hacen imposible ofrecer una imagen de conjunto, generando hasta hoy controversias interpretativas de no fácil resolución. Una de las primeras

4 Es inmensa la cantidad de bibliografía disponible sobre Platón en general y sobre su teoría del conocimiento en particular. Remitimos al lector a las obras clásicas de Crombie (1979), Hare (1991) y Ross (1997), y la más reciente de Reale (2003).

referencias que se pueden tomar al respecto es la *mayéutica*, término griego que designa el arte de la comadrona o partera, introducido en el diálogo *Teeteto* (210b) para referirse al método socrático, característico de los diálogos de juventud, en los que Sócrates interroga a sus interlocutores para ayudarles a alumbrar ideas que estaban en sus mentes aunque no lo supieran (*Teeteto*, 161b).

A partir de su confesa e irónica ignorancia, Sócrates no afirma tesis alguna, sólo interroga y examina aquello que el alma del interrogado ha producido, de forma que el proceso consiste en llegar al descubrimiento de la verdad a partir de una serie bien trabada de preguntas y respuestas, y del examen de las inconsecuencias que las respuestas originan (*Hippias Mayor*, 288e-293a). En este marco el examen de sí mismo deviene método filosófico, a través del principio *conócete a ti mismo*. El conocimiento de sí mismo cobra valor en cuanto el fin último de la filosofía es la educación moral del hombre. De ahí que los conceptos que más preocupan a Sócrates sean los de las virtudes éticas (*Teeteto*, 149a), en cuanto el recto conocimiento de las cosas lleva al hombre a vivir moralmente: quien sabe lo que es bueno, también lo practica, de forma que el intelectualismo ético desemboca en la tesis de que la maldad sólo proviene de la ignorancia (*Protágoras*, 345d).

Si bien Platón se mantiene fiel a Sócrates en sus diálogos de juventud, a medida que su obra avanza se va independizando de la enseñanza socrática hasta llegar a la formulación de la *Teoría de las Ideas*, núcleo central de su concepción del conocimiento. En cuanto no es pensable el conocimiento de lo que está siempre sometido a cambio y movimiento, que es lo que sucede con el mundo de los sentidos, el conocimiento sólo será posible si existe algún tipo de realidad fija y estable, y esta realidad la remite Platón al mundo de las Ideas (*Fedro*, 247c-e). La postulación de las Ideas es resultado de la atribución de realidad ontológica a los conceptos socráticos (*Cratilo*, 439c), en cuanto Platón las considera como realidades independientes de la razón que las conoce, perfectas, incorruptibles y de carácter divino (*Fedón*, 81a-84a). De esta manera, conforman un conjunto articulado, en el que las más bajas funcionan como fundamento de las más altas. Esta serie termina en la Idea del Bien, que posee valor absoluto y es causa del orden y la belleza de cuanto existe (*República*, VII, 517c).

Así, la realidad se divide en dos mundos: inteligible y sensible; el primero sólo puede ser conocido por la razón, por oposición al segundo que es conocido a través de los sentidos. Pero una vez que los sentidos no participan de la aprehensión de la verdad, el mundo sensible no constituye más que una mera apariencia (*Teeteto*, 186d-e), que a lo sumo puede ser considerada como una imagen imitativa del mundo de las Ideas, en cuanto los objetos que percibimos en el mundo sensible son copias de sus correlativos en el mundo ideal (*Fedro*, 250a-251c).

En estos términos, Platón postula una correlación entre *ser* y *conocer*: El más alto grado de *ser* es correlativo al más elevado conocimiento, la *episteme*, derivado del mundo inteligible. Del mismo modo, a la ignorancia absoluta corresponde al *no-ser*, y entre ambos, aparece la *doxa*, opinión o creencia, relativa al mundo sensible (*República*, V, 477a-b). La *episteme* por su parte comprende dos grados: el conocimiento racional discursivo, o *pensamiento*, y la intuición intelectual, o *entendimiento*. El primero es conocimiento hipotético, mediato, que procede por demostración. La intuición intelectual es el conocimiento intuitivo por contemplación directa del mundo ideal, es la dialéctica, un saber no-hipotético, en cuanto conocimiento inmediato y directo de las Ideas (*República*, VI, 510c-511d; *Filebo*, 58a-59c).

La matemática constituye un modelo de conocimiento racional, en cuanto emplea un método discursivo y deductivo: parte de una hipótesis y deduce conclusiones (*República*,

VI, 510c). Genera un conocimiento que permite contemplar la esencia de los números, del mismo modo que la dialéctica permite contemplar la esencia de las Ideas (*República*, VII, 525b). Sin embargo, la dialéctica emplea un método discursivo ascendente, parte de una Idea y asciende hasta la Idea suprema, por lo que a diferencia de la matemática rebasa el plano hipotético y llega a un principio no condicionado (*República*, VII, 521c). A la dialéctica corresponde tanto reducir a una única idea la diversidad de seres que participan en ella, como dividir las Ideas por géneros y especies, ordenarlas, clasificarlas e inteligir sus relaciones, de tal modo de establecer cuáles pueden ser relacionadas sin contradicción y cuáles no (*Fedro*, 265b-266a; *Sofista*, 253d).

Los objetos matemáticos a su vez, mantienen un rango intermedio entre los objetos sensibles y las Ideas, ya que a semejanza de estas, son inmateriales y permanecen iguales a sí mismos, pero a diferencia de las Ideas, puede haber varios objetos matemáticos del mismo tipo, mientras que la Idea es única. Junto al círculo esencial, o la idea de círculo, existen las imágenes de la Idea, es decir los círculos concretos que podemos trazar (*Carta VII*, 342b-343e), a semejanza de lo que sucede con la diversidad de los objetos sensibles. De acuerdo a este esquema, la matemática constituye un tipo de conocimiento intermedio entre la dialéctica pura y el conocimiento sensible, no obstante la validez deductiva de sus principios la sitúan mucho más cerca de la *episteme* que de la *doxa*.

Volviendo al mundo sensible, es posible distinguir entre el *mundo físico terrestre*, que se compone de los cuatro elementos —aire, tierra, fuego y agua—, y que se mantiene en constante cambio, siendo imperfecto y perecedero todo lo que hay en él (*Timeo*, 53c-d), y el *mundo físico celeste*, región compuesta aparentemente por un solo elemento, el *éter*, e intermedia entre el mundo terrestre y el inteligible. Esto en cuanto se compone de seres —los planetas— que al igual que las ideas son perfectos, incorruptibles y de carácter divino (*Timeo*, 35b-36e).

Ahora bien, el conocimiento del orden cósmico es superior al conocimiento inmediato de lo sensible, y a su vez es inferior al conocimiento de las Ideas, por lo que la herramienta que permite al entendimiento discernir este orden cósmico debe ser aquella que intermedia entre la percepción sensible y la intelección pura: el conocimiento matemático. Platón concebía a la astronomía como matemática aplicada al estudio del mundo celeste, por lo que del mismo modo que la matemática es intermedia entre la *doxa* y la *episteme*, la astronomía es intermedia entre la física y dialéctica. Ello no impide que la matemática tenga otro tipo de aplicaciones, tanto en artes manuales, música, agricultura o medicina (*Filebo*, 55c-59d), como en la construcción de teorías matematizadas acerca del mundo físico terrestre, tal como la propuesta en el *Timeo* (55d-56c). La astronomía sin embargo tiene un lugar de privilegio dentro del conocimiento matemático, en cuanto es la disciplina matemática que más se acerca a la dialéctica.

Por esto, la verdadera astronomía no se ocupa de los cuerpos celestes visibles, o de sus movimientos visibles. Tiene como objeto realizar una reconstrucción matemática del movimiento real de los astros en el cielo, en relación al cual el movimiento aparente es sólo una expresión imperfecta en el espacio y el tiempo (*República*, VII, 529d-531a). Así establece Platón uno de los postulados más controversiales de su astronomía, según el cual el trabajo astronómico debe centrarse en la resolución de problemas matemáticos antes que en el acopio de observaciones del movimiento de los astros. De aquí que la astronomía platónica pueda ser considerada como una teoría cinemática pura de orden general (Mourelatos,

1981), en cuanto no aspira a una explicación física propiamente dicha, sino a la generación de modelos matemáticos que permitan dar cuenta de los fenómenos celestes.

Pero sin negar la importancia que desde mucho antes de Platón tenía la matemática para la astronomía, no deja de resultar bastante extraña la afirmación de que la astronomía no debe ocuparse de los objetos visibles o aparentes, siendo que se trata a fin de cuentas una ciencia observacional, y como tal era concebida en la época de Platón. La interpretación clásica que sobre este punto formuló Thomas Heath (1921), se basaba en una dificultad que ha generado no poca polémica respecto al supuesto desprecio de Platón por la astronomía observacional. Según Heath, puede aceptarse que Platón no quiere decir que la astronomía lidia con un cielo *ideal* distinto del cielo *aparente*, sino que se ocupa de los verdaderos movimientos de los cuerpos celestes, y no con sus movimientos aparentes, en cuanto sólo la matematización del mundo celeste puede permitir su verdadero conocimiento. Pero no es claro qué pretende Platón al contrastar las estrellas visibles del cielo con las estrellas reales de las que estas son imitaciones, porque si la astronomía *real* no se ocupa en sentido literal de el cielo *visible*, sino de el cielo *ideal* (*República*, VII, 529d) en el mismo sentido en que la dialéctica se ocupa de las Ideas y no de las cosas sensibles, la idea de una reconstrucción matemática del movimiento aparente pierde sentido.

Mourelatos (1981) sin embargo, ha insistido en que los problemas planteados en la concepción platónica de la astronomía son puras construcciones matemáticas, respecto de las cuales los fenómenos celestes juegan sólo un rol de sugestión, en cuanto ponen al descubierto los problemas que motivan el desarrollo matemático ulterior. Esto no hace que la astronomía quede disociada de la observación; por el contrario, el desarrollo de la cinemática busca lograr un progresivo ajuste entre el modelo matemático y el dato empírico, sin que esto implique la subordinación de la teoría a la observación —en términos de que los registros empíricos puedan oficiar como refutaciones o confirmaciones absolutas de las construcciones matemáticas—, en cuanto la concepción idealista de Platón parte de la no fiabilidad del dato empírico.

Más recientemente, Andrew Gregory (1996) se ha opuesto a las interpretaciones anti empíricas de la astronomía platónica originadas en Heath, considerando que el esquema expuesto en *República* implica que a pesar de la primacía del mundo ideal por sobre el sensible, Platón concebía a la astronomía como un proceso de investigación dinámico, que permite remontarse desde lo sensible a lo inteligible. Desde esta perspectiva, la observación del cielo visible no es un obstáculo sino una condición necesaria para la ascensión al conocimiento inteligible del mundo celeste. A favor de esta idea, cabe señalar también que en diálogos posteriores como *Timeo* y *Epinomis*⁵, no solo no aparece la mencionada denigración del papel de la observación, sino que por el contrario, se realza su importancia (*Epinomis* 986b-989a), en el marco de una consideración general más favorable del conocimiento sensible (*Timeo*, 37b, 47a-b).

Finalmente Johansen (2008) ha propuesto una visión diferente, señalando que *República* y *Timeo* presentan dos caracterizaciones diferentes del conocimiento matemático y astronómico. En *República*, Platón trata a la matemática y la astronomía en el contexto de la dialéctica y el conocimiento de las Ideas, por lo que el status de conocimiento de ambas queda reducido a su contribución al conocimiento del *ser*, es decir de las Ideas. En el *Timeo* por el contrario, el tratamiento remite al conocimiento del cosmos, es decir del devenir, por lo que una vez que

5 Diálogo de autenticidad cuestionada, probablemente no escrito por Platón.

ya no estamos en el ámbito del conocimiento de las Ideas, la función del astrónomo y el status tanto de la astronomía como de la matemática resultan diferentes a lo postulado en *República*.

Independientemente de los tecnicismos involucrados en la cuestión, y más allá de que se tome posición favorable por cualquiera de las muchas interpretaciones disponibles sobre el punto, resulta necesario tomar con precaución buena parte de las interpretaciones clásicas que atribuyen a Platón de modo no problemático una actitud de desprecio a la observación astronómica (Koestler, 1986; Sarton, 1965), cuando la misma diversidad de perspectivas y lo intrincado del asunto permiten apreciar que el papel de la observación en la astronomía platónica no puede postularse como un desprecio de lo sensible derivado automáticamente de la Teoría de las Ideas.

En suma, la teoría platónica del conocimiento parte de la distinción entre mundo sensible y mundo inteligible, de la cual se desprenden distintos grados de conocimiento que culminan en el acceso a las Ideas. A la matemática corresponde un lugar de privilegio dentro de los grados de conocimiento, en cuanto su estructura deductiva la acerca a la dialéctica pura. La astronomía puede entenderse como matemática aplicada al estudio de los objetos celestes, que poseen un status de conocimiento mayor que los objetos terrestres pero obviamente menor que las Ideas o los objetos matemáticos puros, como los números o las entidades geométricas. Asimismo, la utilización de la matemática no se restringe al estudio de los objetos celestes, sino que también ensayó Platón una explicación matematizada del mundo terrestre, en el marco de la cosmología desarrollada en el *Timeo*.

III. El *Timeo* y el desarrollo de la cosmología griega

En el *Timeo*, obra de vejez escrita probablemente entre el 391 y el 360, Platón desarrolla su concepción acerca de la formación y la estructura del cosmos. El diálogo ha sido a través de la historia una de las piezas más representativas y oscuras de la obra de Platón, lo que ha generado una secuela de controversias y tradiciones interpretativas que se remontan desde las épocas de la Academia hasta nuestros días.

El *Timeo* conforma junto al *Crítias* —inconcluso— y el *Hermócrates* —nunca escrito—, una trilogía en la que Platón habría buscado ofrecer una especie de historia del mundo, desde el origen del cosmos hasta la conformación de las ciudades-estado, en el marco de una concepción antropológica con claras implicancias éticas. Es por esto que si bien los temas cosmológicos dan centro a la obra no la agotan, en cuanto el diálogo contiene una sección inicial donde se relata el Mito de la Atlántida, una sección central dedicada a la cosmología y una sección final de sobre fisiología y psicología. A diferencia de la mayoría de los diálogos platónicos, que se ciñen a la resolución de problemas específicos y rigurosamente delimitados, el *Timeo* aparece como una suerte de enciclopedia científica, cuyo objetivo es ofrecer una síntesis articulada entre las diferentes disciplinas que le dan contenido.

En cuanto al status de la cosmología, Platón establece que tanto en el conocimiento del origen del mundo como en el de los designios de los dioses, no cabe a los hombres nada más que conjeturas y razonamientos aproximados (*Timeo*, 29c/ *Fedón*, 96a-99d), al contrario de lo que sucede en el conocimiento dialéctico. En concordancia con la Teoría de las Ideas, del mismo modo que las acciones justas son tales a imitación de la idea de Justicia, el cosmos en cuanto totalidad dotada de orden es el producto de la acción que sobre la materia informe ejerce un artesano divino o *Demiurgo*, tomando como modelo las Ideas (*Timeo*, 29a-b). En función de esto, Johansen (2008) ha propuesto que la cosmología del *Timeo*

debe ser entendida como estudio del *devenir*, es decir de las cosas que llegan a ser pero que no siempre existieron, por oposición al estudio del *ser*, es decir al estudio dialéctico de las Ideas, realidades que tienen son eternas y que para Platón constituyen el verdadero *ser*. El carácter conjetural de la cosmología es así la consecuencia directa de su objeto de estudio, un cosmos que deviene, es decir que *ha llegado a ser* sólo a semejanza del *ser*. Por esto, resulta inapropiada la pretensión de establecer a través de la cosmología los principios básicos de las cosas con la seguridad con la que lo hace la dialéctica.

Esto hace que las afirmaciones de la cosmología tengan un status de conocimiento inferior al conocimiento de las Ideas, e incluso a la matemática pura. Sin embargo cabe pensar que el valerse de la matemática otorga a la cosmología un status superior al mero conocimiento empírico. Para Johansen (2008) lo que propone la cosmología del *Timeo* es una ampliación del campo de acción de la matemática respecto a los términos que había planteado Platón en *República*, y esta ampliación se opera bajo la idea de que es posible una explicación matemática de la composición de los cuerpos terrestres.

El Demiurgo, artífice del Universo y arquitecto de todo lo existente, oficia como intermediario entre las Ideas y el cosmos, y como elemento de orden y racionalidad, en cuanto el diseño que le imprime al cosmos asegura que éste no sea una creación azarosa (*Sofista*, 265b-266b/ *Filebo*, 28a-30a). El Demiurgo ordena una materia informe que existe eternamente, por lo que no se trata de una creación en sentido estricto, sino de un pasaje del caos al orden, al estilo de las antiguas cosmogonías griegas. Desde el momento en que el cosmos fue diseñado siguiendo el modelo del mundo inteligible, su forma y su funcionamiento no son arbitrarios, por lo que pueden ser conocidos intelectualmente por el hombre.

Sin embargo, las inquietudes iniciales del *Timeo* se orientan antes hacia la filosofía política que a la filosofía natural: el diálogo comienza planteando el problema de cómo debe ser la *polis* ideal, en su estructura y en su organización de gobierno, tópico al que ya había dedicado Platón la mayor parte de *República*. Partiendo de que la *polis* es un microcosmos en relación al macrocosmos, y que por tanto una y otro mantienen una esencia común, concluye que la estructura misma del cosmos debe tomarse como referencia para entender los problemas de la *polis*, y que una vez resuelto el problema del funcionamiento cósmico general, se derivará la solución de los problemas relativos a cada una de sus partes (*Timeo*, 27a). De este modo se articula un definido isomorfismo entre la *polis* y el cosmos, en el marco del cuál las inquietudes políticas de Platón habilitan el tránsito hacia el planteo cuestiones de orden cosmológico.

Los problemas cosmológicos fundamentales que aborda el diálogo son la composición de la materia y el ordenamiento de los planetas. El primero había sido tratado por los filósofos griegos de los siglos VI y V a. C. desde dos concepciones contrapuestas, que sin evitar un cierto anacronismo pueden denominarse como *materialista e idealista* (Toulmin; Goodfield, 1963). La tradición materialista fue desarrollada por los filósofos jonios del Asia Menor, en la costa oriental del Mar Mediterráneo, y partía de la base de que todos los objetos materiales proceden de una misma sustancia originaria, no siendo más que variaciones o manifestaciones de esta sustancia tan *material* como los mismos objetos que engendra. A esta materia generadora de todo lo viviente, los antiguos jonios la llamaron *arjé*.

Dependiendo de si el *arjé* era único o múltiple, podemos distinguir entre materialistas *monistas y pluralistas*. Según da noticia Aristóteles (*Metafísica*, 1973, I, 983c), la tradición materialista se inicia con Tales de Mileto (s. VI a.C.), quien afirmó que el agua era el principio de todas las cosas. Su conciudadano Anaximandro (c.610-545 a.C.) sostuvo que el principio de todo era el *ápeiron*, que puede traducirse como *lo indeterminado*, y el también

milesio Anaxímenes (c. 586-525 a.C.) señaló que el *arjé* correspondía con el *pneuma*, que no sin pérdida puede traducirse como *aire*. Entre los *pluralistas*, encontramos a Empédocles de Agrigento (ca. 483-ca. 424 a.C.), para quien la totalidad del mundo físico es producto de la combinación de cuatro elementos: fuego, agua, tierra y aire, y dos fuerzas: Amor y Odio. Otro personaje relevante a este respecto es Demócrito de Abdera (ca. 460-370 a.C.), quien junto a su maestro Leucipo (s. V a.C.) desarrollaron la teoría *atomista*, según la cual todo cuanto existe es el fruto de la combinación de átomos que se mueven en el vacío, regidos por el azar y la necesidad (Kirk/ Raven, 1987).

La concepción *idealista* por el contrario, partía de la base de que las estructuras últimas de la materia no son sustancias materiales propiamente dichas, sino más bien estructuras matemáticas. Esta tradición se origina en el siglo VI a.C. en las colonias griegas del sur de Italia, gracias a la escuela pitagórica. Alentados por sus descubrimientos en los campos de la acústica y la geometría, los pitagóricos concibieron el proyecto de dar cuenta de la naturaleza entera a través de estructuras geométrico-aritméticas (Aristóteles, *Metafísica*, 1973, I, 985b-986a). Aunque sus pretensiones se vieron muy pronto diezmadas por el descubrimiento de los números irracionales, que introdujeron una intolerable cuota de infinitud y disarmonía en el ordenado universo pitagórico. No obstante esto, la enseñanza de Pitágoras (ca. 570-490 a.C.) no dejó de ejercer una influencia sustantiva en pensadores de todas las épocas desde Platón hasta Kepler (Toulmin; Goodfield, 1963). Plenamente identificado con el pitagorismo, y quizás bajo la influencia específica del pitagórico Filolao (Hicks, 1965, VIII), Platón presentará en el *Timeo* su teoría de los poliedros, una concepción de la materia que respeta los códigos característicos de la tradición idealista, con el agregado de que busca asignar a los números irracionales un lugar preciso dentro de las estructuras matemáticas que ofician como fundamento del mundo sensible.

En cuanto al problema del ordenamiento planetario, o en un sentido más amplio, el problema de la estructura del cosmos, también había sido tratado por ambas tradiciones. Pero al contrario de lo que sucedió con el problema de la materia, las explicaciones materialistas resultaron inicialmente poco fértiles y fueron rápidamente desplazadas por los términos en los cuáles los pitagóricos abordaron el tema.

Los primeros jonios consideraron que la Tierra era un cuerpo plano que por algún mecanismo más o menos conocido se sostenía en otra sustancia material o flotaba en el vacío. Según da noticia Diógenes Laercio (Hicks, 1965, I), Tales consideraba a la Tierra como un disco que flota sobre el agua, mientras que Anaximandro sostenía que era un cilindro que flota en el vacío ya que al estar en el centro del universo equidista de todas sus partes. Anaxímenes por último, retomó la teoría de la Tierra plana propuesta por Tales, pero mantuvo la idea de que flotaba en el vacío. Como ha señalado Popper (1979), constituye un logro inestimable de los jonios el haber dado forma a la idea de la Tierra flotando en el espacio sin ser *sostenida por nada*, además de haber generado mecanismos altamente eficaces para explicar y predecir eclipses. Asimismo, dentro de la tradición jonia predominaba la idea de que los cuerpos terrestres provenían del mismo *arjé* que los cuerpos celestes, en contraposición a la creencia pitagórica —también asumida por Platón— del carácter divino de los astros, con la consiguiente imposibilidad de reducir ambos mundos —terrestre y celeste— al mismo principio explicativo (Kirk/ Raven, 1987).

Los pitagóricos por su parte, habrían introducido al menos tres ideas que serán fundamentales para la astronomía griega posterior, extendiendo su influencia a través de los siglos. Primero, sustituyeron la Tierra plana o cilíndrica de los jonios por una Tierra esférica;

segundo, establecieron que el mismo universo era finito y poseía forma esférica; tercero, afirmaron que las distancias entre los planetas respondían a proporciones matemáticas. Asimismo, propusieron la existencia de una anti-tierra, opuesta a nuestro planeta, aunque sin aventurar hipótesis acerca de su ubicación (Aristóteles, *Del Cielo*, 1973, IX, 290b-291a, XIII, 293a). Sostuvieron también que la Tierra no ocupa el centro del universo, sino que gira en órbitas circulares y alrededor de un *fuego* ubicado en el centro. No es claro si este *fuego central* corresponde o no con el Sol.

La astronomía de Platón presenta una clara influencia pitagórica, ateniéndose a los presupuestos básicos del pitagorismo excepto por el carácter geocéntrico de su sistema. Algunas de sus ideas astronómicas aparecen esbozadas en *República* (VII, 529d-531a, X, 616c-618a), y luego en *Leyes* (VII, 817e, 820c-822c), pero la exposición más completa se encuentra en el *Timeo*. Gregory (1996) señala incluso que en el *Timeo* se registra un cambio significativo en la naturaleza del movimiento celeste en relación a los diálogos anteriores. En *República* (530b) Platón había afirmado que los planetas experimentan desviaciones que vuelven dificultoso el cálculo y la determinación de su recorrido. En el *Timeo* (38c-39b) por el contrario, los planetas siguen cursos predecibles con relaciones invariables entre sus períodos, lo que permite realizar cálculos precisos de los movimientos de los cielos visibles. De acuerdo a esto podría decirse que el principio pitagórico de la matematización de las órbitas planetarias sólo se ve plenamente realizado por Platón en el *Timeo* y no en *República*.

Platón se atuvo igualmente al pitagorismo proponiendo un cosmos finito y esférico (*Fedro*, 247a); no obstante, colocó a la Tierra en el centro del universo (*Fedón*, 96d-98c/109d). Si bien según da noticia Plutarco en su *Vida de Numa* (Plutarch, 1952, 347), al llegar a la vejez Platón habría abandonado la idea de que la Tierra ocupaba el centro del cosmos, pensando —en clave pitagórica— que el lugar central debería corresponder a un cuerpo más digno y elevado, no hay en los textos platónicos ningún pasaje que pueda corroborar este comentario.

En el tratamiento de las proporciones de las distancias y planetarias y sus respectivas órbitas Platón buscaba, según una tradición referida por Simplicio (Duhem, 1969⁶), diseñar un modelo que de cuenta de los movimientos aparentes de los cuerpos celestes manteniendo el movimiento circular y uniforme. La idea del círculo como figura perfecta en la que necesariamente debían inscribirse las órbitas planetarias constituía otro de los pilares conceptuales ya no sólo del pitagorismo sino del horizonte conceptual de la astronomía griega, lo que hará que el desafío platónico sea retomado en primera instancia por Eudoxio de Cnido (ca.408-355), y una y otra vez por astrónomos de los siglos posteriores. Cabe señalar sin embargo que Plutarco, en su *Vida de Marcelo*, afirma que Platón se opuso tanto a Eudoxio como a Arquitas de Tarento (c. 430-?-c. 360), por considerarlos corruptores de la excelencia de la geometría (Plutarch, 1952, 473) al buscar una explicación mecánica del movimiento celeste, ajena al sentido cinemático que para Platón era el único camino posible de la astronomía.

IV. Estructura del cosmos y ordenamiento planetario

El cosmos generado por el Demiurgo posee en sí mismo el principio de su movimiento, que en astronomía se aplica al movimiento de los planetas y en mecánica a las variaciones y

6 Simplicius, *On Aristotle's On the Heavens*, II, 12, 292b10. La traducción de Duhem (1969) es de uso frecuente. Puede encontrarse una traducción al inglés del pasaje en el sitio del Prof. Henry Mendell de la California State University, Los Angeles, USA (ver bibliografía).

movimientos de los cuerpos en el mundo sensible. Basándose en este carácter animado del cosmos, Platón lo considera un organismo viviente dotado de alma: *el alma del mundo*, que se une al *cuerpo del mundo* en su propio centro. El alma envuelve al cuerpo coincidiendo en todas sus partes, oficiando como principio de vida y movimiento (*Timeo*, 36a).

El cuerpo del mundo surge cuando el Demiurgo dispone en un orden racional a los cuatro elementos, fuego, tierra, aire y agua, que permanecían dispersos y amorfos en el estado original de la creación (*Timeo*, 30c-32a). El Demiurgo organiza los elementos de acuerdo a la proporción áurea, según la cual dados tres términos, el medio tiene respecto al mayor la misma relación que el primero respecto al medio. Le da forma de una esfera, fuera de la que nada existe, ya que al cuerpo que contiene a todos los cuerpos conviene la forma geométrica que contiene a todas las formas. El cuerpo está privado de todo movimiento, salvo por el de rotación sobre sí mismo, considerado por Platón como el más perfecto de los movimientos (*Timeo*, 32c-34b).

El alma del mundo preexiste al cuerpo, en cuanto el cuerpo se subordina a ella, y es formada por el Demiurgo no en base a elementos materiales, sino a partir de principios provenientes del mundo ideal. Del principio de lo *Uno* —lo indivisible, siempre igual a sí mismo—, y el de lo *Otro* —lo variable y divisible—, se valió el Demiurgo para la mezcla inicial que daría composición al alma. Es forzoso que esta mezcla se componga de dos principios, ya que si se tratara de uno solo, el pasaje de la unidad a la diversidad habría resultado imposible. La mezcla de lo *Uno* con lo *Otro* forma un tercer principio, que mezclado a su vez con los dos anteriores produce un cuarto componente. La suma de los cuatro términos ($1+2+3+4 = 10$) da como resultado la decena, que para Platón —debido a la influencia pitagórica— era expresión de la perfección y la completud de la totalidad del cosmos; por tanto no es de extrañar que la decena fuera la síntesis de la unión de las sustancias originarias.

El Demiurgo divide la mezcla resultante en dos bandas, cruzándolas en forma de X para luego unir las por los extremos formando dos círculos concéntricos. El círculo exterior corresponde al principio de lo *Uno*, y se desplaza de izquierda a derecha en relación al Ecuador, desplazando a las estrellas fijas en él. Platón atribuía a las estrellas forma esférica, con un movimiento de rotación sobre su eje, y otro de traslación siguiendo el círculo de lo *Uno*. Al círculo interior de las estrellas, donde predomina el principio de lo *Otro*, el Demiurgo le imprimió el movimiento de derecha a izquierda, en sentido opuesto al círculo mayor, siguiendo la diagonal del paralelogramo formado por el eje central del cosmos, el Ecuador y el propio círculo (*Timeo*, 36c-d).

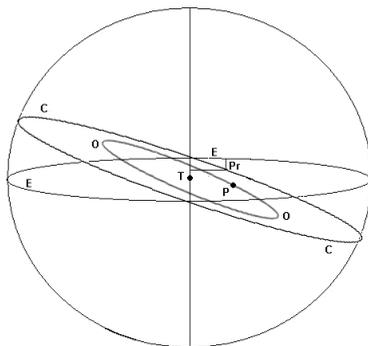


Figura 1. La esfera celeste. **T:** Tierra; **P:** planeta; **Pr:** paralelogramo; **O:** órbita planetaria; **E:** círculo externo (Ecuador, principio de lo Uno); **C:** círculo interno (principio de lo Otro).

Realizó luego otros siete círculos que siguen el movimiento de lo *Otro*, y se ordenan sobre la mezcla de dos progresiones; la primera de razón = 2: 1, 2, 4, 8; y la segunda de razón = 3: 3, 9, 27. Corresponden a los siete cuerpos celestes que por aquél entonces los griegos denominaban planetas: la Luna, el Sol, Venus, Mercurio, Marte, Júpiter y Saturno. Tanto el círculo interno como los siete círculos planetarios giran en torno a la tierra con movimiento circular y uniforme. La Tierra permanece inmóvil en el centro, y no cae debido al equilibrio que todas las partes del cosmos mantienen entre sí; el cosmos es esférico, y la tierra está situada en el centro, por lo que equidista de todos los puntos que le dan límite, de ahí su carácter inamovible. Sin embargo, Platón afirma que si bien la Tierra no se desplaza de lugar «está estrechamente unida y apretada en torno al eje que atraviesa el Todo, el Dios la ha dispuesto para que sea la guardiana y la protectora de la noche y del día» (*Timeo*, 40b-c).

Este fragmento ha dado lugar a varias interpretaciones, que han suscitado la polémica desde la antigüedad. Según la interpretación clásica de Cornford (1966) el movimiento de la Tierra en torno a su eje neutraliza el movimiento del universo, ya que de otro modo se suprimiría el efecto de la rotación. Por más que se mantenga en el mismo lugar del espacio absoluto, su posición relativa respecto a las estrellas fijas varía en cuanto gira en sentido inverso a la esfera, completando una vuelta por día. De más está acotar que una consideración como la de Cornford no se desprende directamente del texto del *Timeo*, pero corresponde dejar sentada la existencia del problema.

En cuanto a las velocidades de los siete astros, Platón propone una explicación que como ha señalado Mourelatos (1981), es parcial y de carácter programático, en cuanto oficia más como una sugerencia de problemas a ser abordados por los astrónomos posteriores que como un modelo completo y acabado. Mercurio y Venus orbitan a la misma velocidad que el Sol, mientras que la Luna, Marte, Júpiter y Saturno, mantienen velocidades distintas a la de los primeros tres y distintas entre sí. Sobre las diferencias en las velocidades planetarias se calculan el año y el mes, en cuanto un mes se cumple cuando la Luna alcanza al Sol en su revolución, mientras que un año corresponde al recorrido completo del Sol sobre su círculo. A su vez, cuando las ocho órbitas retornan a su punto inicial, se cumple lo que Platón llamaba *el gran año*, medida de la perfección del tiempo, en cuanto implica la vuelta del mundo a su estado inicial, con la coincidencia de los círculos de lo *Uno* y lo *Otro* (*Timeo*, 39b-40c).

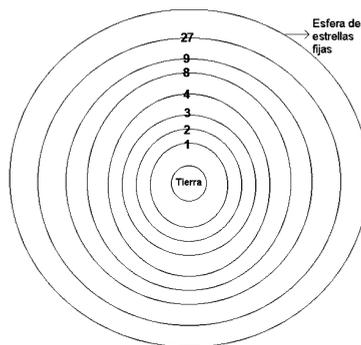


Figura 2. El ordenamiento planetario. 1: Luna; 2: Sol; 3: Venus; 4: Mercurio; 8: Marte; 9: Júpiter; 27: Saturno.

En el marco de esta explicación, Platón ensaya una hipótesis quizás destinada a explicar el movimiento retrógrado de algunos planetas: el círculo de lo *Uno* tiene supremacía sobre el movimiento de los otros círculos, por lo que los arrastra en dirección opuesta, y la resistencia generada por estos dos movimientos cambia la inclinación de los planetas respecto al Ecuador, convirtiendo sus órbitas en hélices que cambian constantemente su posición respecto del Ecuador (*Timeo*, 38e-39a). Cabe acotar la importancia de este pasaje. En primer término, muestra que ya para la época de Platón la astronomía griega se encuentra en un período de esfuerzo sistemático para atacar los movimientos anómalos de los planetas, es decir, aquellos que no encajan con los principios de uniformidad y circularidad. En segundo término, no deja de resultar llamativo encontrar un ensayo de explicación física del movimiento celeste, sobre todo en cuanto la tradición platónico pitagórica que marcará el desarrollo posterior de la astronomía se basará en la premisa de que el estudio de los cielos tiene como objetivo el introducir construcciones matemáticas aceptables para *salvar los fenómenos*.

En suma, existen en el cosmos platónico cinco velocidades orbitales: la que es común al Sol, Mercurio y Venus y las cuatro específicas de los cuatro astros restantes, que siendo diferentes entre sí, se ordenan de acuerdo a un principio ya insinuado en *República* (616c), según el cual la velocidad es inversamente proporcional a la circunferencia de la órbita, es decir que los planetas más cercanos a la tierra giran a mayor velocidad que los más lejanos. Recapitulando: la Luna orbita a una velocidad mayor que el Sol, Mercurio y Venus; estos tres orbitan a la misma velocidad, que a su vez es mayor que la de Marte, siendo la de Marte mayor a la de Júpiter y ésta mayor a la de Saturno (*Timeo*, 36d-39b).

En cuanto al sentido de la órbita, los planetas se desplazan de derecha a izquierda siguiendo el movimiento de lo *Otro*. Sin embargo, Platón afirma que a Mercurio y Venus el Demiurgo les dio un impulso tal que se desplazan en dirección contraria al Sol, alcanzándolo y siendo alcanzados por éste según una ley determinada (*Timeo*, 38c-d). Este pasaje a dado lugar a varias interpretaciones desde la antigüedad, en cuanto no es posible que Platón haya querido decir *literalmente* que Venus y Mercurio se desplazan en sentido opuesto al Sol, no solo porque un desplazamiento de este tipo rompe con el movimiento adscrito al principio de lo *Otro*, sino en cuanto iría en contra de las observaciones astronómicas más elementales ya disponibles en época de Platón, según las cuales Venus y Mercurio no sólo se desplazaban en el mismo sentido que el Sol, sino que se mantenían siempre cerca de este. ¿Qué significa entonces el *impulso opuesto* de Venus y Mercurio?. Haciendo un trabajo de compulsión y reorganización de

diferentes tradiciones interpretativas, B. L. Van Der Waerden (1992) propuso una tesis según la cual la explicación platónica de las órbitas de Marte y Venus alude a una teoría epicíclica desarrollada previamente en el marco de la tradición pitagórica, por lo que el impulso opuesto de ambos planetas corresponde al sentido de los epiciclos en que se desplazan⁷. Esta tradición interpretativa había sido anteriormente puesta en duda por T. Heath (1921) y N. R. Hanson (1978), manejando Heath la idea de que bajo la influencia de su discípulo Heráclides del Ponto, Platón habría considerado a Venus y Mercurio como satélites del Sol, lo que daría una imagen algo diferente del ordenamiento planetario del *Timeo*.

Asimismo, Hanson (1978) señaló que la astronomía platónica toma en cuenta que los planetas no están en el mismo plano que la Tierra, aunque no maneja la posibilidad de que las órbitas planetarias mantengan distintas inclinaciones sobre la eclíptica, es decir que no estén todas inscritas en el círculo de lo *Otro*. No obstante, a entender de Hanson Platón fue el primero en tomar debida cuenta de los movimientos *aberrantes* —no circulares y uniformes— de los planetas, aunque se habría dedicado más a lidiar con anomalías conocidas que a buscar nuevas dificultades.

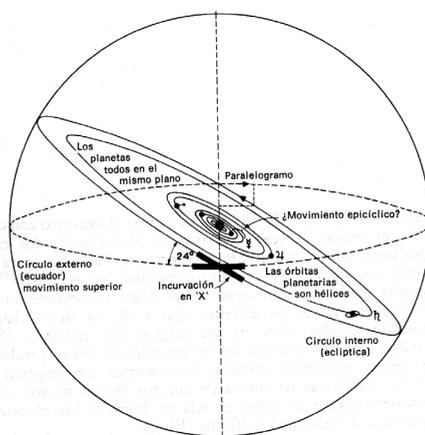


Figura 3. El modelo cosmológico (en Hanson, 1978).

V. Teoría de los poliedros

La sustancia utilizada por el Demiurgo para crear el mundo sensible se divide en cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego. Platón consideraba erróneos los intentos de los presocráticos de explicar a partir de uno de ellos el origen de los restantes (*Carta VII*, 343e), por ello no considera irreductibles a los elementos, sino que introduce la noción de un principio contenido en todos los cuerpos, que sostiene los cambios constatados en ellos. Este principio no es material, sino de orden geométrico, ya que aire, fuego, agua y tierra están compuestos de partículas indivisibles, a las que llega Platón razonando de la siguiente forma: todos los cuerpos poseen profundidad —tienen volumen, son tridimensionales—, y todo lo que tiene volumen tiene también superficie, por lo que todos los cuerpos constan de superficies que conforman volúmenes (*Timeo*, 53c). A su vez, toda superficie situada sobre un plano puede

⁷ Para un tratamiento detallado de la teoría de los epiciclos, véase en este mismo volumen el artículo de Cristián C. Carman, «La teoría planetaria de Claudio Ptolomeo» (*comps.*).

ser dividida en triángulos, y por último, todos los triángulos posibles pueden ser seccionados hasta reducirlos a dos tipos: el rectángulo isósceles y el rectángulo escaleno; por lo que éstos dos triángulos conformarían la estructura última de la realidad (*Timeo*, 53d-54b). Al igual en el diseño del Universo, el Demiurgo crea los triángulos elementales que componen los cuerpos a tomando como modelo los triángulos ideales (*Timeo*, 56c).

En este punto, el objetivo de la investigación platónica consiste en descomponer las estructuras más generales —compartidas por todos los cuerpos— e inmediatas —ya que son las primeras que conocemos— de la materia, empezando por el volumen y pasando luego a la superficie, hasta llegar a una estructura que ya no pueda ser reducida a otra. Podemos establecer que la estructura última está compuesta por estos dos triángulos —rectángulo escaleno e isósceles— desde el momento en que una vez que dividiendo cualquier superficie obtenemos alguno de los dos, y podemos seguir efectuando divisiones que reproduzcan de modo invariante el triángulo obtenido (*Timeo*, 54c-d), por lo que éste tendría el carácter irreducible que le fue negado respectivamente a los elementos, al volumen y a la superficie.

Si los cuerpos —que son tridimensionales— están formados de triángulos —que son bidimensionales— debe haber un tipo de entidades que permitan explicar con precisión el pasaje de los triángulos a los cuerpos, más claramente el pasaje de la superficie a la profundidad. Estas deben al mismo tiempo ser tridimensionales y estar conformadas por triángulos, requisitos que cumplen únicamente los cinco poliedros regulares, sólidos tridimensionales cuyas caras están compuestas de planos equiláteros. Estos son el tetraedro —4 caras triangulares—, el cubo —seis caras cuadradas—, el icosaedro —20 caras triangulares—, el octaedro —8 caras triangulares—, y el dodecaedro —12 caras pentagonales— (*Timeo*, 54d-55c). Los poliedros ofician como corpúsculos tridimensionales mínimos —son la mínima estructura que se puede obtener con tres dimensiones— que componen los elementos, de modo que las diferencias en la composición de los poliedros explican las diferencias entre tierra, fuego, aire y agua.

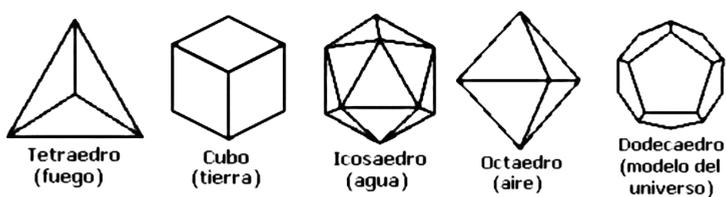


Figura 4. Los poliedros regulares.

De este modo, los corpúsculos cúbicos forman la tierra, ya que el cubo se compone de triángulos —rectángulos isósceles— distintos a los de los otros poliedros —rectángulos escalenos— y esto explica porque la tierra no puede transformarse en ninguno de los otros tres elementos. Además, la tierra es el más sólido de los cuatro cuerpos, y el cubo es el que tiene la base más estable entre los cuatro poliedros; de esta forma quedan el cubo y sus respectivos triángulos isósceles rectángulos identificados como sustrato de la tierra (*Timeo*, 55d-56a).

Para los tres elementos restantes el criterio es el siguiente: cuanto menor número de bases tiene un poliedro, mayor movilidad posee; por lo que al elemento más móvil —más volátil— le corresponderá el poliedro con menor número de caras. El fuego —considerado como el elemento de mayor volatilidad— queda así identificado con el poliedro de menos

caras, el tetraedro (4). Al agua, considerada como elemento menos móvil de los tres, le corresponde el poliedro de mayor número de caras, el icosaedro (20), y en un lugar intermedio se sitúa el aire, identificándose con el octaedro (8 caras) (*Timeo*, 56a-c).

Queda por último el dodecaedro, a quien Platón no lo identifica con ningún elemento, asignándole de modo muy poco claro la función de ser el modelo a partir de cual el Demiurgo diseñó el Universo (*Timeo*, 55c), por lo que la esfera celeste podría tener origen en el quinto sólido (Crombie, 1979/ Zeyl, 2009). Seguramente la primera de las muchas interpretaciones de este pasaje haya sido la de Filipo de Opunte, más que probable autor del diálogo apócrifo *Epinomis*, antiguamente atribuido a Platón. Según el *Epinomis*, el dodecaedro corresponde al *éter*, quinto elemento que da base en principio a la materia celeste (*Epinomis*, 982a). Una interpretación divergente recién parece tomar forma en el s. II de nuestra era, cuando el neoplatónico Albino identifica al dodecaedro con el modelo general del universo y asimila sus doce caras con las doce constelaciones del zodiaco (Whittaker, 1974).

Como se señaló, los cinco poliedros tienen en común el hecho de que pueden ser triangulados, es decir que seccionando sus caras pueden obtenerse triángulos. Las caras del tetraedro, (4) el octaedro, (8) y el icosaedro (20) están compuestas de triángulos equiláteros, por lo que el procedimiento se lleva a cabo seccionando cada equilátero a la mitad, de lo que resultan dos triángulos rectángulos escalenos; luego se traza una línea desde el vértice formado por la hipotenusa con el cateto menor de uno de los escalenos hasta la hipotenusa del otro, —y viceversa— obteniendo así 6 rectángulos escalenos (ver figura 5).

En el caso del cubo (6 caras) con una división basta, ya que trazando las dos diagonales de los cuadrados que conforman cada cara se obtienen los triángulos rectángulos isósceles. En el caso de tetraedro, dividiendo de esta manera los triángulos que conforman cada una de sus cuatro caras se obtienen seis triángulos rectángulos escalenos, por lo que la estructura básica del tetraedro, y por tanto del fuego, estaría compuesta por 24 triángulos rectángulos escalenos (seis por cara). Finalmente para el dodecaedro, poliedro de 12 caras pentagonales, no triangulares, Platón no introduce ningún procedimiento de triangulación, aumentando aún más la incertidumbre ya mencionada respecto del papel del quinto sólido en el sistema.

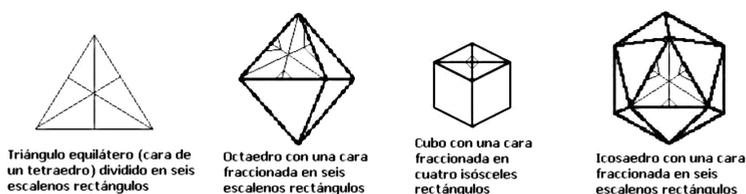


Figura 5. La triangulación de los poliedros.

El octaedro, estructura básica del aire, está compuesto de ocho caras en forma de triángulos equiláteros, de cada una de las cuales se obtienen igualmente seis rectángulos escalenos, por lo que el octaedro está compuesto de 48 rectángulos escalenos. Igualmente el icosaedro —20 caras conformadas por triángulos equiláteros— sustrato del agua, se conforma de seis triángulos rectángulos escalenos por cara, lo que a razón de 20 caras da un total de 120 rectángulos escalenos. En cuanto al cubo, sustrato de la tierra, que se compone de cuatro triángulos isósceles —no escalenos como en los tres poliedros anteriores— por cada una de las seis caras, da un total de 24 triángulos rectángulos isósceles.

Desde el momento en que el agua, el aire y el fuego están compuestos por el mismo tipo de triángulo —rectángulo escaleno— es posible que cada uno de estos elementos se convierta en el otro (*Timeo*, 56d-57b). El pasaje, por ejemplo, del fuego al aire se produce por una redistribución de los triángulos que en el fuego conformaban un tetraedro, los cuales al convertirse en aire se reagrupan formando un octaedro. Esto quiere decir que de un cuerpo de agua compuesto por 120 triángulos se pueden obtener dos cuerpos de fuego de 48 triángulos cada uno (suman 96) y uno de fuego con 24 triángulos ($24 + 96 = 120$). Análogamente, de la reunión de 5 cuerpos de fuego ($24 \times 5 = 120$) se puede obtener uno de agua, y del mismo modo con todas las combinaciones posibles. Esto vale para aire, fuego, agua y sus respectivos poliedros, pero no para el cubo, ya que los triángulos rectángulos isósceles que lo componen no pueden formar ninguno de los otros tres poliedros, por esto es imposible que la tierra pueda transformarse en alguno de los otros tres elementos (*Timeo*, 56d).

En el caso de los triángulos isósceles rectángulos que conforman el cubo, podemos establecer que cada uno de sus catetos = 1. No se trata de un «centímetro» o una medida geométrica cualquiera; sino de una abstracción matemática efectuada por Platón partiendo del hecho de que estos triángulos constituyen la estructura última de la materia, y que por tanto sus lados deben corresponder a una unidad indivisible, irreductible a otra cosa. Si los catetos de los isósceles que conforman el cubo valen 1, entonces, de acuerdo al teorema de Pitágoras, la hipotenusa valdrá:

$$\sqrt{1+1}$$

El número resultante es la raíz cuadrada de $2 = 1,414213562373\dots$ Se trata de un número irracional, que daría medida a la hipotenusa de los isósceles constitutivos del cubo. Los otros cuatro poliedros están constituidos por triángulos escalenos, de los cuales podemos igualmente tomar 1 como medida del cateto menor y 2 como medida de la hipotenusa, de aquí que la del restante cateto equivalga a la raíz cuadrada de 3: $1,732050807568877\dots$ En ambos casos aparecen números irracionales incluidos en los triángulos que conforman el sustrato último de la realidad. Cabe recordar que el descubrimiento de los irracionales había provocado una aguda crisis en la escuela pitagórica, afectando seriamente la concepción del número como ente perfecto y mensurable por definición, y marcando por tanto una fuerte deficiencia en el intento pitagórico de construir una cosmología —además de una ética y una física— de base matemática (*Leyes*, 819d-820c; Farrington, 1957). En este sentido puede verse a la teoría de los poliedros de Platón como un intento de esclarecer el lugar ocupado en el cosmos por esas nuevas realidades matemáticas, los números irracionales, confinándolos al mundo sensible.

Con 26 siglos de conocimiento científico generado desde la época de Platón hasta la fecha, es natural que hoy en día las teorías expuestas en el *Timeo* parezcan una serie de metáforas arbitrarias, un juego antojadizo que interpola asistemáticamente astronomía, geometría, física, aritmética y mera imaginación. No es extraño encontrar referencias al platonismo como una poderosa fuente de estancamiento del progreso científico. Arthur Koestler habló de una *cosmología surrealista* (Koestler, 1986: 36), y George Sarton se refirió a la «inmoderada e irracional matematización platónica de todas las cosas.» (Sarton, 1965: 356), que convertía al *Timeo* en un ejemplo cabal de *mala ciencia*, afirmando que dado su estilo críptico y el carácter cuasi divino que se le atribuyó por siglos, se trata de una de las obras de influencia más perjudicial de la historia intelectual de Occidente.

Cabe señalar que visiones de esta clase parten por lo menos de dos premisas erróneas. Primero, el habitual error historiográfico de evaluar los méritos de las teorías del pasado en función del conocimiento científico del presente. Bajo esta premisa, no podemos afirmar otra cosa que la absoluta falsedad de los modelos platónicos tanto en física como en astronomía. Pero si esa falsedad surge como resultado automático de la asunción de la verdad de las teorías que hoy aceptamos, bastaría que éstas pudieran ser razonablemente puestas en duda o declaradas falsas para que la interpelación de las teorías del pasado realizada en estos términos perdiera sentido. Por esto, solo podemos juzgar los méritos absolutos de las teorías del pasado en función de las teorías del presente si asumimos como absolutamente verdaderas estas últimas; asunción difícil de sostener en función de lo que muestra la historia del conocimiento científico.

En segundo término, sólo puede considerarse al platonismo como un obstáculo para el desarrollo del conocimiento científico si se desconoce o minimiza su influencia en algunos de los períodos más sobresalientes de la historia de la ciencia. Puede señalarse la fuerte influencia de la tradición platónico-pitagórica en el fructífero desarrollo de la matemática griega del período helenístico, particularmente en la obra de Euclides, y en astronomía en la obra de Claudio Tolomeo. Asimismo, en el desarrollo de la revolución copernicana, es relevante la influencia de Platón y del platonismo en algunos de sus participantes más connotados, como ser los casos de Copérnico, Kepler y Newton, descontando que la influencia en Galileo de la tradición platónico-pitagórica pueda resultar objeto de controversia⁸. Toulmin y Goodfield (1963) señalaron que el proceso de matematización de la física moderna dado a partir de Galileo es en cierta medida una realización de los ideales de Platón. En otro orden Lloyd (2007), ha señalado que el *Tímeo* posee una importancia decisiva en el desarrollo histórico de la química moderna, a través de su influencia en los fundamentos de la temprana alquimia.

Finalmente uno de los físicos más destacados del XX, Werner Heisenberg, supo señalar en la doctrina platónica el antecedente de uno de los más importantes descubrimientos de la ciencia contemporánea: la imposibilidad de expresar la constitución última de la materia en un lenguaje que no sea el matemático:

Creo que en este punto la física moderna se ha decidido definitivamente por Platón. Porque realmente las unidades mínimas de la materia no son objetos en el sentido ordinario de la palabra; son formas, estructuras o ideas —en el sentido de Platón— de las que sólo puede hablarse sin equívocos con el lenguaje matemático (Heisenberg, 1974: 182).

VI. Bibliografía

Aristóteles (1973), *Obras*, Madrid, Aguilar.

Cícero (1951), *De Finibus bonorum et malorum*, Londres, The Loeb Classical Library, Harvard University Press/ William Heinemann, Ed. H. Rackham.

8 Véase en este mismo volumen los artículos de Cristián C. Carman, «La teoría planetaria de Claudio Ptolomeo», Marina Camejo, «Conceptos fundamentales de la teoría copernicana», Inmaculada Perdomo Reyes, «J. Kepler (1571-1630): la creatividad y el rigor en la búsqueda de la armonía del mundo», y Godfrey Guillaumin, «Galileo Galilei. Evidencia experimental matemáticamente analizada en la Filosofía Natural de principios del siglo XVII» (*comps.*).

- Cornford, F. (1966 [1937]), *Plato's cosmology: the Timaeus of Plato translated with a running commentary*, Londres, Routledge & Kegan Paul.
- Crombie, I. (1979 [1962]), *Análisis de las doctrinas de Platón*, Madrid, Alianza.
- Duhem, P. (1969 [1908]), *To Save the Phenomena*, Chicago-Londres, University of Chicago Press.
- Evans, J. A. (2005), *The Emperor Justinian and the Byzantine Empire*, Westport, Greenwood Press.
- Farrington, B. (1957 [1953]), *Ciencia Griega*, Buenos Aires, Hachette.
- Finley, M. (s/f [1963]), *Los griegos de la antigüedad*, Barcelona, Labor.
- Fraile, G. (1971), *Historia de la Filosofía*, Madrid, BAC.
- Gregory, A. (1996), «Astronomy and observation in Plato's *Republic*», en *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 27, N^o. 4.
- Hanson, N. R. (1978 [1973]), *Constelaciones y conjeturas*, Madrid, Alianza.
- Hare, R. M. (1991 [1982]), *Platón*, Madrid, Alianza.
- Heath, Th. (1921), *A History of Greek Mathematics*, Oxford, Oxford University Press.
- Heisenberg, W. (1974 [1971]), *Más allá de la física*, Madrid, BAC.
- Hicks, R. D. (1965 [1925]), *Diogenes Laertius: Lives of Eminent Philosophers*, Massachusetts/ London, The Loeb Classical Library, Cambridge, Harvard University Press/ William Heinemann, 2 v.
- Johansen, Th. K. (2008), «The Timaeus and The Principles of Cosmology», en Fine, G. (ed.), *The Oxford Handbook on Plato*, Oxford, Oxford University Press.
- Kirk, C.; Raven, J. (1987 [1957]), *Los filósofos presocráticos*, Madrid, Gredos.
- Koestler, A. (1986 [1959]), *Los sonámbulos*, Barcelona, Salvat.
- Lloyd, D. R. (2007), «The Chemistry of Platonic Triangles: Problems in the Interpretation of the Timaeus», en *International Journal for Philosophy of Chemistry*, v. 13, n^o 2.
- Melogno, P. (2008), *Platón y Euclides: pilares de la tradición matemática griega*, Montevideo, CEBA.
- Mourelatos, A. (1981), «Astronomy and kinematics in Plato's project of rationalist explanation», en *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 12, n^o 1.
- Plato, *Timaeus* (1952), London, The Loeb Classical Library, Harvard University Press/ William Heinemann, Ed. R. G. Bury
- Platon (1972), *Obras Completas*, Madrid, Aguilar.
- Plutarch (1952), *The Lives of the Noble Grecians and Romans*, Chicago, Encyclopaedia Britannica/ William Benton.
- Plutarch (1959), *On Exile*, The Loeb Classical Library, Cambridge, Massachusetts/ London, Harvard University Press/ William Heinemann.
- Popper, K. (1979 [1963]), *El desarrollo del conocimiento científico. Conjeturas y refutaciones*, Buenos Aires, Paidós.
- Proclus de Lycie (1948), *Les Commentaires sur le premier Livre des Elements D'euclide*, Paris, Abel Blanchard.
- Reale, G. (2003 [1997]), *Por una nueva interpretación de Platón*, Barcelona, Herder.
- Ross, D. (1997 [1951]), *Teoría de las ideas de Platón*, Madrid, Cátedra.
- Sarton, G. (1965 [1952]), *Historia de la Ciencia*, Buenos Aires, Eudeba.
- Simplicius, *On Aristotle's On the Heavens*, II, 12, 292b10, en <<http://www.calstatela.edu/faculty/hmendel/Ancient%20Mathematics/Philosophical%20Texts/Astronomy/Simplicius%20InDeCael.pdf>>.
- Toulmin, S.; Goodfield, J. (1963 [1961]), *La trama de los cielos*, Buenos Aires, Eudeba.
- Tucidides (1988), *Historia de la Guerra del Peloponeso*, Madrid, Cátedra.
- Van Der Waerden, B. L. (1992), «The motion of Venus, Mercury and the Sun in early greek astronomy», en *Archive for History of Exact Science*, v. 26, n^o 2.
- Whitaker, J. (1974), «Parisinus Graecus 1962 and the Writings of Albinus», en *Phoenix*, 28, 3.
- Zeyl, D. (2009), «Plato's Timaeus», en *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <<http://plato.stanford.edu/entries/plato-timaeus/>>

2. Ciencia y método en Aristóteles

I. Breve biografía de Aristóteles

Aristóteles nació en Estagira (Macedonia) en el año 385/4. Nicómaco, su padre, oficiaba como médico del padre de Filipo de Macedonia, el rey Amintas III, que se decía descendiente de la familia de los Aselepíades, una de las dinastías médicas supuestamente descendientes de Asclepios. En su infancia debió Aristóteles estar ligado a la corte macedonia y a la vida palaciega.

En el 367/6, cuando tenía diecisiete años, se trasladó a Atenas sin perder la ciudadanía de Estagira, donde ingresó en la Academia platónica para estudiar. Platón debía tener unos cincuenta años por aquel entonces, y Aristóteles se convirtió en uno de sus discípulos más brillantes («el lector» le llamaba Platón) y en su mayor crítico. Allí colaboró en la enseñanza y escribió algunos diálogos a la manera platónica, de los que quedan unos pocos fragmentos: *Gryllos* o *De la Retórica*.

En el 347 muere Platón, que había designado a su sobrino Espeusipo como sucesor en la dirección de la Academia y Aristóteles la abandona y se dirige a Asso (Eólida) acompañado de Jenócrates y Teofrasto. Allí, donde trabajaban algunos platónicos, se convierte en consejero político y amigo del tirano Hermias de Atarneia, con cuya sobrina, Pítia, se casará más tarde. Bajo su influencia, Hermias suavizó su política reformando su constitución. Paralelamente, Aristóteles fundó una escuela de carácter marcadamente científico, sobre todo en el campo de la investigación biológica.

Tres años más tarde se traslada a Mytilene de Lesbos, inducido por el mismo Teofrasto, donde enseñó hasta el año 343/2, momento en el que es invitado por Filipo de Macedonia a aceptar el cargo de preceptor de su hijo Alejandro, el heredero del trono. Trató Aristóteles de convertir al futuro rey en un verdadero griego, pero Alejandro tendrá una visión política imperialista al modo oriental, incompatible con los ideales griegos de libertad, autonomía y ciudadanía.

En Pela, corte del rey de Macedonia, Aristóteles tiene noticias del trágico fin de Hermias, sometido a tortura y luego crucificado por haber conspirado con Filipo II de Macedonia contra los persas. La aflicción que le causó queda de manifiesto en la inscripción y el bello himno que compuso Aristóteles a su muerte. Cuando muere Filipo (335-334), Alejandro sube al trono y Aristóteles regresa a Atenas donde funda El Liceo o Peripatos (especie de

peristilo o galería cubierta donde se discutía y se paseaba, que estaba situado cerca del santuario de Apolo Licio). Allí ejerció sus propias enseñanzas durante trece años separado ya del platonismo de la Academia.

En el Liceo se creará por primera vez una de las más importantes bibliotecas en las que se recopilaban los más diversos temas: investigación histórica, historiografía filosófica, obras científicas sobre biología, física, etcétera.

A la muerte de Alejandro, en el 323, en Atenas se produce una reacción antimacedónica, y como Aristóteles estaba ligado con la monarquía de Macedonia, se le amenaza con un proceso de impiedad, acusándole de haber inmortalizado a Hernias en el himno que le compuso a su muerte. Temiendo correr la misma suerte que Sócrates, Aristóteles huyó de Atenas para refugiarse en Calcis de Eubea, lugar de nacimiento de su madre y donde se hallaba su propiedad familiar. Allí, una supuesta afección estomacal puso fin a su vida al año siguiente, cuando tenía sesenta y tres años de edad.

Consciente de su muerte, dejó un testamento (conservado por Diógenes Laercio, 2007) en el que deja a su familia (su hija Pytias, su hijo Nicómaco y su segunda mujer Herpillis) bajo la protección de Antipáter, lugarteniente de Alejandro, y a Teofrasto la dirección del Liceo. A la hija de su primer matrimonio la entrega en nupcias a su ahijado Nicanor, hijo del tutor que tuvo (Próxeno) cuando murieron sus padres. Aristóteles pide también que no se venda a sus esclavos y que se los libere en la edad adulta.

II. La obra de Aristóteles

Los escritos de Aristóteles pueden ser divididos en dos grupos:

1. Las «obras exotéricas»

Perdidas en los primeros siglos de la era cristiana, fueron publicadas por Aristóteles y literariamente eran diálogos similares a los de Platón. Tenemos constancia de alguno de los títulos de estas obras: *Eudemo o Del Alma*; *Protréptico*; *Gryllos o De la Retórica (contra Isócrates)*; *Sobre la Justicia*.

2. Los «escritos esotéricos»

Se trata de una serie de manuscritos, notas que probablemente Aristóteles utilizaba en sus cursos en el Liceo. Son los únicos que se han conservado, recopilados y ordenados por el último escolarca, Andrónico de Rodas. En la actualidad seguimos la ordenación y los títulos que les dio este último y listamos, a continuación, las obras según el sistema seguido por Bekker (1831-1870): *Organon*, *De la Interpretación*, *Primeros Analíticos* (dos libros), *Segundos Analíticos* (dos libros), *Tópicos* (ocho libros), *Refutaciones de Sofismas*, *Física* (ocho libros), *Tratado del Cielo* (cuatro libros), *De la Generación y de la Corrupción* (dos libros), *Metereológicos* (cuatro libros), *Tratado del Alma* (tres libros).

Tratados biológicos: *De la sensación*, *De la Memoria y del Recuerdo*, *De la interpretación de los sueños*, *De la respiración*, *De la Juventud y de la Vejez*, *De la longevidad y de la brevedad de la Vida*, *De la Vida y de la muerte*.

Historia de los Animales (diez libros), *De las partes de los animales*, *Del movimiento de los animales*, *De la marcha de los animales*, *De la generación de los animales* (cinco libros), *Problemas* (treinta y ocho libros), *Sobre Jenófanes*, *Meliso y Gorgias*, *Metafísica* (catorce libros), *Ética a Nicómaco* (diez libros), *Ética a Eudemo* (cuatro libros), *Gran ética*, *Política*

(ocho libros) *Económica* (dos libros), *Retórica* (tres libros), *Poética* (falta la segunda parte, sobre la comedia), *La Constitución de Atenas*.

III. La ciencia aristotélica

La ciencia, *episteme*, es un modo de saber diverso de otros tipos de saberes, que se caracteriza por su aspiración a formular rigurosamente las leyes que rigen los fenómenos, y a propiciar no sólo una descripción y explicación de los mismos, sino una predicción sobre su comportamiento futuro. Actualmente, casi todos nosotros tenemos alguna vaga noción de aquello a lo que denominamos ciencia, y distinguimos sus distintas ramas, por el ámbito al que se aplican estos conocimientos y por sus distintos métodos, formas de experimentación y verificación. Sin embargo, evidente para nosotros, no lo era en tiempos de Platón y Aristóteles.

El ideal de ciencia y la única *episteme* aceptada, para Platón y la Academia, lo cumplían estrictamente las matemáticas y la geometría, pues aunque ambas necesitan de imágenes sensibles para construirse en la razón, sin embargo, lo sensible mismo (sujeto al cambio y esencialmente cualitativo y heterogéneo) era sustraído de la investigación, que únicamente permitía como supuestos evidentes o *hypotheséis*, aquellos a los que se accedía por la pura intuición, sin intervención de la experiencia sensible.

El conocimiento del mundo sensible caía bajo los dominios de la *doxa*, la mera opinión, debido a que su ámbito de referencia gnoseológico (el conocimiento de lo sensible) venía determinado por su nivel ontológico, en este caso, el de ser meras copias del mundo de las ideas, y por ello mismo, un pseudo-ser.

Aristóteles fue, sin duda, un pensador independiente y pionero en su época. No sólo rehabilitó el conocimiento de los fenómenos naturales. También fue el primero en elaborar una teoría de la ciencia y en propiciar una satisfactoria autarquía a sus distintas ramificaciones en disciplinas diferentes. Esto constituyó una absoluta novedad en la Grecia Clásica, en la que aun regía un ideal de ciencia única (no desligada de la filosofía), especulativa y universal, cuyos primeros principios, aplicados con rigor, podrían explicar la totalidad de lo existente.

Aún habiéndose formado en la academia platónica, en la que llegó a ser uno de sus más aventajados alumnos, Aristóteles no aceptó el dualismo ontológico de su maestro, por el cual se establecía un *Chorismos* (una separación radical, un abismo) entre el mundo sensible del devenir que podemos observar y conocer a través de la experiencia (*empeiría*) y el mundo de las ideas, conocido por intuición racional y por reminiscencia (*anamnesis*). El verdadero objeto del conocimiento para Platón era lo universal (el *eidos*), y concebía a éste como existente por sí y separado ontológicamente del mundo sensible, que sólo tenía existencia en tanto que copia del mundo de las ideas⁹. Para Aristóteles, estos universales (que definen *qué* es la cosa, esto es: los rasgos esenciales e imprescindibles mediante los cuales podemos reconocer, delimitar y definir cualquier ser) no tienen existencia separada de las entidades a las que se refieren. Antes bien, son inherentes a las cosas. Por este motivo, nuestro conocimiento de la realidad siempre ha de partir de las cosas mismas, comenzando a formarse en primer lugar de la percepción (*aísthesis*). A partir de ésta, el hombre y otros animales pueden formarse un conocimiento momentáneo y fugaz para desenvolverse con eficacia en el mundo. El innatismo se da en la conducta, no en el conocimiento, como afirmaba Platón.

9 Véase en este mismo volumen el artículo de Pablo Melogno, «Astronomía y Física en Platón» (*comps.*).

Las percepciones pueden quedar registradas o grabadas en la memoria (*mneme*), de manera que podamos formarnos una noción o esquema muy general y rudimentario de lo allí almacenado, algo así como un *boceto* esquemático, cuya función consiste en unificar el caos de lo dado en la sensación bajo una misma y única experiencia (*empeiria*). A partir de esta experiencia ya unificada, podemos entonces abstraer y llegar a los conceptos universales.

De la percepción surge el recuerdo y de los recuerdos repetidos de lo mismo surge la experiencia, pues una multitud numérica de recuerdos constituye una única experiencia. De la experiencia, en que el universal entero ha alcanzado su reposo en el alma como una unidad distinta de los muchos e idéntica en todos sus casos particulares, proviene el principio de la técnica y de la ciencia (Aristóteles, *Segundos Analíticos*, 1964, II, 100-103).

El concepto universal (*katholou*), no obstante, siempre pertenece a las cosas singulares y concretas, y no tiene existencia objetiva separada de las cosas mismas. Se trata de una noción abstracta, formada en nuestro pensamiento al ir despojando de todas las cualidades y atributos superfluos a lo unificado en nuestra experiencia. El pensamiento «ve» el esquema bajo el cual se agrupan las impresiones sensibles. Se trata, por lo tanto, de un proceso cognoscitivo que necesita de la experiencia como condición de posibilidad.

Ahora bien, ¿qué clases de saberes podemos diferenciar y qué caracteriza a ese tipo de conocimiento denominado ciencia? La filosofía nace de nuestra relación con el mundo, de nuestro asombro como espectadores conscientes del devenir. Es el asombro el que nos lleva a preguntarnos por las cosas, sus procesos y por nuestro lugar en esta compleja urdimbre. Poseer cultura es, precisamente, hacer uso del asombro con sutileza y discernimiento. Algo así como ser poseedores de un buen juicio combinado con un sano sentido común.

La ciencia, no obstante, no es sinónimo de cultura, porque añade un requisito imprescindible para que pueda definirse como tal: ha de proporcionar un conocimiento verdadero y objetivo, independiente del ámbito al que se aplique. Así, podemos hacer una primera división de las ciencias:

- *Episteme poietike o techne*: las diferentes artes y oficios orientados a la producción. Su fin (*telos*) está subordinado a la producción o fabricación de algo según unas reglas o principios. Medicina, arquitectura, escultura, o la retórica son saberes productivos regidos por un principio de utilidad.
- *Episteme praktike*: se trata del saber práctico, de aquel que configura el territorio de la ética y la política. Como tales, no buscan una finalidad externa a sí misma, siendo ellas mismas su propio fin: comportarse individual o colectivamente de una manera adecuada y bella.
- *Episteme theoretike (ciencia teórica)*: cuyo objeto de saber es puramente teórico o especulativo. Este tipo de saber no busca producir algo, ni tiene como finalidad optimizar y regular nuestra conducta. Es por lo tanto, el único saber desinteresado y deseable por sí mismo. Buscamos en este caso el conocimiento como un fin en sí mismo, independientemente de su posible aplicación o de su ulterior utilidad.

Aristóteles nos da algunas notas características que ha de cumplir la ciencia teórica:

- Ha de proporcionar un saber general.
- Sus nociones y conceptos han de ser más exactos y objetivos que en otras ramas del saber.
- Su conocimiento ha de ser transmisible y capaz de evidenciar la estructura (las causas) de los fenómenos a los que se aplica.
- Ha de ser demostrable en sí, independientemente de sus resultados o aplicaciones.

- Su saber ha de mostrar con claridad los primeros principios (*archai*) sobre los que se fundamenta cada ciencia.

El saber teórico es, por todo lo dicho, el que presenta un mayor grado de autonomía y autoridad, comparado con aquellos saberes orientados a la producción y la utilidad. Ahora bien ¿qué son esos primeros principios a los que ha de llegar la *episteme theoretike* y cómo podemos acceder a ellos? Contestar a esta pregunta requiere dilucidar cómo podemos reconocer lo universal y común en la multiplicidad fenoménica y cómo podemos demostrar (*apódeixis*) que algo es y se comporta como decimos. En los *Analíticos Primeros*, Aristóteles desarrollará una teoría de la ciencia deductiva (o demostrativa) de la que más tarde surgirá su lógica formal o silogística.

Para poder hacer ciencia necesitamos razonar y argumentar de una manera correcta. El punto de partida de nuestros razonamientos ha de ser verdadero, indubitable, necesario y tener un carácter universal. Para ser tomados como *premisas*, los axiomas o primeros principios deben ser evidentes por sí mismos, y estar libres de la necesidad de ser demostrados a partir de otros principios. Aristóteles postuló la necesidad de un «comienzo» de todo saber. La cadena de principios que han de ser demostrados no puede proceder *ad infinitum*, pues careceríamos de un punto de partida sólido y fiable sobre el que construir la serie de premisas y silogismos bien formados que establece en su lógica.

Los primeros principios o los axiomas (*axiomata*) han de ser más inteligibles que lo que puede ser demostrado mediante ellos. Su conocimiento no ha de provenir directamente de la percepción, sino de una intuición racional, pura, que puede equipararse al *nous* de Platón. Además, los axiomas deberán ser anteriores a la conclusión, ya que tienen que determinar la estructura y la causa de ésta.

Son estos principios más universales los que contienen en potencia la conclusión y constituyen el punto de partida de la demostración que convertirá nuestra mera constatación inicial en un saber científico definitivo. Por eso, las premisas son anteriores y mejor conocidas que la conclusión. No sólo la implican, sino que también la explican. Son causas o explicaciones de la conclusión. Todo saber, y en especial el saber científico, es un saber causal o explicativo. Por ello no cualquier deducción a partir de premisas verdaderas, primeras e inmediatas constituye una demostración. Las premisas de la demostración deben expresar el porqué del qué expresado en la conclusión, deben expresar la causa o explicación del hecho expresado en la conclusión. La labor de la ciencia no consiste tanto en descubrir nuevas verdades, cuanto en explicar de un modo causal y necesario las verdades que ya previamente conocíamos por experiencia (Mosterín, 2007, 200-2001).

Ahora bien, las reglas de la ciencia deductiva tratada en los *Analíticos Posteriores*, no pueden, sin más, «importarse» a otros tipos de saberes, como por ejemplo a aquellos que han de explicar los fenómenos naturales o físicos. La ciencia demostrativa es un ideal metodológico que puede aplicarse con rigor a cierta clase de saber teórico: las matemáticas (aritmética y geometría). Esto es posible porque la matemática no trata con entidades substanciales y vivas, sino con el concepto de cantidad abstraído de las cosas concretas a las que se refiere; es decir, trata de la cantidad, discreta o continua, considerada en sí misma¹.

También la teología es considerada una ciencia teórica, junto con la matemática y la Física. Como veremos más adelante, al estudiar la Física aristotélica, la teología se convierte en la condición de posibilidad de las demás ciencias, pues retrotrae su objeto de estudio a

1 Véase en este mismo volumen el artículo de Pablo Melogno, «Los Elementos de Euclides y el desarrollo de la matemática griega» (*comps.*).

la causa primera en la jerarquía de las causas: el Proton kinoun akineton, el primer motor inmóvil, el punto de anclaje de todo principio y de todo ser; primer principio, eterno e inmóvil sobre el que reposan el resto de los principios que podemos conocer observando el mundo del devenir.

La necesidad de un comienzo del «saber» conlleva, en el plano de la existencia, la necesidad de un comienzo del ser no en un sentido temporal (pues el primer principio es eterno), sino ontológico y lógico. Podríamos decir, incluso, que la aplicación del ideal metodológico deductivo hace necesario postular a Dios (un Dios muy diferente de las religiones monoteístas posteriores) como punto de arranque de todo el cosmos conocido y de toda posibilidad de conocimiento.

También la metafísica es especulativa. Pero no vamos a resolver ahora si trata de entes inmóviles y separados, aunque está claro que algunas ramas de las matemáticas los consideran en cuanto inmóviles y separados. Y, si hay algo eterno e inmóvil y separado, es evidente que su conocimiento corresponde a una ciencia especulativa, pero no a la física (pues la Física trata de ciertos seres movibles) ni a la Matemática, sino a otra anterior a ambas. Pues la Física versa sobre entes separados, pero no inmóviles, y algunas ramas de la Matemática, sobre entes inmóviles, pero sin duda no separables, sino implicados en la materia. En cambio, la Ciencia Primera versa sobre entes separados e inmóviles. Ahora bien: todas las causas (aitiai) son necesariamente eternas, y sobre todo éstas; porque éstas son causas de los entes divinos que nos son manifiestos.

Por consiguiente, habrá tres filosofías especulativas: la Matemática, la Física y la Teología (pues a nadie se le oculta que, si en algún lugar se halla lo divino, se halla en tal naturaleza, y es preciso que la más valiosa se ocupe del género más valioso. Así, pues, las especulativas son más nobles que las otras ciencias, y ésta («la teología»), más que las especulativas (Aristóteles, Metafísica, 1982, VI, 1, 1026a).

Vemos, por lo tanto, que el ideal de ciencia en Aristóteles sigue tomando como modelo la *episteme* platónica. La teología no sólo es una de las ciencias teóricas, sino que además se configura como la ciencia o «filosofía primera», el más bello y necesario de los saberes, tanto por su objeto (Dios), como por su necesidad metodológica.

El criterio para establecer una jerarquía de las ciencias se basa en su mayor proximidad a la axiomática y al conocimiento intuitivo de los *archai*. Sin embargo, Aristóteles muestra su genuina independencia de los científicos y filósofos de su época al extender los dominios de la *episteme* a otros campos del saber que habían sido despreciados y considerados como mera *doxa*, lugares sobre los que sólo pueden conjeturarse opiniones, sin pretensión de verdad (*alétheia*). De hecho, Platón nunca aplicó el término *episteme* al conocimiento de la Naturaleza o del mundo fenoménico, como sí lo hizo Aristóteles, que concedió a la Física el estatus de una ciencia en pleno derecho y delimitó otros dominios del saber científico en base a sus diferentes objetos de estudio o sus distintos métodos de investigación. Le debemos enteramente a él el mérito de haber inaugurado la física, la zoología o la psicología, entre otras disciplinas, y el haberlas dotado de una considerable autonomía.

Esta progresiva independización de las ciencias le ocasionó a nuestro filósofo ciertas discordancias con sus postulados lógicos, ya que necesitaba saber cómo aplicar el conocimiento deductivo a los procesos naturales, caracterizados por la heterogeneidad y el cambio constantes. Si el ideal de toda ciencia era el conocimiento de los primeros principios (*archai*), Aristóteles necesitará aceptar principios especiales para la Física, que es la ciencia de los seres móviles que tienen en sí su principio de movimiento y desarrollo y no dado por causas externas o meramente accidentales. A estos primeros principios de las ciencias de la

naturaleza no se podrá acceder por vía demostrativa, sino a partir de los fenómenos mismos, mediante *epagogé*, esto es: a través de un procedimiento inductivo:

La exactitud matemática del lenguaje no debe ser exigida en todo, sino tan sólo en las cosas que no tienen materia. Por eso, el método matemático no es apto para la Física; pues toda la naturaleza tiene probablemente materia. Por consiguiente, hay que investigar primero qué es la naturaleza, pues así veremos también claramente de qué cosas trata la Física, y si corresponde a una ciencia o a varias estudiar las causas y principios (Metafísica, 1982, II, 3, 995a).

Podemos acceder al conocimiento de los conceptos universales a partir de los datos suministrados por la experiencia mediante inducción, generalizando y abstrayendo lo facilitado por la experiencia hasta llegar, intuitivamente, a ciertos principios evidentes que posteriormente serán utilizados como axiomas con los que operar demostrativamente, utilizando las reglas del razonamiento y la argumentación lógica o silogística. «Es evidente que hemos de llegar a conocer las premisas primarias por inducción, pues el método por el que aun la percepción sensible siembra en nosotros el universal es inductivo.» (Aristóteles, *Segundos Analíticos*, 1964, II, 19, 415)

Así pues, queda abierto un camino que permite el conocimiento de lo universal partiendo de lo verdaderamente existente: la pluralidad de seres que constatamos a través de los datos que nos suministra la experiencia. En el contacto con el mundo del devenir, de las cosas y fenómenos sensibles y singulares, encontramos una vía de acceso a esos primeros principios (*archai*) «fácilmente inteligibles», que luego constituirán el «comienzo» y fundamento del saber científico. La inducción, además, resuelve otra dificultad añadida que presenta la ciencia estrictamente deductiva o demostrativa: no poder ofrecernos un progreso continuado del saber. El método inductivo nos salva de este aprieto, pues permanece abierto al reconocimiento futuro de nuevos fenómenos y de otras formas de conocimiento.

Todas las cuestiones comentadas hasta ahora han llevado al debate la pregunta de si puede considerarse a Aristóteles como un pensador (y científico) empírico o meramente especulativo. No es fácil resolver esta cuestión, ni podemos zanjarla tajantemente decantándonos por uno u otro bando. Aristóteles es empírico en tanto que se aferra a los hechos y a lo dado en la experiencia sensible para tratar de interpretar los fenómenos de la naturaleza. Pero dicha observación se halla previamente mediada por presupuestos teóricos que delimitan y determinan de manera «circular» no sólo el marco de la investigación y su objeto, sino también, sus propios fundamentos (fuera ya de la cadena deductiva).

Aún cuando [Aristóteles] acentúa tan enfáticamente su distancia de los métodos de Platón, a su parecer puramente especulativo, termina, en realidad, en un grado mucho mayor que aquel, en generalizaciones especulativas. Esto conduce, a veces, a la formulación de una teoría genial y correcta; a veces, a cosas absurdas (Düring, 1990, 806).

IV. La Física de Aristóteles

El término *physis* proviene de la raíz griega *phýsis*, que en su sentido originario significaba: brotar, surgir, salir a la luz, aparecer (manifestarse). En nuestro idioma *Phýsis* es traducido como «Naturaleza», aunque, como veremos en este apartado, en la Grecia clásica esta denominación era mucho más radical y omniabarcante.

La Naturaleza (*phýsis*) es un modo peculiar de ser de las cosas que se caracteriza fundamentalmente por poseer en sí mismo, espontáneamente, un principio de movimiento y

de reposo; de operatividad y desarrollo intrínseco. Lo que distingue a la *phýsis* de otros dominios de la realidad es su devenir constante, esto es: el cambio y el movimiento (*kínēsis*).

El conjunto de todos los seres (*onta*) que poseen ese principio espontáneo de movimiento y desarrollo no es «la naturaleza», pues ésta es un principio (*arché*) que está más allá de los seres individuales a los que determina y no se agota en su multiplicidad. No hay «menos Naturaleza» si hay menos seres naturales (si pisamos una hormiga, por ejemplo). Aristóteles contrapone los seres artificiales (*ta techné onta*) a los seres naturales (*ta physei onta*). Los primeros no tienen en sí mismos un principio por el cual se comporten y lleguen a ser lo que son. Una copa, un edificio o un ordenador son producidos por la técnica (*techné*) y el saber especializado de un artesano, un arquitecto o un técnico. Todos dominan un conocimiento productivo que se rige por el principio de utilidad. El material (cristal, cemento, silicio) con el que se construyen los objetos artificiales, sí es «Natural», pero los objetos mismos fabricados (copa, edificio, ordenador) deben su ser a la acción productiva y el conocimiento de un «artesano» (*technitēs*) externo a ellos y no a un principio intrínseco y espontáneo de generación y desarrollo (de una copa no se genera espontáneamente otra copa).

Sin embargo, la producción constante de seres naturales (generación), su «llegar a ser lo que son» y su desaparición conforme a unas reglas y ciclos, es interna e immanente a ellos mismos, es por *phýsis*. Nada externo a la semilla hace que ésta se desarrolle y convierta en un roble. Por eso, una semilla en un *ta physei onta*, un ser natural, y una mesa, fabricada con la madera de ese mismo roble, no lo es sino accidentalmente: sólo en tanto que es madera de roble (material) y no en tanto que es mesa.

Pues todas las cosas que existen naturalmente parecen poseer en sí mismas un principio de movimiento y de reposo, las unas bajo la relación de lugar, otras en el aspecto del aumento o la disminución, otras bajo el aspecto de la alteración. En cambio, el lecho y el vestido y cualquier otra cosa posible de este mismo género, en cuanto vienen significadas por estas denominaciones individuales o particulares, y en cuanto son producto de un arte, no poseen ninguna fuerza interna que los impela al cambio o al movimiento, mientras que sí lo poseen en cuanto accidentalmente son de piedra, de tierra o de una mezcla de estos elementos (Aristóteles, *Física*, 1964, II, 1).

La Física es, por lo tanto, una clase especial de ciencia cuyo ámbito de saber consiste en el esclarecimiento de la estructura y el funcionamiento de la *phýsis* y de los seres que son por *phýsis*, cuyas características esenciales son el movimiento y el cambio.

IV.a. Los primeros principios de la Física

Ya hemos mencionado antes que la postura aristotélica es sumamente independiente de sus antecesores, y que no puede ser clasificada, sin más, ni como empirista ni como estrictamente racionalista. Como afirma Düring (1990), Aristóteles llega a un «inteligente compromiso» entre la experiencia y la abstracción. No existe nada universal separado de las cosas singulares. En pureza, sólo éstas existen en el sentido propio del término. Lo universal, en tanto *eidós* o concepto abstracto, tiene existencia lógica, pero no objetiva y separada.

Cuando nos relacionamos con el mundo fenoménico, constatamos de hecho, que éste existe. Esto no hay que demostrarlo. Tenemos experiencia indubitable de un mundo externo diverso y primario en relación a nuestra percepción, y que está ahí dado, independientemente de que lo percibamos. Aristóteles, sin embargo, no postuló nunca una separación tajante entre sujeto y objeto. El concurso del alma modifica cualquier investigación «pretendidamente objetiva», debido a su papel manifestativo. En *De Anima* (1978, III 8, 432 b 21 y ss.), nos revela el filósofo que «el alma es en cierto modo todas las cosas».

Existir es, primariamente, ser manifestado como algo: esta casa, ese árbol, con estas cualidades distintivas o superfluas: dimensiones, colores, olores, textura... Existir es estar ya *establecido* en un aspecto. El verbo «ser» (en griego, *eînai*) se aplica a todo aquello a lo cual podemos atribuir algo (esta manzana es roja. Esta mujer es bella. La radio está arriba, el hombre está nadando...), pero no de la misma manera. *Eînai* se aplica a toda esta pluralidad de cosas, incluso a sus contrarias: todas son. Tienen ser. Sobre todo lo que pensamos podemos afirmar su existencia, aun de lo fabuloso e imaginario: las sirenas, los ovnis, los centauros son, de alguna manera.

Pero si todo tiene *ser* de alguna manera, ¿Lo poseen con idéntico sentido? ¿Se trata de la misma forma de ser? ¿Hay un solo ser o una sola forma de ser de la que participamos o hay múltiples formas de ser? ¿Tiene el mismo sentido la cópula «ser» en las proposiciones «yo soy un hombre» y en «yo soy impuntual»? ¿Puede un hombre dejar de ser hombre a ratos? ¿Y un impuntual no serlo más o, por lo menos, caritativamente dejar de serlo alguna vez?

Según Aristóteles, todos los sentidos del verbo ser se deducen de un análisis de las *proposiciones copulativas*, es decir aquéllas que conectan un predicado con un sujeto: «Sócrates es hombre»; «Alejandro es músico»; «Mónica es mayor que José»; «El alquiler es muy caro», etcétera. La estructura es la misma: *A (sujeto) es B (predicado)*, pero los tipos de predicación, no se refieren al sujeto de la misma manera, esto es, unívocamente. *Sócrates es hombre* responde a la pregunta ¿qué es Sócrates? Es decir, nos muestra los rasgos esenciales (hombre) de un sujeto (Sócrates), definiéndolo. Sin embargo, «Alejandro es músico» o «el alquiler es caro» no responde a la esencia de ese sujeto, ni lo define: Alejandro esencialmente es hombre y accidentalmente es músico. Uno puede dejar de ser impuntual o músico pero, hasta que muera, no puede dejar de ser hombre.

Todos estos sentidos del ser o tipos de predicación son denominadas por Aristóteles *kategoríai*, (categorías), palabra griega que significa atribución, predicado. El predicado «hombre» no se refiere al sujeto de la misma manera que el predicado «caro» o «músico». *Hombre* hemos visto que responde a la pregunta ¿qué es algo?: es una *ousía*, una entidad de la cual pueden predicarse muchas otras cosas: está callado, está enfermo, está en África, está enfadado, etcétera. La *ousía* es, por lo tanto, la categoría elemental y sin ella no serían posibles los otros modos de predicación, que Aristóteles estipula en nueve, de una manera más bien provisional: cantidad (*posón*), cualidad (*poión*), relación (*prós ti*), lugar (*poû*), tiempo (*potè*), posición (*keisthai*), posesión (*ékhein*), acción (*pioeîn*) y pasión (*páskhein*).

La *ousía* es la substancia concreta, la entidad, lo ente que, en tanto permanece como tal, puede ser sujeto de una serie limitada de predicados, sin restringirse ni reducirse a ellos. La tarea de la Física consistirá en determinar los principios que rigen a todas las *ousiai* (substancias concretas) que son naturales o por naturaleza (*phýsis*). Buscará el esclarecimiento de los *archai* (principios) que rigen la región de lo ente denominada por Aristóteles *ta physei onta*.

Podemos distinguir cuatro factores fundamentales en todo proceso natural:

- la materia;
- la forma;
- el movimiento;
- la finalidad del movimiento.

Todas las *ousiai* o entidades concretas son compuestos (*synolon*) de materia (*hylé*) y forma (*morphé*), siendo estos dos compuestos funcionales y relativos, separables tan sólo operativamente por el pensamiento. Mediante la forma (*morphé*), la substancia es un «algo», un

«qué» (caballo, hombre, bellota). Se trata, por lo tanto, de un principio de determinación y configuración esencial. Todos los caballos tienen la misma *morphé* invariable de ser «tales». El caballo lo es en virtud de esa determinación formal que, en sí, es eterna (muere este o ese caballo, pero no la posibilidad de ser caballo).

La materia (*hyle*) es un principio indeterminado que se hace manifiesto (sale a la luz) como presencia en virtud de la forma. La materia es pura potencialidad e indeterminación, y por lo tanto, incognoscible en tanto sólo *hyle*. Para ser conocida (percibida) debe recibir en sí algo diverso: una forma que la determine a ser esto o aquello (caballo, hombre). Es, por lo tanto, el substrato (*hypokeimenon*) último en el que toma origen toda manifestación y salir a la luz. La *hyle* es eterna.

La materia sólo puede conocerse *Kat' analogian*, por analogía, siendo únicamente el compuesto (*synolon*) de materia y forma (la ousía concreta y sensible), existente y perceptible. No debemos confundir la materia con el material (*eschate hyle*) de que está hecho algo (por ejemplo, madera, hierro, plástico...). Los materiales son ya sustancias compuestas de materia y forma porque contienen una determinación que permite reconocerlas y definir las como algo que puede ser conocido o percibido. Como principio material primario, la *hyle* es el fondo inagotable de indeterminación del que se nutre el devenir constante de seres, por ello mismo es incorruptible, eterno e incognoscible.

El *synolon*, que se corresponde con las *ousiai* sensibles y realmente existentes, es indivisible salvo por el pensamiento. Los coelementos que lo conforman, no pueden ser conocidos objetivamente por sí mismos, ya que aislados no tienen existencia real. Ambos principios eternos se hallan indisolublemente unidos el uno al otro.

IV.b. El movimiento

Si las *ousiai* que pertenecen a lo *ta physei onta* se caracterizan por tener en sí mismas su propio principio de movimiento y de reposo (*stásis*), será necesario estudiar el movimiento y el cambio si queremos saber qué es la naturaleza (*Phýsis*).

Aristóteles distingue dos tipos de movimiento observable en el mundo fenoménico:

1. *El cambio substancial (metabolé)*: se trata de aquel tipo de cambio mediante el cual aparecen nuevas sustancias (*génesis*) o desaparecen (*phthorá*), es decir, el nacimiento y muerte de las *ousiai* concretas.
2. *El cambio accidental o movimiento (kinesis)* propiamente dicho. Éste no afecta a la sustancia misma, sino a sus propiedades, cualidades y estados. En este tipo de cambios, la sustancia permanece como substrato permanente, adquiriendo o perdiendo ciertas determinaciones. Dependiendo de la clase de determinaciones que sean modificadas, pueden establecerse tres clases de cambios accidentales:
 - 2.1. *Cambio cuantitativo*: afecta a la cantidad. Consiste en un aumento o disminución de alguna propiedad de la *ousia*: por ejemplo, el crecimiento de un niño o el aumento del agua del cauce de un río.
 - 2.2. *Cambio cualitativo o alteración*: lo observamos cuando la sustancia cambia alguna de sus cualidades: una fruta madura, un árbol florece; en la vejez, encanecemos.
 - 2.3. *Cambio de lugar o traslación*: la sustancia cambia el lugar que antes ocupaba. Se trata del movimiento propiamente dicho: traslación o cualquier otro cambio espacial.

En su estudio del movimiento, Aristóteles trata de salvar el escollo en que se hallaban sus predecesores que, o bien afirmaban que ningún cambio era posible (Parménides, Zenón), ya que del no-ser no podía surgir nada, o bien mantenían la postura de que el cambio observado era una pura apariencia (Platón), e incluso una ilusión producida por nuestra propia alma (*psyché*). Esta polémica, vigente en época de Aristóteles, nuestro filósofo intentará zanjarla introduciendo dos series de conceptos totalmente innovadores:

- la forma (*eidós*, *morphé*), el substrato (*hypokeímenon*) y la privación (*stéresis*); y
- la potencia (*dýnamis*) y el acto (*enérgeia*).

El cambio (*kínesis*) puede explicarse con los tres primeros conceptos: El llegar a ser algo que todavía no se es no consiste en un tránsito de la nada al ser, ya que contamos con algo que permanece y sirve de sustrato a aquello que cambia: la *ousía* o substancia permanece en el cambio y se convierte en el sujeto (*hypokeímenon*) que padece o lleva a cabo ciertas transformaciones al perder, ganar o modificar alguna de sus determinaciones o formas. El árbol es el sujeto de la floración, que permanece como sujeto cuando pierde las hojas o regala sus frutos.

El sustrato puede estar privado de una forma (José no es músico) y llegar a adquirirla (José estudia y se hace músico). La privación (*stéresis*) no es un puro no-ser, sino un no-ser relativo: esto es: el poder ser potencialmente algo que aún no se ha manifestado, pero que se halla latente como posibilidad. José es potencialmente músico y, mediante una buena instrucción, llega a desplegar y cumplir ese talento. El cambio consiste en la adquisición por el sustrato de una forma (*morphé*) de la que inicialmente estaba privado, mas no imposibilitado. El niño llega a ser anciano, la fruta verde termina por madurar y la semilla acaba convirtiéndose en un esplendoroso roble. Todos ellos adquieren nuevas formas de las que estaban privados de una manera relativa. De esta forma, queda solventado el problema del cambio en Parménides: no se produce el paso de un no-ser al ser (lo cual es una imposibilidad lógica), ya que el sujeto del cambio permanece, y la privación no lo es en sentido absoluto, sino relativo: es privación de algo que de alguna manera se posee germinalmente. Aquí llegamos a la otra pareja de términos definida por Aristóteles, que permite explicar el cambio: la potencia y el acto.

Por potencia (*dýnamis*) entiende Aristóteles una capacidad pasiva de llegar a ser algo. Se trata de una posibilidad latente de ser lo que todavía no se es. Una semilla no es todavía un árbol, pero tiene esa forma de árbol en potencia. La semilla es un árbol en potencia y, si se dan las condiciones adecuadas, terminará por serlo en acto.

Acto (traducción escolástica, *actus*, del término griego *enérgeia*) es el cumplimiento efectivo de lo que se hallaba sólo potencialmente en la substancia. El acto se refiere a lo que se hace vigente, a lo que se manifiesta como tal, ya cumplido y perfecto. Actualizar es desarrollar una potencia, manifestarla como tal, en todo su acabamiento. Las flores potenciales de un membrillo desnudo en invierno, se actualizan, llegan a ser flores manifiestas en primavera. La posibilidad de ser «membrillo con flores» se actualiza efectivamente cuando la flor se ha desplegado y ya no queda, como tal, nada potencial en el ser flor.

A veces, también se utiliza el término *entelecheia* para designar el estado de completud y perfección alcanzado por un ente concreto. *Entelecheia* expresa un nivel de perfección aún mayor que *enérgeia* e indica que una entidad concreta o un proceso ha alcanzado su *telos*, su fin, el punto culminante al que naturalmente tiende.

Si relacionamos el par materia y forma, con el otro de potencia y acto, tenemos que la forma es el elemento actual del compuesto y la materia el elemento potencial. Pero ambos

son conceptos relacionales. Lo que en un momento dado es materia, en otro contexto diferente es forma. El bronce es materia respecto a la escultura, pero forma respecto a los materiales que lo constituyen (hierro y cobre). La escultura misma es materia respecto a la forma representada: Venus.

A partir de estos elementos o primeros principios de la *phýsis*, queda definido el movimiento como: «el acto imperfecto de lo que está en potencia en tanto sigue estando en potencia».

Todo devenir (*kinesis*) es un proceso inconcluso en sí mismo: se trata de un estado intermedio entre la potencia y el acto, no siendo ni lo uno ni lo otro, sino el tránsito de lo uno (lo potencial) a lo otro (al acto). Algo que está sólo en potencia no tendrá movimiento, a no ser que la potencialidad vaya gradualmente actualizándose y dejando de ser potencia. Tampoco habrá movimiento cuando ya no quede ninguna potencialidad por actualizar y se esté en un estado de total cumplimiento (acto). En los movimientos locales esto es fácil de ver: Un objeto que se traslada desde el punto A al punto B sólo estará en movimiento cuando no esté en ninguno de los dos, sino yendo del uno al otro: por ejemplo, el coche se traslada hacia B, alejándose de A.

En los cambios no locales que padecen los seres naturales, el movimiento es mucho más sutil, porque unos cambios se encadenan unos a otros en una serie indefinida, formando un continuo: la maduración de una fruta no tiene un punto de arranque definido y tampoco acaba tajantemente en un momento concreto; la fruta va madurando mientras va dejando de ser fruta para convertirse en semilla. El niño va creciendo hasta tomar una forma adulta paulatinamente.

El movimiento, característica esencial de todos los seres naturales, consiste en la actualización progresiva, pero sin llegar a término, de lo que está en potencia mientras sigue estando en potencia. Si la potencia está ya plenamente actualizada (en estado de *enérgeia*), ya no hay movimiento. Y si lo potencial sólo existe como potencial (Pedro es sólo francófono potencialmente, pero no habla ni entiende una palabra de francés porque no ha estudiado este idioma), el movimiento (aprender francés) no puede producirse. Por ello, Aristóteles caracteriza al movimiento como «acto incompleto» o imperfecto.

IV.c. La noción de causa (Aitía)

Con Aristóteles la Física adquiere pleno valor científico, dedicándose al estudio de los principios y de las causas (*aitiai*) que rigen a los seres naturales. No obstante, la noción de causa es, en este autor, bastante más compleja y amplia que la que utilizamos hoy en día y el término utilizado por él, *aitía*, hace referencia a todo aquello que explica el porqué (*tò diá ti*) algo es y se comporta como tal; aquello a lo cual se debe que algo sea. Como muy bien nos advierte Ingemar Düring:

Nosotros traducimos casi siempre *aitia* por causa. Inconscientemente suponemos que nuestro pensar causal se halla detrás del término. Pero, como ya he advertido, para todo el que reflexiona sobre las llamadas cuatro causas de Aristóteles, *aitia* tiene manifiestamente otro sentido. K. v. Fritz ha señalado que el pensamiento causal antiguo terminaba en un conocimiento de la estructura (Düring, 1990: 165).

Mediante un análisis de las *aitiai* de los fenómenos podemos llegar al conocimiento de la estructura de la realidad. Aristóteles distinguió cuatro clases principales de *aitiai*:

1. Materia (*hylé*): aquello de lo que procede algo. Responde a la pregunta *ex hou* (de qué se compone). Se refiere, por lo tanto, a la materia, a los materiales de los que algo está compuesto, por ejemplo, el bronce de una estatua.

2. Forma (*eîdos-morphé*): lo que determina a la cosa a ser lo que es. La forma, el modelo o arquetipo al que se ajusta. Lo que define a la cosa. Por ejemplo, la estatua representa la Venus Anadiomena.
3. Lo que inicia (*kinoum*): el comienzo de una transformación (*metabolé*). Aquello por medio de lo cual la cosa llega a ser. La causa eficiente. Por ejemplo, el escultor Lisipo.
4. El fin (*telos*): por el que algo llega a ser o el para qué (*hoû héneka*), el propósito o la meta. En este ejemplo la estatua se crea para adornar.

Para nosotros, que ya no somos aristotélicos, sólo el tercer *aition* es una *causa* en sentido moderno. Las dos primeras se corresponden con los pares materia-potencia y forma-acto. En los seres artificiales estas cuatro causas son heterogéneas y se diferencian totalmente: la causa material de una estatua es el bronce; la formal es la imagen que representa; la eficiente es el escultor que la produce y la causa final es el adorno y la conmemoración.

En los seres naturales, las *aitiai* formal, eficiente y final coinciden o se imbrican unitariamente: la forma (el *eidós*) es, a la vez, fin y agente, porque en la determinación de algo, la forma que le hace ser lo que es, está implícito todo el movimiento y transformación que le llevará hacia su fin, que no es otro que manifestarse plenamente como tal (como esa forma). El fin (*telos*) es el *eidós*. La meta hacia la que se encamina cada ser no es otra cosa que su propia realización y manifestación, en toda la plenitud y con todas las potencialidades desplegadas para alcanzar ese fin.

El fin (*telos*) de un ente rige de antemano todo su desarrollo y manifestación, como aquello en vista de lo cual algo cumple (actualiza, lleva a término) su forma o *eidós*. En el fuego, el itinerario (meta) ascendente que recorren sus llamas está determinado por su ser (*morphé*) que naturalmente tiende hacia arriba como a su lugar natural.

Si la golondrina hace su nido natural y teleológicamente, y natural y teleológicamente teje la araña su malla, y brotan igualmente las plantas sus hojas para proteger sus frutos, y las raíces no se desarrollan hacia arriba, sino hacia abajo, para buscar allí su alimento, es evidente que existe una teleología y una causa final en los seres que produce la naturaleza y que existen naturalmente (*Física*, 1964, II, 8, 199a). En esto consiste el llamado teleologismo aristotélico, en que la causa final (*telos*) está previamente presente en la *aitia* formal: la *morphé* o el *eidós* de algo lleva en sí el camino que hay que recorrer para llegar a su propio cumplimiento y desarrollo, a su propia manifestación como ser algo (caballo, por ejemplo). «Luego el existir y venir a ser con un fin determinado es algo inherente a todos los seres que se hacen y existen por obra de la naturaleza» (Aristóteles, *Física*, 1964, II, 8 199a).

El finalismo no sólo recorre todo el pensamiento aristotélico, sino que se convierte en la clave fundamental de toda lectura que pueda hacerse de este autor. Todos los procesos naturales se rigen por un fin que no es otro que su propio autocumplimiento (manifestación). Los procesos naturales son partes de un ciclo mayor, y operan en conjunto para que el fin se realice: el mantenimiento del orden (*taxis*) del cosmos. La Naturaleza se comporta como un organismo vivo en el que sus miembros cumplen al unísono la única tarea posible: llegar a ser lo que tienen que ser, aunque esto sólo sea posible mediante una serie de cambios sucesivos al servicio de este fin armónico y compaginado. El elemento formal, el *eidós* platónico, es ahora un constitutivo inmanente a las substancias (*ousiai*), por lo que el fin mismo se ve abocado a su cumplimiento, por así decirlo, desde dentro.

La jerarquía que se manifiesta en la naturaleza y que discurre de lo inanimado a lo animado hasta llegar al punto culminante que es el hombre, se deja translucir también en cada ente particular. En ellos, el elemento privilegiado es lo formal, en tanto que determinante

inmanente al que la materia «aspira» de alguna manera. Lo potencial en ella está al servicio de la manifestación de la forma, al que tiende como a su fin y su Bien: «Y, según esta perspectiva grandiosa, todo el universo se aparece, de grado en grado, como una inmensa aspiración de lo indeterminado a lo más determinado, de la materia a la forma, de la potencia al acto, para encontrar su término, su fin y su explicación última en el Acto Puro, Dios.» (Chevalier, 1968: 292).

El universo es, por lo tanto una unidad funcional, cuyos miembros, sujetos al devenir, forman parte de una estructura que culmina en el *próton kinoun akineton*, en el primer motor inmóvil, Principio primero del que pende todo lo existente y punto cero de todo acontecer.

IV.d. El primer motor inmóvil

El hecho característico de la naturaleza es el paso constante de la materia a la forma o de la potencia al acto. La materia, por sí misma, no puede moverse, y necesita de una causa motora que, en los seres artificiales es extrínseca, e intrínseca o inmanente en los seres naturales. Ahora bien, si el Cosmos es como un organismo vivo, jerarquizado y en constante devenir ¿de dónde procede su movimiento? ¿cuál es la causa primera, la *arché*, del devenir del mundo como manifestación?

Aristóteles parte de la hipótesis de que «todo lo que se mueve es movido por algo». El movimiento, además, ha de producirse por contacto, ya que no se contemplaba la posibilidad de movimientos a distancia, inerciales o gravitacionales en su época. Sin contacto físico, A no puede influir o mover a B. Esto implica que la causa del movimiento (motor) y lo movido tienen que ser continuos y estar en contacto.

Si aceptamos que el universo es una unidad sin fisuras, y que la serie de cosas que mueven y, a la vez, son movidas por otros no puede ser infinita, entonces toda la cadena del movimiento ha de pender de un primer motor que sea él mismo inmóvil, *apathes*, inafectable y libre de proceso: el *Proton kinoun akineton*. El Primer Motor es causa eficiente y final de todo el cosmos, y como tal, es eterno e imperecedero, pues los principios constitutivos de todos los seres, la materia y la forma, también lo son. Este Primer motor mueve todo desde la eternidad, sin ser él mismo algo material, sino forma o acto puro al que todo tiende como a su máximo bien (*agathon*).

IV.e. Espacio y tiempo

Aristóteles maneja un concepto de espacio (*topos*) y tiempo (*khronos*) relacional, continuo y no substancial. El movimiento no es posible sin espacio y tiempo, y éstos son conocidos en tanto hay movimiento.

Si el cambio (*kinesis*) es la actividad de lo movido en tanto puede ser movido, y la actualización del proceso del movimiento ocurre siempre por contacto, el motor y lo movido han de ser contiguos. Este principio fundamentará los conceptos de espacio y tiempo, así como la imposibilidad del espacio vacío. Veámoslo:

Espacio o lugar (*topos*):

El lugar o el espacio no es un elemento físico, a la manera de un gigantesco recipiente, que albergue los seres. Tampoco es aquello *en donde* (*poû*, categoría de lugar) algo está o se mueve, sino que el lugar existe inseparablemente de las cosas, a la manera de un límite (*peras*). Por ello, no puede decirse que el espacio sea algo corpóreo (*hylé*) o substancial, ni que exista por sí mismo independientemente de las *ousiai* o como una propiedad suya

(*morphé*). «Es imposible que el lugar sea un cuerpo, pues habría dos cuerpos en un mismo sitio» (*Física*, 1964, IV, 1, 209a). «El lugar no es una parte ni una característica de los seres, antes es separable e independiente de cada ser» (*Física*, 1964, IV, 2, 209b).

Tampoco es algo incorpóreo, ya que el lugar es precisamente la extensión. Si el lugar fuera algo corpóreo, ocuparía necesariamente un espacio, lo cual es un sinsentido. El lugar pertenece, por lo tanto, a la categoría del «cuánto» referida a las entidades concretas. Como cantidad, puede medirse numéricamente (con cantidades discretas o números), a pesar no ser «ningún cuerpo». El espacio es una cantidad continua, o lo que es lo mismo, una cantidad (cuánto) que es susceptible de ser divisible ilimitadamente.

Aristóteles define el lugar como *el límite inmóvil más interno del cuerpo que contiene y que está ahí siempre junto con el cuerpo*:

Concebimos, pues, el lugar, como aquello que inmediatamente envuelve y contiene aquel ser de quien él se dice lugar. Entendemos que el lugar no es nada que forme parte del ser contenido; además que el lugar primero e inmediato no es ni mayor ni menor que la cosa localizada. Y, en fin, que puede ser abandonado por cualquier ser y que es separable de él (*Física*, 1964, IV, 4, 210b).

El límite inmediato de lo que rodea a algo es su lugar, lo que está en contacto con la cosa, circunvalándola, de manera totalmente contigua: el lugar de una casa, es la superficie aérea inmediata que la rodea. El lugar que ocupa nuestro cuerpo, es la periferia limítrofe con nuestra piel, y si vamos cubiertos, la cara interna de las ropas que llevamos. Ahora bien, si nuestro cuerpo se mueve, esto es, cambia de lugar, el espacio en sí no cambia, pues como límite, es inmóvil: tan sólo podemos determinar el movimiento de los cuerpos o su lugar por la relación que puedan tener dos o más de ellos entre sí. Un único cuerpo en el espacio haría imposible determinar su movimiento.

No existe, por lo tanto, un espacio fuera de las cosas, ya que éste no es más que su límite (*peras*) adyacente. En este sentido, Aristóteles fue absolutamente innovador, acercándose de una manera genial a una concepción del espacio afín a la moderna concepción espacial de la teoría general de la relatividad:

[El lugar] no es el concepto espacial de Newton; el espacio de Aristóteles no es una caja en la que se mueven las cosas. Él vincula el cuerpo y lo que lo rodea de manera que el cuerpo determine la geometría de lo que lo rodea y esta geometría no puede ser desligada del cuerpo. Lugar físico es un punto fijado por el pensamiento en un campo métrico que lo rodea. En sí este campo no es nada; no es un «espacio vacío», sino que se origina sólo mediante la cosa (Düring, 1990: 497).

Una vez demostrado que el espacio no existe fuera de las cosas o, lo que es lo mismo, que no tiene existencia por sí mismo, de ello se sigue que el espacio vacío tampoco puede existir². Contra los atomistas, que afirmaban su existencia como una necesidad lógica en la que se sustentaba su teoría materialista y cuantitativa del orden y generación del cosmos, Aristóteles argumenta su imposibilidad: no hay un espacio vacío fuera de las cosas, ya que como hemos visto, lugar es un concepto relacional, un límite (*peras*) de las *ousiai* tangibles. Tampoco hay espacio vacío entre los átomos, ni pueden explicarse los cambios materiales como cambios cuantitativos en su composición (rarefacción, condensación, etcétera). La materia en sí no existe, sino en tanto recibe una forma para manifestarse como esto o aquello. Por lo tanto, ni los átomos ni el espacio vacío pueden existir. Lugar es siempre lugar ocupado por algo en relación con algo y no tiene sentido intentar absolutizar conceptos que

2 «Si no existe el lugar, considerado como un intervalo sustancial, tampoco existirá el vacío» (Aristóteles, *Física*, 1964, IV, 8, 214b).

son relacionales, y menos aun, sustantivizarlos como entidades existentes por si. La noción de espacio y de *hylé* aristotélica es incompatible con las teorías atomistas. El universo que conocemos está lleno, generosamente colmado de cuerpos, a la manera de una gran red viviente, en la que los seres en vecindad dialogan unos con otros para servir al conjunto. La naturaleza teme al vacío.

El tiempo (Khrónos):

Existe una clara conexión entre el espacio, el movimiento (*Kinesis*) y el tiempo (*Khrónos*). En cualquier movimiento local, A recorre un trecho hasta llegar a B. El tramo recorrido (observado espacialmente) es un continuo y por lo tanto, es susceptible de ser dividido en magnitudes discretas. Cualquier extensión puede ser dividida en tramos y medida como distancia recorrida.

Con el tiempo ocurre también algo parecido, aunque esta vez referido a la categoría del «cuándo» (*póte*). «El tiempo nos permite determinar el más y el menos del movimiento; el tiempo es, por tanto, una especie de número» (*Física*, 1964, IV, 11, 219b).

Con el tiempo no medimos espacialmente el movimiento, sino temporalmente, respecto a un «antes» y un «después». Mientras se da el movimiento y porque se da el movimiento (entendiendo por éste cualquier tipo de cambio o modificación local, cuantitativa o cualitativa) tenemos vivencia del tiempo. Al igual que el lugar está indisolublemente unido a las cosas, el tiempo es inseparable de lo que «le ocurre» a las cosas, de su devenir, puesto que no es más que un aspecto de este acontecer: aquel bajo el cual podemos medir y ordenar consecutivamente los «ahoras».

Nos encontramos, por lo tanto, con una definición de tiempo relacional y continua, que Aristóteles expresa de la siguiente manera: el tiempo es «el número del movimiento con respecto a un «antes» y un «después». En consecuencia, el tiempo no es idéntico al movimiento, sino que es el movimiento, en cuanto que tiene un número».

No hay tiempo sin movimiento, pero el tiempo no es idéntico al movimiento, sino aquel aspecto de él que es conocido y medido con ayuda de un número, según el antes y el después o lo que es lo mismo, el movimiento que es medido y situado entre dos «ahora». El *ahora*, no obstante, no es algo substancial, algo así como un corte en el movimiento o su unidad mínima. El «ahora» es algo que muta constantemente, y por ello, fundamenta la continuidad del tiempo (y del movimiento). Si el ahora fuese una medida unitaria, el antes y el después serían indiscernibles el uno del otro, y no podríamos percibir el movimiento. Como de hecho sí lo percibimos, cada ahora debe ser distinto. Tiempo y movimiento se miden mutuamente. Donde hay movimiento, hay tiempo.

¿Piensa Aristóteles que el tiempo es una medida subjetiva o que dependa del sujeto observador del movimiento, a la manera de una forma pura *a priori* kantiana? Ciertamente es el alma (*psyche*) la que mide el tiempo, y se presupone su actividad para medirlo. Pero el tiempo existe independientemente de que el alma lo perciba o no, al igual que ocurre con el movimiento. La postura aristotélica no es, por lo tanto, ni puramente subjetiva ni estrictamente objetiva, sino una sabia mezcla de ambas. La naturaleza nos ofrece un movimiento regular y circular del cielo que sirve como telón de fondo para toda actividad medidora del alma. El ciclo regular del movimiento de las estrellas y planetas nos proporciona la estabilidad suficiente como para que el alma tome su movimiento como unidad de medida.

V. Cosmología aristotélica

Ya hemos visto que la física aristotélica es un saber acerca de lo *cuantitativo*, no de lo *cuantitativo*, puesto que su objeto son los seres naturales sujetos a un devenir constante. La heterogeneidad manifestada en el mundo, difícilmente podrá ser matematizada (ideal que persiguen la mayoría de las ciencias actuales), porque nos las habemos con el mundo del movimiento, las cualidades y los fines. La diversidad que manifiesta la naturaleza no es una apariencia ni se debe a un fallo de nuestras lentes sensoriales, incapaces de captar lo permanente (y real) oculto bajo las máscaras del aspecto. Antes bien, la diversidad y el cambio es la intrínseca realidad de lo que se manifiesta como *Phýsis*.

Esta diversidad permite establecer una jerarquía en el cosmos. No todas sus regiones son homogéneas y presentan el mismo tipo de fenómenos ni los entes que allí habitan están sujetos a las mismas leyes o propiedades. Aristóteles establece una clara distinción entre dos regiones no reductibles la una a la otra, aunque sí comunicadas y abrazadas a una aspiración común: el *proton kinoun akineton*. Estas dos demarcaciones del cosmos son denominadas el mundo sublunar y el mundo supralunar.

V.a. El mundo sublunar

Es aquella región del cosmos en la que vivimos, nuestro mundo terrestre, y abarca aquella parte del universo situado por debajo de la luna, sin incluir a esta última. Como hemos ido viendo, lo que caracteriza a esta región es el cambio (*kinesis, metabolé*), sea substancial o accidental. Continuamente nacen y perecen multitud de seres; otros modifican su tamaño, peso, posición, temperatura o alguna otra cualidad. No hay quietud, ni vacío en nuestro mundo móvil y heterogéneo, ni seres eternos que no sufran alguna modificación. Mas si observamos detalladamente, nos daremos cuenta de que en el mundo que habitamos, los movimientos tienen determinadas características y que hay ciertas reglas bajo las cuales se ordenan los fenómenos. Una de ellas es la finitud de los movimientos y de los seres.

En tanto que pura potencialidad e indeterminación, la materia existe siempre bajo tal o cual aspecto, como compuesto (*synolon*). En el mundo sublunar todos los cuerpos están compuestos de cuatro elementos primarios o formas elementales de organizarse la *hylé* indeterminada: tierra, agua, aire y fuego. Estos elementos no son lo que literalmente designan (la tierra real o el agua que bebemos, etcétera), sino designaciones para los elementos físicos constitutivos de todo compuesto, es decir, aquellos elementos que entran en su composición y que ya no pueden descomponerse en elementos más sencillos. Tierra, agua, aire y fuego tienen distintas cualidades primordiales y su distinta mezcla o el paso de unos elementos a otros (*metabolé*) es lo que explica la diversidad del mundo sensible, sus diferencias y distintas cualidades, así como los lugares naturales que ocupan y a los que tienden espontáneamente.

Así, la tierra es el elemento más pesado y su cualidad o fuerza primaria es lo frío y sólido (lo seco) que tiende a ocupar su lugar natural: el centro de la tierra que coincide en Aristóteles con el centro del universo. Por ello, si alzamos una piedra (ejerciendo sobre ella un cambio hacia un lugar que no le corresponde) y luego la soltamos, ésta simplemente tiende a caer, restaurando así su orden esencial.

El agua es el elemento que se sitúa inmediatamente por encima de la tierra y tiene como cualidad el ser frío y líquido (húmedo). Después se halla el aire, que es caliente y líquido (húmedo) y por último el fuego, el elemento más ligero del mundo sublunar, caliente y sólido (seco), cuya tendencia intrínseca le lleva a dirigirse hacia la periferia del mundo.

Las *ousiai* que encontramos en el mundo sublunar presentan mezclas (*meixis*) de los distintos elementos y tienen potencialmente cualidades opuestas en su composición, lo que explica el cambio continuo o el paso de una cualidad en su contraria, transformándose unos elementos en otros (por ejemplo, el agua del mar, fría y húmeda, se evapora o se convierte en hielo porque posee la potencia de ser caliente y húmeda). En los cambios accidentales el sustrato permanece, actualizando distintas formas que se hallaban en él potencialmente. En los cambios substanciales (generación y corrupción), es la materia última (*prote hylé*) la que permanece como substrato omnirreceptivo, capaz de contener en sí como pura potencialidad todas las cualidades afines o contrarias que vemos desplegarse en el universo. Es la *hylé* la que garantiza que el ciclo de la generación y de la corrupción se mantenga ininterrumpidamente, siendo la materia eterna, incorruptible e ingenerable. Los seres sublunares son finitos, corruptibles y sujetos a nacimiento y muerte, pero el ciclo en el que continuamente se manifiestan es un proceso eterno, mantenido por el *proton kinoun akineton*, principio último de todo devenir y de toda existencia:

Pues yo afirmo que la naturaleza tiende siempre a lo mejor, existir es indudablemente mejor que no existir. Pero no todo puede llegar a la existencia, porque algunas cosas están demasiado lejos de la fuente y del origen de la vida. En la existencia de los individuos se alternan la vida y la muerte; pero Dios encontró un camino para realizar la eternidad, al hacer eterna la generación. Porque así podría estar asegurada para todo el ser la mayor consistencia posible, porque la continuidad ininterrumpida del devenir es el acercamiento más próximo a la existencia eterna (*ousia*). Este ciclo eterno reproduce la rotación eterna del cielo y explica también lo que para muchos pensadores fue un problema, a saber, que en el tiempo ilimitadamente largo los elementos no han sido dispersados; esto tiene su razón en que ininterrumpida y alternativamente se convierten unos en otros; y porque se cambian constantemente, ninguno de ellos puede permanecer siempre en algún espacio dispuesto [por la naturaleza] (Aristóteles, Sobre la Generación y la Corrupción, II, 336b-337a, tomado de Düring, 1990: 590-1).

En el mundo sublunar, los seres están sujetos a un devenir constante que mantiene el ciclo, pero ese devenir está sujeto a unas reglas. Así, los movimientos que observamos en los distintos seres se deben a la tendencia intrínseca de cada elemento del compuesto a ocupar su lugar natural. La tierra tiende a moverse en línea recta hacia abajo (centro del universo) y el fuego en línea recta hacia arriba (hacia la periferia del universo) naturalmente, sin necesitar de un impulso que los lleve en esa dirección. El agua mantiene también un movimiento natural rectilíneo descendente, su lugar natural se sitúa por encima de la tierra y el aire un movimiento rectilíneo ascendente de menos intensidad que el fuego, situándose entre éste y el agua. De esta manera, los movimientos que percibimos en el mundo sublunar son todos finitos y rectilíneos, ascendentes (fuego, aire) y descendentes (tierra, agua). Los movimientos no rectilíneos observados en esta región del cosmos son siempre violentos o forzados por algo exterior al cuerpo que así se mueve, e implican, por lo tanto, una violación del orden natural al que todo tiende constitutivamente en virtud de su forma (*morphé, eidós*) y de cómo inhiere ésta en el compuesto (*synolon*). El telos rige de antemano para mantener el ciclo eterno y si el orden se altera, la naturaleza tiene los mecanismos necesarios para su restablecimiento. El teleologismo aristotélico vertebró toda su cosmología.

Dentro del conjunto total del cosmos, la tierra (que no es un planeta para Aristóteles, aunque sí tiene forma esférica) ocupa el centro y se mantiene inmóvil en él. Al estar compuesta del elemento tierra en su mayor parte, su lugar natural es el centro del universo. Estamos, por lo tanto, en una concepción geocéntrica del universo.

Ahora bien, ¿por qué el movimiento del mundo sublunar no cesa y termina reposando cada ser en su lugar natural, cesando así todo devenir? Ya vimos que Aristóteles consideraba que todo movimiento se produce por contacto. El cosmos es un continuo pleno, sin vacío y sin fisuras, a la manera de un gran organismo vivo. La causa (*aitia*) de que los ciclos se mantengan y se cumpla el orden establecido en nuestro mundo no depende de cada uno de los seres particulares que lo habitan, sino de una causa externa a él, jerárquicamente superior al mundo sublunar: el cosmos superior.

V.b. El mundo supralunar

Es la región del cosmos que abarca la Luna y todo lo que se halla más allá de ella: los cinco planetas o cuerpos errantes conocidos entonces (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno), el sol y las estrellas fijas o constelaciones.

Esta región presenta un orden más perfecto y elevado que nuestro mundo, debido a que su constitución material no se compone de ninguno de los cuatro elementos del mundo sublunar, sino de un quinto elemento de naturaleza mucho más sutil, óptima e imponderable: el éter (*aithér*), material incorruptible y eterno que compone los cuerpos celestes y que mantiene el orden del cosmos gracias a su movimiento circular y constante. De éter, (*lo que siempre corre*), están compuestos los planetas y las esferas celestes y su movimiento se convierte en origen y medida de todo movimiento terrestre.

Los cuerpos celestes no vagan por el espacio vacío, que es inexistente, sino que están sujetos a unas esferas de este material transparente e incorruptible que son movidas por motores inmóviles, desplazando a los cuerpos que en ellas se encuentran en un movimiento circular perpetuo. Giran las esferas etéreas, y no los planetas en un espacio vacío.

Aristóteles no podía explicar los movimientos a distancia o gravitacionales, y todo movimiento debía producirse, en última instancia por contacto entre lo que mueve (motor) y lo movido. Para construir su cosmología se sirvió del modelo geométrico de Eudoxo de las esferas homocéntricas. Según este astrónomo, matemático y médico, nacido en Cnido (Turquía actual) y discípulo de Platón, el cosmos presenta una forma esférica y está compuesto de 27 esferas concéntricas agrupadas en siete grupos donde están fijados los cinco planetas conocidos entonces, el sol, la luna y las estrellas, manteniendo como punto central la tierra, que permanece inmóvil en el centro del universo. En este modelo geocéntrico, las esferas giran siguiendo ejes rotatorios distintos, que explican fenómenos irregulares, como los aparentes movimientos retrógrados de los planetas.

El esquema de Eudoxo sigue el siguiente modelo (véase la figura 1):

- Centro ocupado por la Tierra.
- Un primer grupo de 3 esferas rodea la Tierra y en ella se asienta la Luna.
- Le siguen dos grupos de 4 esferas para Mercurio y Venus.
- Un grupo de tres esferas para el Sol.
- Tres grupos de 4 esferas para Marte, Júpiter y Saturno.
- Una última esfera en la que están fijadas las estrellas fijas o constelaciones.

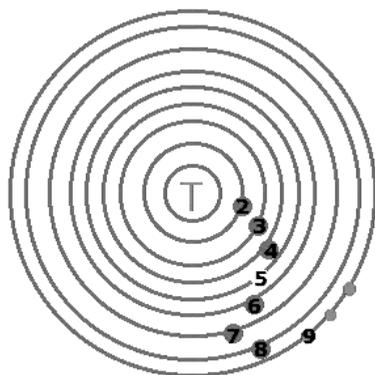


Figura 1. Sección del cosmos homocéntrico de Aristóteles.
T: Tierra; 2: Luna; 3: Mercurio; 4: Venus; 5: Sol; 6: Marte; 7: Júpiter; 8: Saturno.

El modelo de Eudoxio fue ampliado por su discípulo Calipo, que aumentó el n^o de esferas en 33, y más tarde por Aristóteles, que elevó a 55 su número para poder explicar movimientos irregulares planetarios y otras anomalías. Este modelo, no obstante, utilizaba las esferas sin otorgarles realidad física ni dotarlas de consistencia material alguna. Aristóteles insertó dicho modelo en el contexto de su teoría de la *Physis*, donde el movimiento sólo podía producirse por contacto, por lo que tuvo que conferir realidad material (el éter) al modelo geométrico de sus predecesores. Este material supralunar tiene un movimiento natural circular y uniforme, de máxima perfección y regularidad, por no tener comienzo ni fin (eterno). Su lugar natural, es la equidistancia al centro del mundo ocupado por la tierra, lo que explica que el cosmos no colapse o se destruya y permitiendo, además, la existencia del tiempo como la serie infinita de los «ahora».

Debido a que la rotación de las esferas etéreas es circular y uniforme («siempre igual»), queda garantizada una cadena inagotable de movimientos, transmitidos desde el *Protón Kinoun Akineton*, que mueve sin ser movido la esfera más exterior del universo (la esfera de las estrellas fijas), propagándose entre las distintas esferas planetarias hasta llegar a nuestro mundo, donde el movimiento, alejado ya de la fuente original, presenta la impureza de ser naturalmente rectilíneo (ascendente o descendente). Este deterioro paulatino del movimiento encuentra su justificación tanto en los elementos constitutivos de los seres terrestres (tierra, agua, aire, fuego), como en el inevitable despliegue de potencialidades contrarias insitas en la materia. Sólo el ser que es acto puro e inmaterial goza del atributo de la perfección, y permite que confiemos en la eternidad del universo.

Era de suma importancia elaborar una ciencia del cielo (astronomía) para poder perfeccionar los calendarios solares o lunares que regulaban importantes actividades humanas, como la agricultura, la cría del ganado, la pesca y la regulación de las fiestas religiosas. La tierra no podía ofrecer ese punto de referencia estable y permanente que sí nos ofrecía el cielo, verdadero asidero de regularidad y orden, medida del tiempo y de los acontecimientos.

De todo lo dicho hasta ahora se deduce que Aristóteles otorgó eternidad al universo: éste es inengendrado y existe desde siempre. No hay un comienzo del universo porque el *protón kinoun akineton* existe desde siempre, y como vimos, el tiempo es indisociable de los seres sujetos al devenir.

También se desprende de lo anterior que el universo tiene límites, tanto físicos (la esfera de las estrellas fijas) como inmateriales (el *protón kinoun*). Este universo finito, eterno e inengendrado tampoco se halla en ningún espacio. Si esto fuera así, y el cosmos ocupara un espacio, habría un algo, que no es el universo, más allá del universo mismo, conteniéndole, lo cual es imposible. La pregunta sobre el más allá del universo o sobre dónde está situado es ilegítima en el contexto cosmológico aristotélico, así como también lo es cualquier pregunta sobre su origen o historia, y más aún pretender establecer una cosmogonía.

Podemos resumir, por tanto, las ideas principales de la cosmología aristotélica en las siguientes:

1. El universo es esférico, finito, eterno, geocéntrico y geostático.
2. En él no existe vacío, sino cinco elementos que constituyen los cuerpos de las diferentes regiones: tierra, agua, aire, fuego y éter. En el cosmos, todo está lleno de materia, produciéndose una cadena ininterrumpida de movimientos.
3. No existen los movimientos a distancia o gravitacionales y los planetas no se mueven en el vacío, sino que giran adosados a las esferas de éter.
4. El cosmos tiene una estructura dualista que delimita dos regiones heterogéneas entre sí: el mundo supralunar, compuesto de éter, cuyo movimiento circular uniforme se convierte en el transmisor perpetuo de los movimientos rectilíneos terrestres.
5. Los seres que componen el cosmos quedan jerarquizados de la siguiente manera:
 - Seres inmateriales inmóviles (el *protón kinoun* y los motores inmóviles de las esferas)
 - Seres materiales móviles, pero eternos, regulares e incorruptibles: esferas, estrellas y planetas.
 - Seres finitos y móviles: el mundo sublunar de los cuatro elementos.

VI. Las ciencias biológicas

Se dice que Aristóteles se encontraba realmente a sus anchas cuando se dedicaba a estudiar los fenómenos biológicos, y se justifica esta predilección por su juvenil formación como médico, profesión que ya practicaba su padre con gran reconocimiento. Algunos estudiosos consideran que en este dominio del saber Aristóteles saboreaba su verdadera vocación. Sea o no cierto, lo que sí podemos afirmar sin ningún género de dudas es que nuestro filósofo fue el fundador de las ciencias biológicas: zoología, anatomía comparada, botánica y psicología surgieron todas ellas como ciencias autónomas de sus geniales investigaciones, que han quedado recogidas en sus obras: *Historia de los animales*, *Partes de los animales*, *Sobre el alma*, *Sobre la sensación y lo sensible* y *Sobre la generación de los animales*.

En *Partes de los animales* encontramos una de las más bellas defensas de las ciencias biológicas (que, como vimos, estaban categorizadas como un pseudosaber por sus antecesores):

Las cosas perecederas tienen la prioridad en la ciencia, porque adquirimos sobre ellas un conocimiento amplio y más variado. Como se hallan más cerca de nosotros y son más afines a nuestra naturaleza, ofrecen un sustituto valioso del deficiente conocimiento de las cosas divinas [...] La naturaleza, al descubrir su fuerza creadora en la observación científica, ofrece alegrías indescriptibles a aquellos que son capaces de reconocer la estructura del acontecer en la naturaleza y tienen una disposición natural para la investigación (Aristóteles, *De Partibus Animalium*, tomado de Düring, 1990: 780).

Desde su estancia en Asos (347 a.C.) Aristóteles recopila cuanta información hay disponible sobre la estructura anatómica de los seres vivos. Muchas de las fuentes provienen de observaciones directas de pastores, pescadores, cazadores, agricultores, veterinarios y otras

gentes del campo. Otras veces echa mano de fuentes poco fiables para fines científicos: historiadores antiguos (Heródoto, Hecateo), filósofos renombrados (Alcmenón, Anaxágoras, Empédocles) e incluso literatos como Homero. Estas fuentes no siempre son testadas y comprobadas experimentalmente, por lo que encontramos bastantes imprecisiones y errores en algunos de sus escritos biológicos. A pesar de ello, concederá una importancia fundamental a la investigación empírica, diferenciándose claramente de sus antecesores:

Así también debe uno acercarse a la investigación de cualquier animal sin arrugar la nariz, sino más bien con la certidumbre de que en todos ellos hay dentro algo natural y bello. Digo «Bello», porque en las obras de la naturaleza y precisamente en ellas, domina la determinación según un fin, y no el azar ciego (*De Partibus Animalium*, tomado de Düring, 1990: 799).

Aristóteles examina los datos aportados para su investigación teniendo en mente la idea central que vertebraba toda su obra: el *télos*. En los procesos biológicos observa su regularidad e irreversibilidad, tendente a un fin que es intrínseco a ellos mismos, y que dirige el proceso desde dentro. Cada ser cumple un *ergón* (trabajo, obra), una tarea propia y prediseñada que, si puede ser desempeñada, llevará al ser a su perfeccionamiento: llegar a ser lo que tiene que ser. Por ello, Aristóteles se afanará en dejar clara la tarea del investigador: dilucidar la estructura (*aitía*), el *fin* y las funciones que realizan los seres vivos, y elaborar una clasificación de los mismos de acuerdo a sus características funcionales esenciales.

En *Historia de los Animales* establecerá la primera anatomía descriptiva coherente de nuestra historia. Para ello, dejará de lado los métodos dicotómicos de la Academia platónica, que dividía los seres en géneros y subgéneros según poseyeran ciertas características más o menos arbitrarias, por lo que cualquier animal podría pertenecer a varias clasificaciones distintas: una oveja podría entrar en la clasificación de animales terrestres no alados y también en la de animales domésticos, junto con el pato, por ejemplo, que sí es alado.

Aristóteles impone una nueva metodología y exige que la clasificación se fundamente en un orden funcional y anatómico facilitado por la disección animal y no basado en meras distinciones externas. Su conclusión fue absolutamente genial y perdura actualmente. Dividió a los animales en dos grandes grupos:

- animales provistos de sangre (enaimos): sinónimo de vertebrados;
- animales sin sangre (anaimos): invertebrados.

Luego estableció las determinaciones añadidas (ovíparo-vivíparo), obteniendo una taxonomía que resistió prácticamente hasta Linneo. En la siguiente tabla esquematizamos la taxonomía aristotélica:

Figura 2. Algunas de las clasificaciones zoológicas de Aristóteles	
Según presencia o ausencia de sangre	
Animales con sangre	Hombre, cuadrúpedos con pelo, cetáceos, aves, cuadrúpedos escamosos y ápodos, y peces, ciertos insectos (saltamontes, arañas, avispas y hormigas)
Animales sin sangre	El resto de los insectos, malacia, crustáceos, testáceos, zoófitos
Según modo de locomoción	
Bípedos	Hombres, aves.
Cuadrúpedos	Escamosos (reptiles excepto serpientes) con pelo (mamíferos excepto hombre y cetáceos)
Ápodos	Serpientes, cetáceos, peces, seláceos, testáceos
Según modo de reproducción	
Vivíparos	Hombre, aves
Ovovivíparos	Seláceos, algunas víboras
Ovíparos	Los que producen un huevo acabado (aves, reptiles, insectos sanguíneos), los que producen un huevo inacabado (peces, crustáceos, cefalópodos)
Generación de larvas y/o generación espontánea	Los que copulan y engendran larvas (algunos insectos no sanguíneos); los que no copulan ni engendran, apareciendo por generación espontánea (la mayoría de los insectos no sanguíneos, testáceos)

Esta clasificación, sin embargo, no fue sistematizada por el propio Aristóteles, aunque su esquema se desprende de sus escritos biológicos:

La arquitectura de la clasificación aristotélica, que se abordará más adelante, nunca se declara sistemáticamente en los tratados —y no obstante se puede deducir muy claramente de sus textos, con toda la novedad científica que comporta. Esto es señal de que se produce una clasificación, por así decirlo, automáticamente, al escribir el tratado, más allá incluso de las intenciones que declara el autor; y se produce a partir del choque entre la racionalidad científica y la anatomía del animal, investigada en virtud del conocimiento puro (Vegetti, 1981: 43-44).

El detallado estudio de la anatomía y fisiología animal sigue un modelo jerárquico en el que la cúspide está ocupada por el hombre (sobre todo el varón, como veremos), prototipo ejemplar para el estudio de los seres vivos. El resto, «*comparados con el hombre, son como enanos.*» Muy resumidamente, sus observaciones y presupuestos teóricos aceptados de antemano le llevan a afirmar lo siguiente:

1. Todo en la naturaleza sigue un fin, y las partes, órganos y funciones de cada ser vivo deben entenderse subordinadas a él, que no es otro que el mantenimiento regular del ciclo eterno de nacimientos y muertes³. Asimismo, los fines conforman una cadena jerarquizada y continua, sin saltos bruscos o eslabones perdidos entre lo inanimado, lo animado no animal, los animales y el hombre. Entre el reino de lo animado y lo inanimado, los pasos intermedios nos son desconocidos. Entre el reino vegetal y el animal, Aristóteles encuentra ejemplos de eslabones intermedios, como por ejemplo, las esponjas marinas y las anémonas.
2. La jerarquización de las especies puede desprenderse de un estudio detallado de sus estructuras anatómicas, y de la fisiología de sus diversos sistemas: digestivo,

3 «Mediante este dispositivo, lo mortal participa de la inmortalidad, tanto el cuerpo como todo lo demás» (Aristóteles, Sobre el alma, II 4, 415a-26, tomado de Düring, 1990: 822).

cardiovascular, o respiratorio. Será el calor interno uno de los criterios distintivos fundamentales para establecer esa ordenación gradual de los seres vivos, lo que lleva a Aristóteles a priorizar el corazón sobre cualquier otro órgano. A mayor temperatura, mayor grado de perfección y prominencia tendrá el ser vivo y mayores y complejas serán las funciones que podrá ejercer: vegetativas (todos los seres vivos), perceptivas y motoras (reino animal y el hombre) y racionales (sólo el ser humano).

3. Esta cadena continua en la que se ordenan los seres vivos no implica, de ninguna manera, que Aristóteles acepte la idea de una evolución de las especies. Criticando las tesis de Empédocles, según las cuales los organismos han ido surgiendo evolutivamente de un primigenio caos de materia elemental (átomos), nuestro filósofo establece la eternidad de las especies, por lo que éstas no han podido generarse a partir de formas evolutivas inferiores, sino que han existido desde siempre.
4. Los órganos de los seres vivos están especializados, cumpliendo cada uno de ellos una función determinada y no varias a la vez. El corazón es el *fogón* encargado de producir el calor interno necesario para el resto del cuerpo, y el que lo mantiene vivo. En este órgano sitúa la sede de la inteligencia y del alma (entendida en este caso como calor vivificante, o Pneuma). Para Aristóteles, el alma, *psyché*, es indisoluble del cuerpo y no puede diferenciarse de sus funciones. El alma nutritiva y sensorial perece con la muerte del cuerpo. Sólo el alma racional que es intuición activa (*nous*) tiene procedencia divina y es eterna. Sobre este tema se puede consultar su obra *Sobre el alma*, fundamentalmente la parte III.
5. La naturaleza sigue una ley de compensación, y mediante la adición de contrarios, ejerce un efecto nivelador de los excesos. El cerebro es uno de estos contrarios, y tiene como finalidad refrigerar el exceso de calor producido por el corazón. Aristóteles no liga el cerebro con la inteligencia ni con las facultades senso-perceptuales y su tesis de que es un órgano frío y húmedo y sin sangre, perdurará casi hasta el siglo XVII. La actividad pensante se debe a una mezcla proporcionada entre el calor del corazón y la «frialidad» del cerebro.
6. De la primacía del calor se servirá Aristóteles para justificar ciertos prejuicios sexistas, que relegan a la mujer (y a las hembras animales) a un papel pasivo en la procreación: el elemento masculino representa la forma (*morphé*), el principio activo y móvil que, debido a que su alta temperatura corporal, es capaz de «cocer» (*pepsis*) suficientemente la sangre y producir la semilla (*semen*) que será depositado en la hembra, mero principio material y receptivo. Así, según su teoría, la transmisión hereditaria queda a cargo de los machos de todas las especies: «La mujer tiene por naturaleza un calor más escaso que el hombre, y por ello, en el aspecto fisiológico, se halla detrás del hombre. [...] La mujer no aporta ningún semen a la procreación.» (Aristóteles, *Generación de los Animales*, I, 19, 726b/ 30, 727a, tomado de Düring, 1990).

En el semen el individuo se encuentra el individuo preformado, es decir, con todos sus órganos y funciones ya desarrollados pero con un tamaño extremadamente pequeño, imposible de observarse. Si la reproducción ha sido la adecuada y la sangre ha tenido la *cocción* necesaria, el descendiente será un macho animal o un varón de especie humana. Si es ligeramente imperfecta, dará a luz una hembra o mujer. En el caso de que la reproducción o sus condiciones hayan sido aún más defectuosas, el resultado será un ser malformado. La hembra es, por lo tanto el primer eslabón de un deterioro reproductivo que conduce al monstruo. «El que no se

parece a sus padres ya es en cierto modo un monstruo, pues en esos casos la naturaleza se ha desviado de alguna manera del género. El primer comienzo de esa desviación es que se origine una hembra y no un macho.» (*Generación de los animales*, 767b, tomado de Düring, 1990)

VI. A modo de conclusión

La separación y autonomía que concedió Aristóteles a las distintas ciencias no debe llevarnos a la suposición de que el filósofo llevara a cabo algún tipo de reduccionismo con el que eludir las contradicciones y dificultades inherentes a un estudio serio de la naturaleza y mucho menos, que le llevara a rechazar todos aquellos factores y procesos de índole fundamentalmente cualitativa, y por ello mismo, a duras penas matematizables. Al contrario, Aristóteles es plenamente consciente del escollo que supone un acercamiento pretendidamente objetivo a la naturaleza, y más bien se esfuerza en llevar a cabo un cabal y comprometido acercamiento fenomenológico a la misma. El resultado es de una actualidad sorprendente, acercándose su modelo de investigación natural a las concepciones más holistas y sistémicas actuales. Revisando su obra, nos damos cuenta de que Aristóteles se adelantó a la modernidad, permitiendo que estructuras, fines y cualidades entraran a formar parte de una causalidad mucho más omniabarcante que la meramente eficiente. Su negación del dualismo pitagórico y platónico, devolvió al mundo del devenir el meritorio lugar que le correspondía: el ser genuina y satisfactoriamente real.

Platón y la Academia tomaron como punto de partida una escisión radical (*Chorismós*) entre el mundo absolutamente objetivo y verdadero de las ideas, y el mundo subjetivo y conjeturable del acontecer natural, que condujo a la investigación científica por una vía de depuración y aislamiento de todas aquellas determinaciones cualitativas que estorbaban: sólo lo permanente y no mudable es real, susceptible de ser aislado y convertido en elementos simples con los que operar matemáticamente y establecer leyes. Este racionalismo objetivista se convirtió en el fundamento de la investigación científica que luego emprenderían investigadores como Kepler, Galileo o Newton⁴ con grandes resultados, pero a costa de reducir nuestro mundo a un amasijo de números y fórmulas mucho más exactas, pero que nos desproveían de sentido, dejándonos simplemente ser entre otras cosas.

Aristóteles arremete contra este calculador y eficaz reduccionismo. Su compromiso con los procesos naturales «en bruto», observados sin añadiduras y sin restas, tal y como se presentan a nuestra conciencia, le permitieron adelantarse a muchos de los postulados de la ciencia contemporánea, por ejemplo a la mecánica cuántica, donde para acercarse comprensivamente al universo, hay que partir de una totalidad abrumadoramente compleja que explique sus partes, y no a la inversa. Las nociones de movimiento, estructura y sistema han de vertebrar cualquier comprensión de la realidad:

Bohm, Prigogine, Eigen, Jantsch y otros han comentado los inconvenientes de la mecánica clásica (incluyendo algunos aspectos de la mecánica cuántica) y han pedido una filosofía en la que el cambio no fuera una apariencia periférica, sino un fenómeno fundamental. Aristóteles ha desarrollado precisamente una filosofía de este género y podemos aprender mucho de él. Incluso en los detalles, Aristóteles va bastante más lejos que sus modernos sucesores (Feyerabend, 1987: 9).

4 Véase en este mismo volumen los artículos de Inmaculada Perdomo Reyes, «J. Kepler (1571-1630): la creatividad y el rigor en la búsqueda de la armonía del mundo», y Godfrey Guillaumin, «Galileo Galilei. Evidencia experimental matemáticamente analizada en la Filosofía Natural de principios del siglo XVII» (*comps.*).

VII. Bibliografía

Obras de Aristóteles en castellano

Aristóteles (1985-2005), *Obras Completas*, Madrid, Gredos. Lo componen 21 títulos publicados:

Metafísica de Aristóteles. Edición trilingüe (griego, latín y castellano) de V. García Yebra. *Metafísica*. Trad. y notas T. Calvo. *Poética de Aristóteles*. Edición trilingüe de V. García Yebra. *Acerca del Alma*. Trad. Tomás Calvo. *Tratados de Lógica*. Traducción M. Candel. Volumen I: *Órganon I*. Volumen II: *Órganon II*. Aristóteles/ Pseudo Aristóteles. *Constitución de los atenienses/ Económicos. Ética Nicomáquea. Ética Eudemia. Acerca de la generación y la corrupción. Tratados de historia natural*. Trad. Ernesto La Croce. *Política*. Trad. J. Pallí. *Retórica*. Trad. Q. Racionero. *Investigación sobre los animales*. Trad. J. Pallí. *Reproducción de los animales. Física. Acerca del cielo. Meteorológicos*. Trad. M. Candel. Pseudo Aristóteles/ Anónimo. *Fisiognomía/ Fisiólogo*. Aristóteles/ Euclides. *Sobre las líneas indivisibles. Mecánica/ Óptica. Catóptrica. Fenómenos. Partes de los animales. Marcha de los animales. Movimiento de los animales*. Trad. E. Jiménez y A. Alonso. *Problemas. Fragmentos*.

_____ (1999), *Categorías, De Interpretatione*, Madrid, Tecnos. Incluye además Porfirio: *Isagoge*. Introducción, traducción y notas de A. García Suárez, L. M. Valdés Villanueva y J. Velarde Lombráña.

_____ (1964), *Física/ Segundos Analíticos*. En *Obras*, Madrid, Aguilar. Traducción y notas de F. P. de Samaranch.

_____ (2007), *El hombre de genio y la melancolía (problema XXX)*, Barcelona, Cuadernos del Acantilado 23. Traducción de C. Serna, prólogo y notas de J. Pigeaud y revisión de J. Pórtulas.

Bibliografía sobre Aristóteles

Anscombe, G. E. M.; Geach, P. T. (1961), *Three Philosophers*, Ithaca, Cornell University Press.

Barnes, J. (1995), *The Cambridge Companion to Aristotle*, Cambridge, CUP.

Bekker, I. (1831-1870), *Opera*, Berlín, Academia Regia Borussica.

Bröcker, W. (1963), *Aristóteles*, Santiago de Chile, Ediciones de la Universidad de Chile. Traducción de F. Soler Grima. Prólogo de A. Wagner de Reyna.

Cherniss, H. (1944), *Aristotle's Criticism of Plato and the Academy*, Baltimore, The John Hopkins Press.

Chevalier, J. (1968), *Historia del Pensamiento, Tomo I, El pensamiento Antiguo*. Madrid, Aguilar. Traducción y Prólogo de J. A. Miguez.

Crubellier, M.; Pellegrin, P. (2002), *Aristotele: Le philosophe et les saviors*, París, Éditions du Seuil.

Cuvier, G. (1836), *Le règne animal distribué d'après son organisation, Chez Crochard et Cib Libraires*, París, France.

Düring, I. (1990), *Aristóteles*, México, UNAM.

Feyerabend, P. (1987), *Adiós a la Razón*, Madrid, Teenos.

Guthrie, W. K. C. (1933), *Historia de la Filosofía Griega. Volumen VI: Introducción a Aristóteles*, Madrid, Gredos.

Guy, A. (1968), *Ortega y Gasset, crítico de Aristóteles. La ambigüedad del modo de pensar peripatético, juzgada por el raciovitalismo*, Madrid, Espasa-Calpe. Traducción de M. L. Pérez Torres.

Heidegger, M. (2002), *Interpretaciones fenomenológicas sobre Aristóteles. Indicación de la situación hermenéutica. Informe Natorp*, Madrid, Trotta. Trad. de J. A. Escudero.

Jaeger, W. (1946), *Aristóteles, bases para la historia de su desarrollo intelectual*, México, Fondo de Cultura Económica.

Laercio, D. (2007), *Vidas y opiniones de los filósofos ilustres*, Madrid, Alianza. Traducción, introducción y notas de C. García Gual.

Lynch, J. P. (1972), *Aristotle's School: A study of a Greek Educational Institution*, University of California Press.

Mariás, J. (1980), «El sentido de la filosofía en Aristóteles». En *Biografía de la Filosofía*, Madrid, Alianza.

- Mosterín, J. (2006), *Aristóteles. Historia del pensamiento*, Madrid, Alianza.
- Marcos, A. (2000), *El testamento de Aristóteles: memorias desde el exilio*, Leon, Edilesa.
- Nuyens, P. (1948), *L'évolution de la psychologie d'Aristotle*, Lovaina.
- Simpson, G. C. (1961), *Principles of animal taxonomy*, New York, Columbia University Press.
- Vegetti, M. (1981), *Los orígenes de la racionalidad científica*, Barcelona, Península. Traducción de C. San-Valero.