

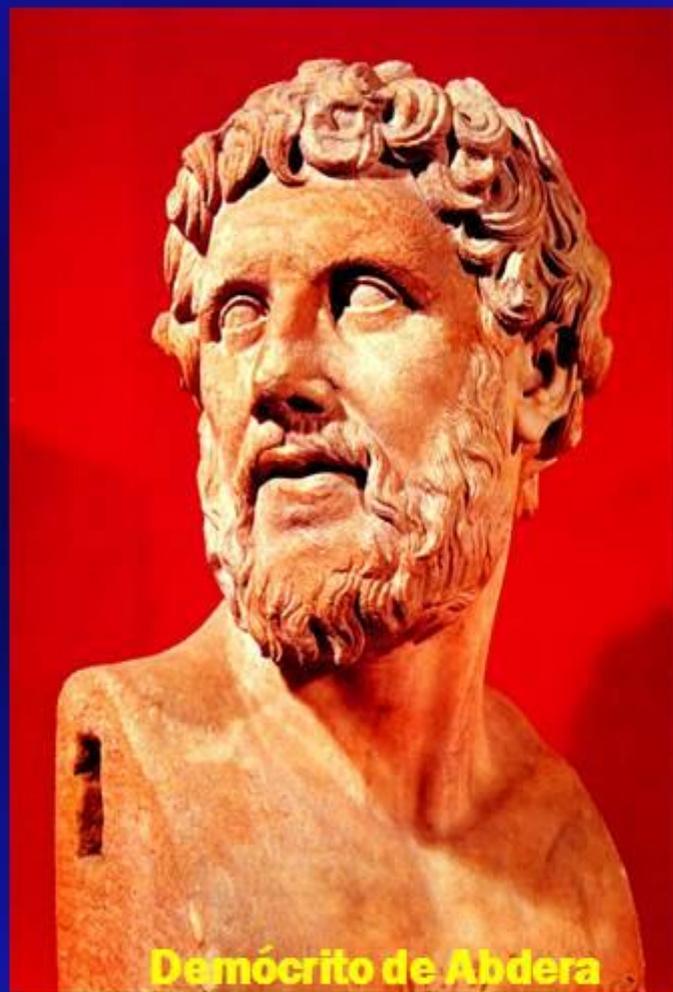
Miguel Katz

Historia del atomismo

**ASOCIACIÓN
QUÍMICA
ARGENTINA**



2017



HISTORIA DEL ATOMISMO

HISTORIA DEL ATOMISMO

Por

MIGUEL KATZ

ASOCIACIÓN QUÍMICA ARGENTINA



2017

© 2017 Asociación Química Argentina.
Sánchez de Bustamante 1749 C1425DUI
Ciudad Autónoma de Buenos Aires. República Argentina.
Tel/Fax (54 11) 4822 4886.

Libro de edición electrónica
Hecho en la República Argentina
Hecho el depósito de la Ley 11.723
Derechos reservados

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-99428-8-8

Agradecimientos:

A la Asociación Química Argentina en las personas de su Presidente, Dra. Alicia Fernández Cirelli, de su Vicepresidente, Dra. Noemí Walsöe de Reca y de su Responsable de la División Educación: Dra. Lydia Galagovsky.

*A mi hijo Hernán,
quien me alienta a perseguir quimeras*

PRÓLOGO

El presente libro del Dr. Miguel Katz es un océano donde bucear la riqueza de ideas y diversidad de concepciones que están obliteradas –necesariamente- cuando en cualquier libro de Química escolar leemos un primer párrafo como el que sigue:

“El átomo está en la mente del Hombre desde centurias antes de Cristo; este concepto proviene de los filósofos griegos (Leucipo, Demócrito, Empédocles, etc.). No todos los filósofos griegos apoyaban la idea atomística, Aristóteles, por ejemplo, cuyo gran prestigio relegó el concepto durante toda la Edad Media. El atomismo volvió a aparecer durante el Renacimiento. Por los años posteriores al 1700 aparecieron modelos físicos para los gases que reflataron la hipótesis atomística. Recién en 1810 apareció la primera teoría atómica con bases experimentales, formulada por el químico inglés John Dalton”.

La ciencia es una construcción humana y, como tal, más allá de su avance teórico y tecnológico, tiene preguntas filosóficas como su motor disparador, y respuestas controversiales como el motor de su productividad.

Una pregunta central y primigenia ha sido y es: ¿de qué está hecha la materia?

A partir de esta pregunta se abren otras muchas: ¿Es la materia continua o está formada por unidades diminutas e imperceptibles, que no pueden dividirse (átomos)? Están esos átomos en contacto unos con otros o separados? Si estuvieran separados ¿qué hay en el medio? ¿Tienen esos átomos forma, tamaño y cualidades diferentes? ¿Cómo serían y cuáles serían las evidencias si los átomos fueran inobservables? ¿Son los átomos indestructibles e incorruptibles o existe la transmutación? ¿Se mueven los átomos? ¿Quién los mueve o por qué se mueven? Si los átomos son eternos, inmutables, indestructibles e increables ¿cómo se puede transformar a los átomos de hierro en los de otra sustancia? En un cuerpo material ¿son todas sus partículas idénticas o existirá algún cuerpo que se componga de diferentes partículas? ¿Son los animales, vegetales y minerales cuerpos para los que regirían las mismas ideas sobre su constitución? ¿Y el cuerpo de los seres humanos? ¿Es el alma un cuerpo? ¿Existe el vacío como espacio donde no hay absolutamente nada? ¿Si el Universo estuviese lleno de partículas ¿cómo podría moverse lo que se mueve? ¿Quién mueve o por qué se mueve lo que se mueve? ¿Cómo se comprende que existan átomos? ¿Acaso Dios los creó inicialmente? Pero si Dios es el único principio y el único autor de todas las cosas, y además las cosas cambian permanentemente ¿entonces Dios se encarga de esos cambios? ¿Existe un plan divino de la Creación del Universo que incluya mecanismos posteriores de modificación autónoma y permanente de sus partes? ¿Hay átomos materiales, átomos de luz, átomos de tiempo, átomos de vida, átomos de alma, átomos inmateriales?

A partir de posibles respuestas a estas preguntas, basadas en especulaciones, observaciones, creencias y/o experimentos, cientos de pensadores han entrado en controvertidas posiciones, desde tiempos remotos.

En este libro, el Dr. Katz nos conduce por un laberinto complejo, donde queda patéticamente plasmado el carácter humano de la ciencia química. Carácter humano porque une ideas fantasiosas con creencias, experimentos y observaciones con consecuencias académicas, religiosas y políticas. El hilo conductor del libro es el concepto de atomismo, que ha confrontado a defensores y opositores de diversas ideas, tanto en la arena académica como en la de jerarquía y poder. Las controversias académicas pueden haber condenado al olvido o haber encumbrado a sostenedores o detractores, pero también pudieron haberlos conducido a la muerte física real.

Imposible de abreviar más, el siguiente relato es una secuencia sintética del presente libro, cuyos capítulos revelan que:

* Civilizaciones de la India, China, Mesopotamia y Grecia propusieron enfoques particulares para responder a las preguntas mencionadas arriba. Algunas de estas respuestas penetraron en las culturas antiguas y, aún, llegaron hasta nosotros.

* Aristóteles (siglo IV a.C.) propuso una teoría dualista en la base de todos los hechos, admitiendo la necesidad de una cooperación inicial de la materia con la Inteligencia Suprema, para producir el Cosmos. Dios creó la materia y desde la Creación le impuso las normas que regulan su funcionamiento. Así considerado, el atomismo no implicaba ninguna herejía. Resulta evidente, entonces, por qué las ideas aristotélicas hubieran subsistido durante la Edad Media bajo la tutela de una religión monoteísta poderosa. Toda especulación que intentase descubrir, describir, o discutir acerca de la naturaleza de los átomos, sus propiedades, cualidades y/ o formas de interactuar fueron consideradas como iniciativas heréticas, propias de individuos ateos. El pensamiento aristotélico, reinterpretado por Santo Tomás de Aquino, sería la filosofía oficial de la Iglesia Cristiana.

* El atomismo, sin embargo, nunca dejó de existir como una teoría de la materia y del tiempo, tanto en la tradición occidental como en la filosofía medieval árabe y judía. Las controversias persistieron: la mayoría de las teorías atomistas medievales tienen muy poco en común con el atomismo antiguo, ya que estaban vinculadas con preocupaciones teológicas complicadas, como la eternidad del mundo, la creación, la existencia de la materia prima, y más en general con la existencia finita de las cosas naturales. La reacción contra el Aristotelismo que sacaba al Corán del centro de la Teología, se llevó a cabo por los teólogos espiritualistas Mutakalemim que adoptaron la filosofía materialista que consideraba la existencia de *átomos* y *vacío* (sistema similar al de Demócrito). Maimónides y Averroes (siglo XII) discutieron el tema.

* Algunos otros enfoques medievales desarrollaron el atomismo mediante teorías matemáticas sobre la divisibilidad del *continuum*, o teorías físicas que intentaban explicar los fenómenos naturales; y, nuevamente se alzaron controversias. Averroes, promovió enfoques más aristotélicos y, sin embargo, algunos de sus argumentos adoptados por teólogos cristianos, generaron conflictos con la Iglesia que, en 1277 condenó al averroísmo cristiano, afirmando que 219 de las tesis averroístas eran inaceptables.

* Los escritos de los atomistas griegos Lucrecio y Epicuro reposaban ocultos o perdidos en alguna biblioteca de algún monasterio. Sin embargo, durante el siglo XV, el interés por estas obras tuvo un crecimiento importante debido, principalmente, a dos factores: el perfeccionamiento de la

imprensa y el descubrimiento de un manuscrito de “*De rerum natura*” del siglo II por Gian Francesco Poggio Bracciolini -secretario apostólico del Papa Bonifacio IX-.

* En 1543 Petrus Ramus escribió dos libros en los que atacó la teoría aristotélica. Esto provocó una violenta reacción de la Iglesia: su publicación fue prohibida, sus libros quemados, y Ramus fue obligado a guardar silencio por orden del Papa Francisco I. Luego de la muerte del Papa Ramus abrazó la fe reformista (Martín Lutero valoró sus “95 tesis”), y fue forzado a abandonar París. Su casa fue saqueada y sus libros quemados. Infortunadamente regresó a París donde fue herido de muerte en la masacre de San Bartolomé en 1572. Si bien no escribió explícitamente sobre el atomismo, se lo considera uno de los puntales del ataque a la teoría aristotélica.

* Entre los partidarios del atomismo del siglo XVI se suele citar a Sébastien Basson, quien utilizó dos metáforas para describir a los átomos. En la primera los consideraba como a las letras del alfabeto, cuya combinación da origen a distintas palabras. En la segunda metáfora, Basson comparaba a los átomos con los ladrillos de un edificio. Aunque todos los ladrillos fueran idénticos, las edificaciones construidas con ellos podían ser diferentes. Este *átomo ladrillo* daba la idea de una materia primordial homogénea, con lo que las diferencias entre los agregados era una mera cuestión de configuración. Las metáforas usadas por Basson dividieron las opiniones entre “corpuscularistas”, que optaron por el átomo “alfabeto” y los “químicos mecanicistas”, que sostuvieron al átomo “ladrillo”. En la década de 1630, Daniel Sennert y Sébastien Basson se cuestionaron sobre la relación entre los átomos y los cuerpos que tienen propiedades químicas específicas y la posibilidad de revelar esas relaciones mediante experimentos.

* Francis Bacon, a principio del siglo XVII, negó teorías anteriores y sostuvo que el agua es el único constituyente material de los cuerpos, y que, además, en cada cuerpo hay un constituyente espiritual que le da al objeto su carácter propio. Este constituyente espiritual ha sido creado por Dios y pueden pasar de una sustancia a otra dando lugar a los cambios químicos.

* A principios del siglo XVII continuaba el debate en torno a la idea de si los átomos permiten la transmutación o son unidades eternas, indivisibles e indestructibles. Sin embargo, el átomo comenzó como idea a cumplir un papel totalmente diferente, al utilizarlo como una herramienta explicativa. Entre estos nuevos atomistas sobresalieron tres: Galileo Galilei, Thomas Harriot, e Isaac Beeckman.

* Comienzan a suscitarse controversias sobre la originalidad de las ideas, en referencia al prestigio personal: en 1630 Des Cartes (o Descartes) le escribió cartas insultantes a Isaac Beeckman, en las que negaba haber aprendido algo de él. Beeckman se defendió, pero Des Cartes aseveró que Beeckman no tenía alguna capacidad intelectual, y consideraba que los manuscritos de Beeckman eran una colección de basura.

* También continuaron los problemas por los orígenes paganos y ateos del atomismo; cualquiera que lo sostuviera era teológicamente sospechoso. Galileo Galilei creía en los átomos, los consideraba como puntos materiales. Sus ideas lo enfrentaron con la Iglesia. La convicción de la Iglesia romana tanto en la doctrina de la transubstanciación —la creencia que el pan y el vino pueden convertirse literalmente en la carne y la sangre de Cristo— como en la existencia del alma como ente in-

material, eran difíciles de compatibilizar con la teoría de que sólo existen átomos indivisibles y vacío. Galileo transmitió la impresión de que los átomos, si bien son infinitamente pequeños tienen, dentro de esa escala, distintos tamaños y presentan distintas superficies, y que la mayor o menor cohesión entre ellos depende de sus superficies. Sobre la base de esta hipótesis trató de explicar el “horror al vacío” razonando que cuanto menor es la masa de un cuerpo mayor es su superficie específica y que en el caso de los sólidos la cohesión de los átomos se debía a la succión del vacío entre superficies infinitamente pequeñas. Por supuesto, estaba en la pista equivocada. La experiencia e invención del barómetro por Torricelli y la de la bomba de vacío inventada en 1654 por Otto von Guericke hirieron severamente la hipótesis de la no-existencia del vacío.

* Pierre Gassendi “revivió” al atomismo, y logró que fuese mejor comprendido y aceptado, especialmente al separarlo de su identificación con el ateísmo. Explayándose en la tesis de Epicuro, Gassendi describió a los átomos diciendo que no pueden ser creados ni destruidos, tienen peso y no pueden ser subdivididos. Se diferenció de la concepción griega en cuanto a su origen: no han existido por siempre sino que fueron creados por Dios. Los átomos no se mueven (por sí mismos) sino por gracia de Dios. Esta es la idea que intentaba liberar al atomismo del ateísmo.

* A mediados del siglo XVII se reavivó la controversia: René Des Cartes sostuvo una concepción diferente a la de Gassendi, considerando que el universo estaba compuesto de una materia primigenia cuya característica esencial es su extensión. A diferencia de los atomistas, Descartes insistía en que la materia es infinitamente divisible y, dado que espacio y cuerpo son indistinguibles, no existe “espacio vacío” en la Naturaleza. Su coetáneo Thomas Hobbes postuló un atomismo más radical, en el cual el alma del hombre era también material, por lo que fue acusado de hereje. Fue Walter Charleton quien trató de refutar las acusaciones de ateísmo que pesaban sobre el atomismo y sus practicantes. Sostuvo que los átomos fueron creados *ex nihilo* por Dios quien les infundió una virtud motriz o “Energía interna”, que es la causa primera de todos los fenómenos naturales y que sólo un Ser Divino podría lograr que un sistema tan complejo como el Universo sea el resultado de millones y millones de átomos individuales.

* Hacia finales del siglo XVII Robert Boyle propuso que las propiedades químicas de los cuerpos macroscópicos eran el resultado de las propiedades e interacciones *mecánicas* de los corpúsculos que los forman. En la profusa obra de Boyle no hay ninguna mención al vacío. Sólo tomando en cuenta la profunda religiosidad de Boyle puede entenderse como, luego de comprobar experimentalmente las relaciones de compresibilidad del aire, se resistía a aceptar la idea del vacío. Boyle llevó a cabo una gran variedad de experimentos mediante los cuales comprobó que los ni los elementos aristotélicos ni los de los alquimistas eran tales. Más aún en toda su obra no hay mención a una sustancia simple a la cual él haya considerado un “elemento”. Boyle también se preguntó si existe o no un cuerpo elemental que esté presente en *todos* los cuerpos; es decir, si existe un “átomo ladrillo” y consideró que la transmutación chocaría frontalmente con la tesis sostenida por los atomistas de que los átomos son inmutables. Sin embargo, no contestó a estas preguntas: sus libros estaban llenos de experimentos pero no se explayaron en construir una teoría detallada sobre la relación entre los átomos y las propiedades químicas.

* Comenzado el siglo XVIII Isaac Newton estaba convencido que buena parte de la Química podía ser explicada en términos de la mecánica de corpúsculos. Consideró que el estudio de los cor-

púsculos y sus comportamientos eran la llave para descubrir la manera en que Dios le dio forma al Universo. Extendió el enfoque corpuscularista hasta la consideración de existencias de corpúsculos en la luz.

* Promediando el siglo XVIII Daniel Bernoulli adhirió a la teoría corpuscular de la materia y en 1734 escribió las bases de la teoría cinética de los gases. A diferencia de Newton sostuvo que la presión es el resultado de los múltiples choques de los átomos contra las paredes del recipiente que los contiene; sus observaciones serían las bases de la ecuación que en 1873 enunciaría Johan Diderick van der Waals.

* Hacia finales del siglo XVIII la Alquimia dejó paso a la Química, gracias a numerosos investigadores que aún discutieron sobre la existencia —o no— de Flogisto y de Calórico. En palabras de Lavoisier: “*La química avanza hacia su objetivo, dividiendo, subdividiendo y volviendo a subdividir y no sabemos cuál será el término de ese suceso. No podemos asegurar que lo que hoy consideramos como sustancia simple lo sea en efecto: todo lo que podemos decir, es que tal sustancia es el término actual al que arriba el análisis químico y que, en el estado actual de nuestros conocimientos, ella no puede subdividirse más*” (*Traité élémentaire de Chimie*, T. 1, Couchet, Paris, (1789), p. 194).

* En los albores del siglo XIX un gran número de químicos había reconocido que los elementos pueden combinarse en más de una proporción para dar compuestos distintos. La controversia se centraba en si dichas proporciones eran discretas (posición defendida por Joseph Louis Proust) o continuas (posición defendida por Claude Louis Berthollet). Sería Dalton el que generara un “salto creativo” hacia la enunciación de la Teoría Atómica, defendiendo la posición de Proust; si bien incluso hoy en día se conoce un gran número de sustancias que no tienen composición definida y se los llama “berthólidos” en homenaje a Berthollet.

* La propuesta de Dalton entró en controversia con los resultados de Gay Lussac sobre las relaciones de volúmenes en las combinaciones entre gases. Los excelentes experimentos de Gay Lussac llevaron a Berzelius a formular que “*Volúmenes iguales de gases distintos, medidos a la misma presión y temperatura, tienen el mismo número de átomos*”. Dalton rechazó de plano la hipótesis de Berzelius y hasta llegó a afirmar que los resultados experimentales de Gay-Lussac eran erróneos. Más aún, Dalton introdujo una hipótesis *ad hoc* para salvar su teoría de la refutación: propuso que las partículas últimas de cada cuerpo gaseoso contienen una cantidad de “calórico” que le son características y que este factor es responsable de mantener a las demás partículas a una cierta distancia. Curiosamente, el conocimiento de los principios de la teoría atómica propuesta por Dalton se debió a que Thomas Thomson en la tercera edición de su libro *A system of Chemistry* (1807) los expuso. Desde entonces, se habla de “la Teoría Atómica de Dalton”.

* Avogadro publicó en 1811 un artículo que compatibilizaba el aparente desacuerdo entre los resultados experimentales de Gay-Lussac y los postulados de la teoría atómica de Dalton. En ese artículo, en lugar de admitir que los átomos de las sustancias simples gaseosas son partículas libres, Avogadro supuso que se encuentran asociados en número limitado, constituyendo cada asociación una partícula independiente, para la cual usó la denominación de Gassendi, molécula (del latín pequeña masa). Las sustancias simples gaseosas son un conjunto de moléculas formadas cada una de

ellas por un reducido número de átomos iguales. Al producirse una transformación química los átomos de las moléculas se disocian entre sí recombinándose con los átomos de otros elementos originando así las moléculas de las sustancias compuestas. El *Principio de Avogadro* se enuncia en términos modernos como: “*Volúmenes iguales de gases distintos, medidos a la misma presión y temperatura, contienen el mismo número de moléculas*”. En 1814 André Marie Ampère llegó a la misma conclusión que Avogadro, a partir de otras consideraciones.

* En 1814, surge una nueva controversia, esta vez es sobre la reivindicación de la paternidad de la Teoría Atómica: William Higgins publicó en el libro “*Experiments and Observations of The Atomic Theory and Electrical Phenomena*” una acusación a Dalton por haberle plagiado las ideas sobre la distinción entre átomos y moléculas que había implementado en artículos previos. Higgins también estaba absolutamente familiarizado con la afinidad que hoy llamamos valencia. Sin embargo, el libro de Higgins se ocupaba principalmente del problema del flogisto, y las referencias al uso de una hipótesis atómica estaban en la descripción y la discusión del trabajo experimental. Los reclamos de Higgins no tuvieron eco; la sociedad científica de la época no reconoció sus méritos.

El último capítulo de este libro está dedicado a la controversia entre Higgins y Dalton acerca de la paternidad de las ideas que subyacen a la conocida Teoría Atómica de Dalton. Importantes químicos han tomado partido al respecto: en un principio, Davy y Wollaston fueron partidarios de Higgins, mientras Thomson, Thenard, Dumas, Berzelius, Proust y Henry fueron partidarios de Dalton. Con el tiempo, en nombre de Higgins fue totalmente eclipsado.

A fines del siglo XIX químicos irlandeses comenzaron a rescatar los trabajos de Higgins (Dalton era inglés) y lograron reabrir el debate. A mediados del siglo XX nuevamente se reavivó la polémica Dalton-Higgins a través de una serie de artículos publicados en la revista *Nature* en los que renombrados químicos como Frederick Soddy, F. A. Paneth y J. R. Partington tomaron partido.

La Asociación Química Argentina agradece enormemente este nuevo esfuerzo original del Dr. Miguel Katz por acercar a los lectores aspectos desconocidos de la Historia de la Química, organizados esta vez desde la iluminación que se irradia desde el concepto de atomismo y de sus controversias, a lo largo de los tiempos.

Dra. Lydia Galagovsky

División Educación -AQA

PREFACIO

Desde la Antigüedad el hombre sintió curiosidad por conocer como era el medio que lo rodeaba. En las etapas más tempranas de la civilización, la ocurrencia de los fenómenos naturales se explicaba, fundamentalmente, atribuyéndolos a la voluntad de los dioses. No obstante ello, el hombre aprendió que en la Naturaleza se cumplen ciertas regularidades y con el transcurso de los siglos comenzó a generalizarlas y a aprovecharlas para satisfacer sus necesidades. El resultado práctico de esas generalizaciones lo llevó a inquirir más acerca del medio que lo rodeaba y a elaborar teorías acerca de las características de su entorno, teorías que se iban desprendiendo de algunas concepciones míticas. Las explicaciones de los cambios comenzaron a hacerse en términos de generación y corrupción, nacimiento y muerte aunque también muchos de ellos se explicaban en términos de lucha entre el bien y el mal. Cuando la interpretación de los fenómenos naturales pudo desprenderse de las connotaciones religiosas, surgió una concepción científica embrionaria acerca del comportamiento de la Naturaleza. No es de extrañar, entonces, que la mayoría de los textos de los filósofos griegos de la Antigüedad tuvieran títulos como “*Acerca de la naturaleza*”.

Parecería que las concepciones acerca de la naturaleza de la materia fueron originadas por autores griegos y romanos, como Leucipo, Demócrito, Empédocles, Lucrecio o Epicuro. Pero no ha sido así. Bastante antes se habían desarrollado sistemas filosóficos, especialmente en la India, cuyas ideas se propagaron hacia el Este, llegando hasta China y hacia el Oeste, donde fueron discutidos por los eruditos de la Mesopotamia asiática.

La concepción de la materia como teniendo límite a su división, fue eclipsada en parte, durante la Edad Media, por la influencia de las ideas de Aristóteles y en parte por la prédica de la Iglesia cristiana, para quien el atomismo excluía la posibilidad de la existencia del alma, la que según esas teorías no sería ni materia ni vacío y, por otra parte, al ser los átomos eternos estaban implícitamente negando la Creación y la posibilidad del Juicio Final. Con la expansión del poder terrenal de la Iglesia, el atomismo quedó reducido a disquisiciones filosóficas de eruditos árabes y judíos o de algunos filósofos europeos que trataban de congeniar estas teorías con las prescripciones del cristianismo mediante teorías matemáticas acerca de la divisibilidad del *continuum* o a partir de teorías físicas acerca de la materia y el tiempo.

Debe hacerse notar que los estudios atomistas de los teólogos árabes y persas de los siglos IX y X, así como los que desarrollaron en Egipto los eruditos judíos, durante los siglos X y XI, tienen poco que ver con los de los atomistas antiguos, ya que estaban centradas en preocupaciones teológicas más complicadas referidas a la eternidad del Universo, la relación entre la eternidad de los átomos y la finitud de las cosas creadas, la existencia o no de una materia primigenia, etc.

Se suele atribuir a Poggio Bracciolini el haber sido el primero en encontrar el libro *De rerum natura* de Lucrecio y con su publicación haber dado un nuevo impulso al atomismo. En rigor, esto no

es tan así. Como lo demostró Jean Philippe¹ en 1896, el poema de Lucrecio fue copiado y discutido a lo largo de la Edad Media sin interrupción desde la época de los Padres de la Iglesia hasta el siglo XII. Lo mismo es cierto para Epicuro, cuyas obras fueron parcialmente conocidas a través de una cadena todavía más larga de fuentes intermedias (Cicerón, Lactancio², San Jerónimo, San Ambrosio, San Agustín). William de Conches, en su *Philosophiæ Dragmaticon* también analizó pasajes del libro de Lucrecio.

Durante la Edad Media, los atomistas antiguos no fueron discutidos por sus teorías de la materia como tal, sino más bien por las consecuencias teológicas de sus puntos de vista, y entre ellos la negación de la providencia divina, la impasibilidad de Dios y la eternidad del mundo. Precisamente fue William de Conches uno de los primeros en tratar de compatibilizar el atomismo con la teología cristiana³

Al convertir a Aristóteles en el filósofo oficial de la Iglesia, ella adoptó el argumento del estagirita contra Demócrito ya que parecía una refutación contundente al atomismo: Si el mundo estuviera hecho de átomos sería imposible explicar cómo pueden formarse magnitudes continuas ya que el mundo sería totalmente discreto. Los átomos o bien tienen una magnitud o no la tienen. Si la tienen, son divisibles y por la cualidad de ser divisibles, lo son *ad infinitum*. Pero si no tienen magnitud, no pueden formar magnitudes continuas, ya que no pueden estar en contacto. El primero en intentar refutar este argumento de Aristóteles fue Henry of Harclay, al afirmar que los puntos indivisibles se pueden tocar si son contiguos, con lo que se puede formar una entidad infinita a partir de un número infinito de puntos indivisibles. Sus continuadores en la Universidad de Oxford —Walter Chatton, William Crathorn y John Wycliff— también aceptaron la posibilidad de que un continuum estuviera formado por indivisibles pero, basándose en la paradoja métrica de la extensión de Zenón de Elea, restringieron esa posibilidad a que el número de indivisibles sea finito.⁴

La primera edición de *De rerum Natura* se publicó en Brescia en 1473 y fue seguida por tres ediciones entre 1501 y 1507. De esta manera, este tratado de filosofía natural atomista se hizo accesible a muchos estudiosos occidentales, entre ellos a Marcillo Ficino que dirigió la escuela platónica de Florencia, a Girolamo Fracastoro el médico⁵ que defendió las ideas de Demócrito en su *Opera Omnia*.

En el siglo XVI, Paracelso popularizó la idea de que el azufre el mercurio y la sal, no sólo eran los constituyentes de los metales, tal como sostenían los alquimistas medievales, sino que eran los

¹ J. Philippe, *Lucrece dans la théologie chrétienne du III^e au XIII^e siècle et spécialement dans les Écoles Carolingiennes* (Paris, 1896).

² Lucius Caelius Firmianus Lactantius (c.245 – c.325). Escritor latino y apologista cristiano.

³ En su diálogo *Sobre la Filosofía* (1.6) escribió: Cuando los epicúreos decían que la Tierra consiste en átomos, decían lo correcto. Pero cuando decían que esos átomos no tenían comienzo y que “*volaban separados de aquí para allá en un gran vacío*” y que luego se agregaban en cuatro cuerpos grandes, estaban equivocados, ya que nada puede existir sin un comienzo y un lugar, excepto Dios.

⁴ Ver **Robert, A., (2009)**: “William Crathorn’s mereotopological atomism”. En: **Robert, A., Grellard, C.** (eds) *Atomism in late medieval philosophy and theology*. Brill, Leiden, pp. 127–162.

⁵ Entre otras cosas, fue el que le dio el nombre de sífilis a esa enfermedad y recomendó usar mercurio para su tratamiento.

constituyentes de toda la materia, aunque de su obra no se infiere si existía o no un límite a la división de la materia, es decir, si existían los átomos.

Otro estudioso que se dedicó al análisis de los escritos de Lucrecio, fue Bernardino Telesio, quien se inspiró en ellos para escribir *De rerum natura iuxta propria*, donde criticó fuertemente a la Física de Aristóteles, sosteniendo que antes de seguirlo a él, se debe seguir a la experiencia. Telesio sostuvo que hay tres principios, dos activos —el frío y el calor— y un pasivo: la materia. Que el espacio es un inmenso contenedor de cuerpos y que puede existir aún cuando no contenga cuerpos y que el tiempo transcurre aún en ausencia de eventos⁶. Para Telesio, no hay distinción entre el mundo sublunar y el supralunar, todo el Universo contiene átomos en movimiento, los que son específicamente distintos entre sí. Esos átomos se combinan o se separan mediante la acción de los principios activos, el frío y el calor.

Pierre de la Ramée, más conocido como Petrus Ramus, escribió *Dialecticæ Institutiones* y *Aristotelicæ Animadversiones* en los que atacó la teoría aristotélica usando los argumentos del atomismo de Demócrito y de Lucrecio. La publicación fue prohibida, sus libros quemados y Ramus fue obligado a guardar silencio por orden del Papa Francisco I.

Otra de las obras que contribuyeron a un mejor entendimiento del atomismo fue *Vida de los filósofos*, escrita en el siglo III por Diógenes Laercio, impresa por vez primera en 1533. Las *Vidas* de Diógenes incluyen las de los atomistas de Abdera: Leucipo y Demócrito y el décimo libro está completamente dedicado a Epicuro de Samos. En él se encuentran cartas de Epicuro a Heródoto y a Pitocles, siendo esta última una de los más claras y concisas exposiciones sobre la filosofía natural atomista. De modo que en el siglo XVI vastos escritos de los antiguos se volvieron accesibles para completar y estimular el interés por el atomismo.

Sebastien Basson se planteó el interrogante acerca de si los átomos eran todos iguales o no y formuló dos metáforas para ese planteo. La primera los consideraba como a las letras del alfabeto, cuya combinación da origen a distintas palabras. Mediante esta metáfora, Basson sugería la posibilidad de que hubiese *átomos diferentes* y que la diferencia entre los átomos permitiría que su conjunto tuviese cualidades específicas. En la segunda metáfora, Basson imaginaba a los átomos como los ladrillos de un edificio. Aunque todos los ladrillos fueran idénticos, las edificaciones construidas con ellos no tenían por qué ser iguales. Este *átomo ladrillo* daba la idea de una materia primordial homogénea, de modo que las diferencias entre los agregados era una mera cuestión de configuración.

Las metáforas usadas por Basson dividieron las opiniones de los corpuscularistas. Unos optaron por el átomo “alfabeto” y otros por el átomo “ladrillo”. Los que optaron por esta última imagen, según la cual las partículas últimas tienen solamente propiedades primarias —extensión, forma, impenetrabilidad y masa— fueron llamados “*químicos mecanicistas*”. En cambio, Daniel Sennert fue uno de los partidarios del átomo alfabeto. Sus ideas fueron adoptadas por Robert Boyle, cuando era

⁶ Estas concepciones, conocidas como *espacio absoluto* y *tiempo absoluto*, sería sostenidas un siglo más tarde por Isaac Newton.

joven, y así lo publicó en uno de sus trabajos. Pero años más tarde al deducir que esas ideas iban en contra de sus principios religiosos se lamentó de no haber quemado el trabajo.

Giordano Bruno (1548 – 1600) escribió sobre el atomismo en su poema *De triplici minimo et mensura* en donde expresó: “He aquí la unidad, he aquí el átomo y el espíritu total esparcido por todos lados, no contenido en ninguna masa pero dejando su impresión en todas las cosas”⁷ En su concepción sólo la unidad es eterna y se manifiesta de tres maneras: en lo físico como el átomo, en lo espiritual como el alma y en lo racional como el número. Para él, el atomismo fue el principio metafísico sobre cuya base se podía demostrar la unidad subyacente en toda la naturaleza.

En el siglo XVII, hubo grandes pensadores que estuvieron a favor y en contra del atomismo. Entre los detractores se destacaron René des Cartes y Gottfried Wilhelm Leibniz (o Leibnitz). El primero negó rotundamente la existencia del vacío e, inclusive, propuso un experimento para demostrar que aunque no hay vacío, los cuerpos tienen libertad de movimiento. El segundo, sostenía que los átomos sólo debían considerarse como puntos geométricos al describir el comportamiento macroscópico de los cuerpos en movimiento. Curiosamente, Robert Boyle, famoso por su ley de compresibilidad de los gases, en su madurez científica omitió pronunciarse acerca de la existencia de átomos o del vacío. En ese siglo, quien desarrolló una teoría atomista con un cierto fundamento científico y adecuada a los principios del cristianismo fue Pierre Gassendi en su libro *Syntagma Philosophiae Epicuri*, en cuyas tres secciones discutió sobre la necesidad del vacío, analizó el experimento de Torricelli, propuso que los átomos indivisibles pueden unirse en pequeño número formando agregados de átomos iguales o distintos, a los que llamó *moleculæ* o *corpusculæ*, agregados que eran responsables de las cualidades macroscópicas de las sustancias. La diferencia entre la concepción de Gassendi y el atomismo clásico radicaba en que, para él, los átomos no son eternos sino que fueron creados por Dios y no se mueven por sí mismos sino por la voluntad de Creador.

Ya más avanzado el siglo XVII, Newton expuso una perspectiva corpuscularista. Esta opinión no sólo se limitaba a la materia perceptible como tal, sino que incluía hasta los fenómenos luminosos. La comprobación experimental de Newton de que la difracción de la luz “blanca” a través de un prisma, da lugar a un conjunto de haces de diversos colores que van desde el rojo al azul, lo llevó a razonar que siendo el color una *cualidad* y que sólo los objetos poseen cualidades, la luz es de naturaleza material, consistente en pequeñísimas partículas emitidas por los cuerpos luminosos. Sobre esta base pensó que esas partículas podrían recombinarse formando materia sólida. En consecuencia, los cuerpos consistentes y la luz eran interconvertibles. Por ello, las partículas de la luz y las de los cuerpos sólidos interactuaban: la luz agitando y calentando a las de los cuerpos y estos últimos atrayendo o repeliendo a la luz.

Ya en el siglo XVIII, Daniel Bernoulli utilizó el modelo atómico para explicar cuantitativamente el comportamiento de los gases, dejando abierta la posibilidad de que los gases se pudiesen apartar de ese comportamiento “ideal” si estuviesen constreñidos a moverse en un volumen tal que su volumen propio fuera significativo.

⁷ G. Bruno, (1591): “*De triplici...*”, I, ii.

A partir de los trabajos de Lavoisier, los hallazgos de la Química Cuantitativa dieron lugar a la enunciación de las llamadas leyes gravimétricas que terminaron de consolidar un modelo atomista de la materia. En 1789 y 1791 los trabajos de William Higgins, publicados en las dos ediciones de su libro, se anticiparon a los hallazgos de Richter, Proust y Gay-Lussac y al publicar Dalton su “A New System of Chemical Philosophy” dieron lugar a una controversia acerca de la paternidad de la Teoría Atómica, la que se desarrollará en la parte final de este libro conjuntamente con las polémicas suscitadas con posterioridad.

Vaya mi especial agradecimiento a la Dra. Lydia Galagovsky por sus valiosas sugerencias y correcciones a este trabajo, sin las cuales el mismo no se habrá concluido.

Miguel Katz

Febrero de 2017

CONTENIDOS

PRÓLOGO	i
PREFACIO	vii
CONTENIDOS	xii
I. ATOMISMO EN LA ANTIGUA INDIA	1
1.1. Los Vedas	1
1.2. Los sistemas filosóficos en la antigua India	1
1.3. Los temas a ser probados	5
1.4. Los elementos	9
1.5. Los átomos de Kanada	12
1.6. Las cualidades	13
1.7. La acción según Kanada	19
1.8. Comunidad	19
1.9. Distinción o Particularidad	19
1.10. Agregación	19
1.11. Negación	20
1.12. Otros objetos a probar	20
1.13. Las categorías racionales de Gótama	22
Bibliografía	23
II LA NATURALEZA DE LA MATERIA EN LA ANTIGUA CHINA	24
2.1. Las ideas de <i>qi</i> , <i>li</i> y <i>shu</i> en la metafísica china	24
2.2. Los conceptos de Yin, Yang y Wuxing	25
2.3. Relaciones entre los constituyentes de <i>Wuxing</i>	27
2.4. El taoísmo y el vacío	29
Bibliografía	30
III EL ATOMISMO EN LA ANTIGUA GRECIA	31
3.1. Introducción	31
3.2. Tales	
3.3. Anaximandro	33
3.4. Anaxímenes	34
3.5. Jenófanes de Colofón	36

3.6.	Pitágoras de Samos	37
3.7.	Heráclito de Éfeso	41
3.8.	Parménides	42
3.9.	Empédocles de Agrigento	43
3.10	Anaxágoras de Clazomene	45
3.11	Los atomistas de Abdera	47
3.11.1	Leucipo de Abdera	47
3.11.2	Demócrito de Abdera	49
3.12	Aristóteles de Estagira	54
3.12.1	La metodología inductivo - deductiva	56
3.12.2	La filosofía natural aristotélica	58
3.12.3	Epicuro de Samos	61
3.13.	Hierón de Alejandría	65
3.14.	Lucrecio	66
3.15.	Bolos de Mendes	67
3.16.	Zósimo de Panópolis	67
3.17.	Africanus	68
3.18.	Sinesio de Cirene	69
3.19.	Olimpiodoro	70
	Bibliografía	71
IV	EL ATOMISMO ÁRABE EN LA EDAD MEDIA	73
4.1.	Introducción	73
4.2.	La Kalâm	74
4.3.	¿Cómo llegaron las ideas griegas al mundo musulmán?	75
4.4.	Doctrina atomística de los Mutakalemim	79
4.5.	Razi	89
	Bibliografía	91
V	CONCEPCIONES ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA MATERIA, EN OCCIDENTE, DURANTE LA EDAD MEDIA.	93
5.1.	Introducción	93
5.2.	Los primeros registros	94
5.2.1.	Isidoro de Sevilla	94
5.2.2.	El Venerable Bæda	94
5.2.3.	Hrabanus Maurus	95
5.2.4.	Adelard of Bath	96
5.2.5.	Guillaume de Conches	97
5.2.6.	Nicolas d'Autrecourt	99
	Bibliografía	101
VI	EL ATOMISMO DURANTE EL RENACIMIENTO	103

6.1.	El “redescubrimiento” de Lucrecio y Epicuro	103
6.2.	Nicolás de Cusa	103
6.3.	Bibliografía	104
VII	EL ATOMISMO EN LA EDAD MODERNA	105
7.1.	Girolamo Fracastoro	105
7.2.	Paracelso	105
7.3.	Bernardino Telesio	107
7.4.	Petrus Ramus	107
7.5.	El redescubrimiento de la obra de Diógenes Laercio	108
7.6.	Giordano Bruno	108
7.7.	Sebastien Basson	109
7.8.	Daniel Sennert	110
7.9.	Francis Bacon	111
7.10.	Johann Baptiste van Helmont	111
7.11.	Otto Tachenius	113
7.12.	Johann Chrysostom Magnenus	113
7.13.	El átomo como herramienta explicativa	114
7.14.	Pierre Gassendi	117
7.15.	René Des Cartes	118
7.16.	Los filósofos mecanicistas	119
7.17.	Robert Boyle	120
7.18.	Isaac Newton	126
7.19.	Antoine Laurent Lavoisier	130
7.20.	Jeremiah Benjamin Richter	131
7.21.	Joseph Louis Proust	132
	Bibliografía	134
VIII	JOHN DALTON Y LA TEORÍA ATÓMICA	135
8.1.	John Dalton	135
8.2.	Leyes de la combinación en volumen	144
8.3.	Dificultades en la teoría atómica	144
8.4.	La hipótesis de Avogadro	146
8.5.	¿Cómo llegó Dalton a enunciar su teoría?	149
	Bibliografía	151
IX.	WILLIAM HIGGINS	153
9.1.	William Higgins	153
X	LA POLÉMICA HIGGINS – DALTON	159

10.1	Las reclamaciones de Higgins	159
10.2.	La polémica después de la muerte de Higgins	162
10.3.	Conclusiones	171
	Bibliografía	173
	Bibliografía general	174

I ATOMISMO EN LA ANTIGUA INDIA

1.1. Los Vedas

Se suele afirmar que las primeras teorías acerca de la naturaleza de la materia se desarrollaron en la antigua Grecia. Como testimonio, se citan los trabajos de Thales de Mileto, Anaxágoras, Anaximandro o los atomistas Leucipo y Demócrito. Sin embargo, hay antecedentes de estos trabajos en la cultura india.

Los textos más antiguos sobre las ideas religiosas, filosóficas y sobre las costumbres en la antigua India, son los Vedas. Para los hindúes, el Veda original fue revelado por Brahma y fue preservado por tradición oral hasta ser ordenado a su arreglo actual por un sabio quien, por ello, mereció el mote de Vyasa o Védavyasa, que significa *compilador de los Vedas*. Él distribuyó las Escrituras indias en cuatro partes que fueron llamados *Rig*, *Yajush*⁸, *Sáman* y *Atharvana*,⁹ cada uno de los cuales lleva la denominación de Veda.¹⁰ En los tres primeros se encuentran las plegarias solemnes, llamadas *yajuyas*, empleadas en los ritos religiosos. Aquellas que están en prosa se llaman *Yajush*; aquellas que están en métrica se denominan *Rig* y algunas que están redactadas para cantar, se llaman *Sáman*. Estos nombres que distinguen diferentes porciones de los *Vedas* son anteriores a su separación en la compilación de Vyasa. Pero el *Atharvana*, al no ser usado en las ceremonias religiosas antes mencionadas y conteniendo plegarias de purificación en ritos que comprenden desde las deidades hasta imprecaciones a los enemigos es, esencialmente, diferente de los otros *Vedas*.

1.2. Los sistemas filosóficos en la antigua India.

Además de los textos religiosos, en la India se desarrollaron seis sistemas filosóficos (*darshanas*) que, entre otras cosas, se ocuparon de interpretar la naturaleza de la materia y algunos de ellos dieron una interpretación atomista de la misma que, con algunas variantes, sería enunciada por los atomistas de Abdera. Esos seis sistemas se llaman Vedanta, Yoga, Samkhya, Mimánsa, Nyáya y Vaisheshika.

⁸ También llamado *Yajurveda*.

⁹ También llamado *Atharvaveda*. Este Veda parece ser mucho más moderno que los otros tres, ya que en escritos antiguos no se lo menciona. Así el legislador Manú, célebre por su código *manhava drama sastra* (probablemente anterior del siglo VI a.C.) sólo nombra a los otros tres

¹⁰ Varios poemas mitológicos titulados *Itiása* y *Puránas*, son reconocidos como un suplemento a la escrituras sagradas, y como tal se lo menciona como el quinto *Veda*

Si bien todos los darshanas se ocuparon en inquirir sobre la Naturaleza y de elaborar teorías acerca de la materia, el Vaisheshika es el que la expuso con más claridad para el pensamiento contemporáneo. Este sistema se desarrolló en la India, probablemente, entre el período pre-budista y el budista; algunos estudiosos estimaron su origen en el siglo VIII a.C., aunque el consenso general lo ubica entre los siglos VI y V a.C.

El expositor del Vaisheshika¹¹ fue un filósofo apodado Kanada. El apodo significa “que come átomos” y deriva de una leyenda según la cual mientras cavilaba sobre la materia desmenuzaba con los dedos trozos de pan que iba comiendo y tuvo la intuición de que deberían existir partículas de pan tan pequeñas que fuera imposible dividirlos. A una partícula de característica indivisible la llamó *anu*. En su visión, hay cinco clases de *anus* que componen todo lo existente en el Universo: el agua, la tierra, la luz o el calor, el aire y el éter. Esos *anus*, además de indivisibles, son eternos. La teoría atómica, tal como fue propuesta por él, tiene muchos puntos en común con la de algunos filósofos griegos. Su teoría acerca de la propagación del sonido es particularmente notable para la época en que fue expresada. No menos notable es su afirmación de que la luz y el calor son sólo diferentes formas de la misma sustancia esencial. Sin embargo, Kanada fue anticipado en muchas concepciones acerca de las propiedades materiales por Kapila, el creador de la filosofía Samkhya.

El Samkhya, sostiene que hay "Cinco sutiles partículas, rudimentos, o átomos, denominados Tanmatras; perceptibles a los seres de un orden superior” y de la agregación de ellos surgen las cinco sustancias groseras, tierra, agua, fuego, aire y espacio; materiales que son perceptibles para los sentidos burdos del hombre y los animales.

A partir de las cinco partículas o rudimentos elementales, se forman las sustancias elementales cuyas propiedades se pueden aprehender: 1ª: Un fluido etéreo difuso (ákása) que ocupa el espacio. Este fluido etéreo tiene la propiedad de audibilidad, siendo el vehículo que transporta al sonido. Ese fluido etéreo está formado por átomos etéreos. 2º: El aire está dotado de las propiedades de audibilidad y tangibilidad, por lo que es sensible al sentido de la audición y al del tacto; los rudimentos tangibles del aire derivan de la agregación de átomos aéreos 3ª: fuego, que está dotado de las propiedades de audibilidad, tangibilidad y color; de modo que es sensible al oído, al tacto y a la vista y resulta de la agregación de partículas coloreadas o átomos ígneos 4º: El agua, que posee las propiedades de audibilidad, tangibilidad, color y sabor; siendo sensible al oído, al tacto, a la vista y al gusto; resultando de la agregación de átomos acuosos. 5º la tierra, que une a las propiedades de la tangibilidad audibilidad, color y sabor, el olor, siendo sensibles a la audición, al tacto, a la vista, al gusto y al olfato; resultando de la conjunción terrenal de átomos olorosos.

Una de las curiosidades de la filosofía Samkhya es que menciona la existencia de átomos *animados*. La noción de un “átomo animado” parece ser un compromiso entre el dogma refinado de un alma inmaterial y la dificultad que encuentra una mente tosca para captar la comprensión de la existencia del alma, sin ataduras a la materia.

Según Kapila, el cuerpo humano, con la que un alma reviste su ser sutil, se compone de los cinco elementos, aunque para otros comentaristas del Samkhya está formado por cuatro, con exclusión

¹¹ En sánscrito, el nombre significa “partículas”.

del éter y, según otros, sólo de tierra. Ese cuerpo más grosero, que se propaga por generación, es perecedero. En cambio, el ser sutil es más duradero, transmigra a través de sucesivos cuerpos, los que asume, “como un imitador que cambia sus disfraces para representar diversos personajes”.

Los aspectos puramente metafísicos de las doctrinas filosóficas en la antigua India no son aquí de mucho interés, por lo que nos referiremos a ellas solamente en los casos que sean necesarios. Sólo caen dentro del ámbito de esta exposición las teorías sobre la materia y su constitución, por lo que nos referiremos brevemente a algunas de sus doctrinas.

La filosofía atomista de Kanada se complementa en alguna medida con la filosofía dialéctica Nyáya¹². Esta filosofía, que se ocupa fundamentalmente de la Metafísica y la Lógica, fue creada por Aksapada Gótama y se estima que fue contemporánea de la Vaisheshika. Las dos escuelas se pueden considerar como partes de un sistema, suplementando cada uno de ellos las deficiencias del otro, concordando en común sobre aquellos puntos que son tratados por ambos, aunque con algunas diferencias.

El texto de Gótama es una colección de *sútras* o aforismos sucintos, recopilados en cinco libros o “conferencias”, cada uno de ellos dividido en dos “días” o lecciones diurnas. Esos, a su vez se subdividen en secciones o artículos, denominados *prakaranas* que están relacionadas con distintos tópicos. Es costumbre que una sección no debe consistir en algo tan pequeño como una única *sútra* y que la regla esté bien redactada.

La colección de *sútras* de Kanada está compuesta de diez clases, cada una de ellas dividida en dos lecciones diarias y cada una de las lecciones en *prakaranas*, conteniendo dos o más *sútras* relativas al mismo tema.

Los *sútras* de Gótama y de Kanada han sido explicados y anotados por un conjunto de comentarios, bajo los títulos de *Bháshya*, *Vártica* y *Ticá*. Entre los comentarios más consultados se encuentran el *Vártica-tátàrya-parisuddhi* de Udayanácharya y el *Vártica-tátàrya-ticá* de Váchespati-Misra.

El orden observado, tanto por Gótama y por Kanada en el estudio de los preceptos de la ciencia que se deben desarrollar, es el siguiente: enunciación, definición e investigación. La enunciación (*uddesa*) es la mención de una cosa por su nombre, esto es por un término, por su significado o como enseñado por revelación, ya que el lenguaje le ha sido revelado al hombre. La definición (*lacshana*) establece una propiedad peculiar que constituye el carácter esencial de una cosa. La investigación (*parieshá*) consiste en una disquisición sobre la pertinencia y suficiencia de una definición. En consonancia con esto, los maestros de filosofía enuncian los términos de la ciencia, proceden a las definiciones y luego pasan a examinar los temas así enunciados.

En una disposición lógica, los “predicamentos” (*Padartha*) u “objetos de prueba” son seis, tal como los enumeró Kanada¹³ a saber: sustancia, cualidad, acción, comunidad, particularidad y agre-

¹² En sánscrito, Nyaya significa “razonamiento”

¹³ Kanada. 1. 3.

gación o relación íntima, a los cuales otros autores les agregan un séptimo: privación o negación¹⁴. Así aumentados, ellos componen un arreglo doble, positivo y negativo (*bháva* y *abháva*) el primero comprende los primeros seis predicamentos y el otro sólo uno.¹⁵

Se dice que los *Bauddhas*, o seguidores de Buddha, identifican los predicamentos con conocimiento (*jnyána*) mientras que los *Védantis*, que son panteístas, identifican los predicamentos con el ser universal (*Brahme*) en el que existe todo.¹⁶

Otras autoridades alegan otras categorías, como poder o energía (*sacti*), similitud o semejanza (*sádrisya*) y muchas más. Pero los logicistas de la escuela *Nyáya* reconocen sólo seis o, como máximo, las siete antes mencionadas.

En el *Nyáya*, Gótama enumeró dieciséis tópicos a tratar: entre los cuales los principales son la prueba, o la evidencia, y lo que debe ser probado; el resto es subsidiario o accesorio, en tanto contribuyen al conocimiento o constatación de la verdad. En esta disposición se contemplan algunos tópicos vinculados a discusiones controversiales. Los tópicos, o títulos, son, 1º) prueba; 2º) lo que debe ser conocido y probado; 3º) duda; 4º) motivo; 5º) instancia; 6º) verdad demostrada; 7º) integrante de argumento regular o silogismo; 8º) razonamiento por reducción al absurdo; 9º) determinación o verificación; 10º) tesis o disquisición; 11º) controversia; 12º) objeción; 13º) razón falaz; 14º) perversión; 15º) futilidad; 16º) refutación.¹⁷

Las diferencias entre las disposiciones de Gótama y de Kanada no aumentan las discrepancias. Se supone que son reconciliables: una es más amplia lo otra más sucinta pero las dos conducen a los mismos resultados.

La filosofía *Sámkhya* afirma dos principios eternos, alma y materia y estimando estos dos principios como permanentes, enumeran con ellos unos veinticinco principios transitorios.

El *Nyáya*, al igual que el *Samkhya*, promete beatitud, o excelencia final (*nihsréyas*) y liberación del mal (*mócsha*), como recompensa por un verdadero conocimiento de los principios que ellas enseñan, de los cuales, el fundamental es el conocimiento de la verdad. Además, ambas filosofías expresan la convicción de la existencia de un alma eterna separable de un cuerpo.

En la interpretación de *Bhášhya*, el alma es lo que debe ser conocido y probado. Sin embargo, Gótama enumera bajo este título, además del alma, a su cuerpo asociado, sus sentidos externos, las cosas o los objetos de los sentidos (esto es, los elementos; y aquí están incluidas las seis categorías de Kanada), al intelecto o entendimiento, a la mente o el órgano eterno, a la actividad, a la culpa, a la trasmigración, al fruto o consecuencia de los actos, al dolor o mal físico y, finalmente, a la liberación, formando, conjuntamente con el alma, doce objetos de prueba (*paraméya*), siendo estos temas de conocimiento requisitos para la salvación.

¹⁴ *Tarca-Bhásha* §1 (en adelante *Tarc. Bhásh.*) Tratado de filosofía india escrito por Césava - Misra.

¹⁵ *Padártha-dípicá* §1. (en adelante *Pad. Dip.*), tratado de Lógica y Gramática india escrito por Cóna - Bhatta.

¹⁶ *Tarc. Bhásh.* 2.4.

¹⁷ *Nyaya*, 1.

Mediante la evidencia o prueba (*pramána*) los objetos son conocidos y demostrados. Hay cuatro clases de evidencia: por percepción, por inferencia (que a su vez comprende tres variantes, antecedente, consecuente y análoga); por comparación y por afirmación (comprendiendo tanto la tradición como la revelación). Por inferencia *a priori* se concluye un efecto a partir de una causa; mediante la inferencia *a posteriori* deduce una causa a partir de su efecto; otro medio para la inferencia es la analogía. La inferencia *a priori* es directa y afirmativa, la inferencia *a posteriori* es indirecta o negativa y la analógica puede ser tanto directa como indirecta.

La prueba se define como la causa eficiente o especial del conocimiento real y tiene el propósito de alcanzar la noción correcta (*anubhava*) y exclusiva. La noción incorrecta se obtiene demostrando el error, como resultado de la duda y por reducción al absurdo o como por algo similar a la memoria; ya que la noción es conocimiento y no recuerdo.

Tanto en el *Nyaya* como en el *Vaisheshika*, causa (*cárana*) es aquello que es eficaz, precediendo necesariamente a un efecto y que no puede ser de otra manera y, recíprocamente, efecto (*cárya*) es lo que necesariamente resulta de la causa y no puede ser de otra manera.

Ambos sistemas filosóficos tienen visiones similares en cuanto a la relación entre causa y efecto. La relación puede ser de dos clases: conjunción simple (*sanyóga*) y agregación o relación íntima y constante (*samaváya*); esta última es la conexión entre dos cosas que, en tanto coexisten, continúan unidas una con la otra: por ejemplo, como el hilo y la tela ya que en tanto el hilo subsiste la tela queda. Aquí la conexión entre el hilo y la tela están en íntima relación, pero el telar es una simple conjunción. Consonante con esta distinción, la causa o es *íntima* o *directa*, produciendo agregación o un efecto relativamente íntimo, como la arcilla de la porcelana, o el hilo de la tela; o bien puede ser *mediata* o *indirecta*, como la conjunción del algodón que sirve para hacer el hilo con el que se producirá la tela o, en tercer caso, *no es directa ni indirecta*, sino instrumental y concomitante, como el telar.

1.3. Los temas a ser probados

1. El primero y más importante de los doce objetos de evidencia o temas a ser probados que enumeró Gótama, es el alma.¹⁸ El alma es el sitio del conocimiento o de los sentimientos: es distinta del cuerpo y de los sentidos; es diferente en cada persona individual que coexiste, es infinita, es eterna. Se percibe por el órgano mental y se demuestra por sus peculiares atributos, intelecto, etc. Individualmente o colectivamente, la existencia del alma se comprueba por el conocimiento, el deseo, la aversión, la volición, el dolor y el placer. Estos no son atributos universales, como el número, la cantidad, etc., que son comunes a todas las sustancias, sino que son cualidades características y peculiares, captadas exclusivamente por un órgano, cualidades que no las tienen otros entes como la tierra o el aire.

¹⁸ *Nyaya* 1. 1. 3. 3 y 3. 1. 1 – 5. *Tarc. Bhásh.* 2.1.

El alma viviente (*jivátmá*) es el espíritu animador de la persona individual. Como cada persona es distinta, las almas son numerosas. Pero el alma suprema (*Paramátmá*) es una: es el asiento del conocimiento eterno, lo que queda demostrado por ser el hacedor de todas las cosas.¹⁹

El alma individual es infinita; por donde quiera que el cuerpo vaya allí también está presente el alma. Ella experimenta el fruto de sus obras, sufrimiento o placer. Es eterna, porque es infinita, ya que todo lo que es infinito es igualmente eterno, como el elemento etéreo (*ácása*).

Siendo inmaterial, al igual que las sustancias materiales el alma es sustrato de cualidades. En la disposición de Kanada, el alma es una de nueve “sustancias” que allí se reconocen.

Tiene catorce cualidades, a saber: número, cantidad, individualización, conjunción, disyunción, intelecto, placer, dolor, deseo, aversión, volición, mérito, demérito y facultad de imaginación.

2. La segunda entre las materias a ser probada en la enumeración de Gótama es el cuerpo. Es el sitio del esfuerzo, de los órganos de las sensaciones, y de los sentimientos de dolor o placer.²⁰ Es un compuesto final; el asiento donde las almas disfrutan. Es un conjunto, compuesto de partes; una sustancia elaborada, no incipiente: asociada con él, el alma experimenta realización esto es, inmediata presencia de sufrimiento o placer en relación a sí mismo.

Es el sitio del esfuerzo, no del simple movimiento, sino de una acción tendiente a alcanzar lo que es placentero, y de remover lo que es desagradable.²¹

Está formado principalmente por el elemento tierra, ya que se perciben en él las cualidades de la tierra: (a saber, olor, color, solidez, etc.) y así está dicho expresamente en más de un pasaje de los *Védas*. De acuerdo con algunas opiniones, está formado por tres elementos, tierra, agua y luz o calor, ya que se perciben en él las cualidades de esos elementos: tiene olor, pegajosidad y calidez. Otros sostienen que está formado por cuatro elementos, debido a su inspiración o espiración de aire; y hay quienes sostienen que son cinco los elementos que lo forman, los que están indicados por el aroma, la humedad, la digestión, la respiración y las cavidades.²² Estas opiniones son controvertidas por el *Nyaya* que sostiene que no consisten en cinco elementos ni en cuatro: además, como argumenta Kanada, el cuerpo sería invisible, ya que la unión entre objetos visibles e invisibles, como el aire, se torna invisible. Kanada sostiene que tampoco consiste en la unión de tres elementos visibles ni de dos: ya que es imposible que haya una unión inicial entre sustancias heterogéneas.²³ Esta última razón es alegada también por Kapila: “los materiales heterogéneos no pueden entrar en la misma composición”.²⁴

¹⁹ *Pad. Dip.* 1. 8.

²⁰ *Nyaya* 1. 1. 3. 3.

²¹ *Tarc. Bhásh.* 2. 2.

²² *Nyaya* 3. 1. 6. 1 – 5.

²³ Kanada 4. 2. 1.

²⁴ Kapila 3 16 – 18. y 5. 99.

Además del cuerpo humano y otros cuerpos existentes en este mundo, que son térreos, en otros mundos puede haber cuerpos acuosos, ígneos y aéreos. En ellos, también hay una unión para dar como resultado un alma.

Los cuerpos térreos son de dos clases; generados sexualmente, o no generados de esa manera. Los de la primera clase son vivíparos o bien ovíparos: los cuerpos de la segunda clase resultan de la concurrencia de partículas debido a una causa invisible o predestinada o de una peculiar disposición de los átomos, como en el caso de las rocas, los metales, etc. Tales seres son la creación de dioses y semidioses, tal como lo prueba la autoridad de los *Vedas* que revelan la forma de su creación.

En los cuerpos vivientes la distinción se hace entre los que se propagan mediante el sexo y los que se generan de otra manera. Esta última clase comprende la generación ambigua de vermes, gusanos, piojos, mosquitos y otros bichos, que se consideren criados en el sudor o en la suciedad fermentada. De acuerdo con ello, las distintas clases de cuerpos son cinco: 1ª, no generados; 2ª, de útero o vivíparos; 3ª, ovíparos; 4ª, engendrados en la inmundicia; 5ª, vegetativos o germinativos²⁵.

3. A continuación, entre los objetos de prueba, se encuentran los órganos de las sensaciones. Un órgano de sensación se define como un instrumento de conocimiento, unido al cuerpo, siendo él mismo imperceptible a los sentidos.²⁶

Hay cinco órganos externos: el olfato, el gusto, la vista, el tacto, y la audición. No son modificaciones de la conciencia (como sostiene la filosofía *Sánc'hya*), sino que son de naturaleza material, constituidos por los elementos, tierra, agua, luz, aire y éter, respectivamente.²⁷

La pupila del ojo no es el órgano de la vista (como afirman los *Baudd'has*); ni el oído externo, o la abertura de la vía auditiva, es el órgano de la audición, sino que el órgano de la vista es un rayo de luz, que procede de la pupila del ojo hacia el objeto observado y el órgano de la audición es el éter, contenido en la cavidad de la oreja, la que se comunica por intermedio del éter con el objeto oído.

Ese rayo de luz que procede de la pupila y está dirigido hacia un objeto, no es normalmente visible, así como el resplandor de una antorcha no se ve ante la luz del sol meridiano. Sin embargo, en circunstancias especiales, se obtiene una visión del rayo visual. Por ejemplo, en la oscuridad de la noche se puede ver el ojo de un gato o de otro animal que vagabundea.

Por lo tanto, el órgano de la visión es lumíneo y, de manera análoga, el órgano de la audición es etéreo; el del sabor, acuoso (como la saliva); el del tacto es aéreo y el del olor es térreo.

El sitio del órgano visual es la pupila del ojo; el del órgano auditivo, el orificio de la oreja; el del órgano olfativo, la ventana de la nariz o la punta de la nariz; el del sabor, la punta de la lengua y el del tacto es la piel.

²⁵ Así lo considera una rama del *Yajurveda* llamada Madhyandina Shakha. También *Pad. Dip.*

²⁶ *Tarc. Bhásh.* 2. 4.

²⁷ *Nyáya.* 1. 1. 3. 4-5 y 3. 1. 7 y 8.

Los objetos captados por los sentidos, son el olor, el sabor, el color, el tacto (o temperatura), y el sonido; los cuales son cualidades que pertenecen a la tierra, al agua, a la luz, al aire y al éter.²⁸

La existencia de órganos de los sentidos se prueba por inferencia, por el hecho de la aprehensión de esos objetos, ya que la aprehensión implica la existencia de un instrumento para efectuarla, dado que es un acto, de la misma manera que el acto de cortar implica un instrumento, como un hacha o un cuchillo.

Los órganos de los sentidos son seis, incluyendo un órgano interno llamado *manas*, o mente: No son solamente cinco, como mantienen los seguidores de Buddha, al rechazar la existencia un sentido interno, ni tampoco son once como afirman los *Sánchyas*, que incluyen con los sentidos a los órganos de acción (que ellos reconocen que son cinco).

La mente es el instrumento que efectúa la aprehensión del dolor y el placer, o sensaciones interiores y, mediante la unión con sentidos externos, producen el conocimiento de objetos exteriores aprehendidos mediante ellos, como el color, etc., pero, para objetos exteriores, la mente no lo hace independientemente de esos sentidos.

Su existencia se prueba por la singularidad de la sensación, ya que no llegan al mismo tiempo varias sensaciones a la misma alma. Lo único que parece ocurrir así es cuando ocurren rápidamente, pero lo hacen en forma sucesiva, como al girar rápidamente una antorcha esta parece un anillo de fuego.

Es singular, es decir, para cada alma hay una sola mente, ni hay tantas mentes como sentidos externos hay. En la conjunción con uno de los órganos externos, se recibe el conocimiento a través de dicho órgano. Cuando no está tan conectada, no se percibe nada a través de dicho sentido sino a través de algún otro con el que la mente esté asociada.²⁹

Aunque la mente es imperceptible al tacto como el elemento etéreo, no es infinita, como sostienen los *Mimansa*,³⁰ sino que es diminutamente pequeña, como un átomo. Si fuera infinita se podría unir con cualquier cosa al mismo tiempo y todas las sensaciones serían simultáneas. Es imperceptible a la vista, al tacto y a otros sentidos y se infiere mediante el siguiente razonamiento: debe haber un instrumento de aprehensión del dolor y del placer, instrumento que deber ser distinto de la vista o de cualquier sentido externo, ya que el dolor y el placer se experimentan aunque la vista esté ausente. Tal instrumento para captar las sensaciones placenteras o dolorosas se llama mente (*manas*).

La mente es eterna y distinta tanto del alma como del cuerpo, con el cual está meramente unida.

Kanada identifica a la mente entre las sustancias y la considera el sustrato de ocho cualidades, ninguna de las cuales le es privativa, siendo todas comunes a otras sustancias, a saber: número, cantidad, individualidad, conjunción, disyunción, prioridad, subsecuencia y facultad.

²⁸ *Nyaya* 1. 1. 3. 6.

²⁹ *Nyáya*. 1. 1. 3. 8. y 3. 2. 6.

³⁰ *Pad. Dip.*

4. En la disposición de Gótama, los *artha*, son los objetos de los sentidos externos. Él enumera esos sentidos como olor, gusto, color, tacto y audición.

1.4. Los elementos

Para Kanada, *sustancia* es la causa íntima del efecto de agregación o formación de un producto. Es el sitio de las cualidades y la acción o donde las cualidades residen y en el cual la acción tiene lugar. Él enumeró nueve “sustancias” simples diferentes —lo que en la actualidad se considerarían como elementos— algunas de las cuales son inmateriales.³¹ Algunos filósofos han propuesto como sustancia a la oscuridad, pero para la filosofía *Vaisheshika* la oscuridad no es una sustancia ni es un cuerpo distinto. Los seguidores de la *Mimansa* sostuvieron que el oro es un elemento distinto, algo también rechazado en la filosofía *Vaisheshika*.

Los elementos especificados por Kanada son:

1. *Tierra*. Elemento que, además de las cualidades comunes a la mayoría de las sustancias (como número, cantidad, individualidad, conjunción, disyunción, prioridad, posterioridad, gravidez, fluidez y las facultades de velocidad y elasticidad) tiene color, sabor, aroma, sensación térmica o temperatura. Su cualidad distintiva es el olor y se define sucintamente como una sustancia olorosa.³² En algunos casos, como en las gemas, el olor está latente, pero se pone de manifiesto mediante la calcinación.

Como átomos, la tierra es eterna, pero transitoria como agregado. En uno u otro caso, sus cualidades características son transitorias, y son madurativas, ya que son afectados por la luz y por el calor. Al formarse un agregado, o el color anterior de la tierra o el color manifiesto, o el sabor o el olor, o la temperatura de la tierra son de alguna forma anulados, y el agregado adquiere otro color, sabor, etc.

Los agregados, o productos son, o bien cuerpos organizados, u órganos de percepción o masas inorgánicas. Para Kanada, hay cinco clases de cuerpos térreos organizados, menciona como ejemplo de órgano de percepción al del olfato, afirmando que es térreo y como ejemplos de masas inorgánicas, menciona a las rocas y a los terrones de arcilla. Cuando se forma un agregado térreo, la unión entre las partes integrantes puede ser dura, blanda o acumulativa, como las rocas, las flores, o en el algodón.

2. El *agua*, tiene las cualidades de la tierra; excepto el olor y tiene viscosidad, cualidad de la que la tierra carece. Cuando en el agua es observable el olor, se trata de una cualidad extrínseca, derivada de la mezcla con partículas de tierra. La calidad distintiva de agua es la frescura. En consecuencia, se define como una sustancia fresca a la sensación.

³¹ Muchos siglos más tarde, Lavoisier consideraría la existencia de “elementos imponderables” como la luz y el calórico.

³² Kanada 2. 1. 1. 1.

El agua es eterna, como átomos y transitoria como agregados. Las cualidades de la primera son constantes, las de estos últimos son inconstantes.

Los cuerpos acuosos orgánicos están en los seres del reino de Varuna³³. El órgano del gusto es acuoso y así lo atestigua la saliva. Las aguas inorgánicas están en los ríos, los mares, la lluvia, la nieve, el granizo, etc.

Algunos filósofos han sostenido que el granizo es agua pura que se vuelve sólida por la acción de una virtud desconocida, mientras que otros imaginaron que su solidez se debe a una mezcla con partículas terrestres.

3. La *luz* es un elemento coloreado capaz de iluminar a otras sustancias. Su sensación es caliente: lo que hace que sea su cualidad distintiva. Se define como una sustancia caliente al tacto. En la concepción de Kanada, el calor y la luz se identifican como una misma sustancia.

Tiene las cualidades de la tierra excepto el olor, el gusto y la gravedad. Como átomos, la luz es eterna. No es así, cuando está formando agregados.

Los cuerpos luminosos orgánicos son seres duraderos en el ámbito solar. El rayo visual, que es el órgano de la vista, es luminoso. Se reconocen cuatro tipos de luz inorgánica: terrosa, celestial, intestinal y mineral. Otra distinción está basada sobre la vista y la sensación. Al igual que el calor, la luz puede ser latente o manifiesta, tanto para la vista como para la sensación, o puede apreciarse de manera diferente según se refiera a alguna de las dos. De este modo el fuego es detectado tanto por la vista y por la sensación; el calor del agua caliente se siente pero no se ve; la luz de la luna se ve, pero no se siente; el rayo visual ni se ve ni se siente. La luz terrestre es aquella que proviene de un combustible terroso, como el fuego. La luz celestial es aquella que proviene de un combustible acuoso, como la de un rayo y la de los meteoros de diversos tipos. La luz [el calor] intestinal es la que proviene de un combustible que es terroso y acuoso al mismo tiempo [como son los alimentos], es intestinal y proviene de la digestión de alimentos y bebidas. La luz mineral es aquella que proviene de las minas como las de oro. Algunos sostienen que el oro es luz sólida o, al menos, que su principal componente es luz que se ha vuelto sólida al mezclarse con algunas partículas de tierra. Si fuera mera tierra, se podría calcinar por un fuego enérgico y rápido. Su luz no es latente, sino que esta dominada por el color de las partículas terrosas mezcladas con ella. No obstante, en el sistema filosófico *Mimánsa*, se la considera como una sustancia distinta.

4. El *aire* es una sustancia incolora, sensible al tacto y es templada (ni caliente ni fría). Además de esta cualidad distintiva, excepto la fluidez, tiene las mismas cualidades comunes con la luz, (esto es, número, cantidad, individualidad, conjunción, disyunción, prioridad, subsecuencia y facultades de elasticidad y de velocidad).

Su existencia como una sustancia distinta se infiere a partir del tacto. El viento que sopla, se aprehende como templado, independientemente de la influencia de la luz y esta temperatura, que es una cualidad, implica un sustrato, ya que ninguna cualidad puede subsistir sin uno: tal sustrato es

³³ Varuna es el dios del océano.

aire y es diferente al agua, que es fría, y de la luz que es caliente, y de la tierra, que es extrínsecamente cálida por inducción de la luz.

El aire es eterno como átomos y transitorio como agregados. Los cuerpos aéreos orgánicos son seres que habitan la atmósfera y espíritus malignos que frecuentan la tierra. El órgano del tacto es un tegumento aéreo o aire difundido a través de una cutícula. El aire inorgánico es el viento, que agita los árboles y otros objetos trémulos. A esto se le puede agregar una cuarta clase de agregados aéreos, la respiración y otros aires vitales.

5. El *éter* (*ácása*). Es una sustancia que tiene la cualidad del sonido. Además de su cualidad distintiva y particular, tiene número (por ejemplo: unidad) cantidad, individualidad, conjunción y disyunción. Es infinito, una y eterna.

La existencia de un elemento etéreo como una sustancia distinta se deduce, no a partir de una percepción característica, sino a partir de la inferencia. El sonido es una cualidad peculiar, ya que como el color y otras cualidades peculiares es aprehendida sólo por un órgano externo de seres tales como los hombres: ahora, una cualidad reside en una sustancia que es calificada para ello, pero ni el alma ni alguno de los cuatro elementos, tierra, agua, luz y aire, pueden ser su sustrato del sonido debido a que éste es captado por el órgano del oído. Las cualidades de la tierra y del resto de los elementos no es captada por el oído, pero el sonido sí. Por lo tanto, el sonido no es una cualidad de esas sustancias, ni es una cualidad del tiempo, del espacio o de la mente ya que es una cualidad peculiar que ninguna de esas tres sustancias tiene. Por lo tanto, se infiere la existencia de un sustrato distinto a los otros. Ese sustrato es el elemento etéreo. Es único, ya que no hay evidencia de diversidad de sustratos y esa unidad es congruente, como el infinito representa la ubicuidad. Es infinito porque, efectivamente, el éter se encuentra en todas partes. Es eterno porque es infinito.³⁴

Los filósofos de la India intentaron dar explicaciones acerca de las cualidades del éter, por ejemplo, el color. Así supusieron que cuando el éter está relacionado con una esfera blanca iluminada, parece ser de color blanco, como un cristal de roca se ve rojo cuando está colocado delante de un objeto rojo. Según Patanjali³⁵, el color azul del cielo cuando está claro, se debe al pico sureño de la gran montaña *Sumeru* que está compuesto de zafiro. En las otras laderas del *Sumeru* el color del cielo es diferente, porque toma la tonalidad del pico que domina cada sector. Otros eruditos supusieron que el color del cielo es impartido por el negro de la pupila del ojo (azul y negro se consideraban matices del mismo color), así como un ojo con ictericia ve todos los objetos de tonalidad amarilla.

El órgano de la audición es etéreo y hay una porción de éter (*ácása*) confinada en el hueco del oído y, como lo afirmó el autor del *Padartha dīpicā*, está dotado de una virtud particular y descono-

³⁴ Mucho tiempo después, Aristóteles consideró que si el mundo supralunar alcanzó la perfección, no debería cambiar su posición. Por lo tanto, la cualidad de su movimiento se tendría que deber a la existencia de un sustrato distinto, el éter, que lo provoca. En el siglo XIX, se volvió a considerar al “éter” como sustrato que permitiría la propagación de la luz a través del vacío.

³⁵ Patanjali, fue un erudito de la filosofía Samkhya que adoptó una posición teísta de ella, mientras que la de Kapila era panteísta.

cida. En el oído de una persona sorda, la porción de éter allí presente carece de esa particular virtud y, por lo tanto, ese oído no es un órgano auditorio perfecto y eficiente.

6. El *tiempo* se infiere de la relación entre prioridad y subsecuencia, más que del lugar. Se deduce de las nociones de rapidez, lentitud, simultaneidad, etc., y se lo marca por asociación de objetos con las revoluciones del Sol.

Joven es lo opuesto de viejo, como viejo lo es a joven. Este contraste que no involucra lugar es un efecto que necesita una causa distinta del lugar. Esa causa es el tiempo.

Tiene las cualidades de número, cantidad, individualidad, conjunción y disyunción. Es uno, eterno e infinito.

Si bien es uno, toma numerosas designaciones, como pasado, presente y futuro con referencia a la ocurrencia de actos.

7. *Lugar o espacio*. Es un elemento cuya existencia se infiere de una relación de prioridad o subsecuencia diferente del tiempo. Se deduce de nociones como *aquí o allá*.

8. El *alma*, si bien inmaterial, es considerada como una sustancia, por ser un sustrato de cualidades. En el esquema de Kanada, las cualidades del alma son ocho. Precisamente, Gótama utilizó las cualidades del alma, el conocimiento, el deseo, la aversión, la volición, el dolor y el placer, como objetos de prueba de su existencia.

9. La *mente*. De acuerdo con Kanada la mente es la novena “sustancia” primigenia o elemento. En el esquema de Gótama, la naturaleza y las características de la mente se tratan en dos lugares del *Nyaya*. En uno, se expresa como una de las doce sustancias a ser probada; y en el otro lugar, bajo el encabezado de órganos de la sensación, considera a la mente como un sentido interno.

1.5. Los átomos de Kanada

Para Kanada, las sustancias materiales son consideradas primariamente átomos y secundariamente: agregados. El sostuvo la eternidad de los átomos y su existencia y agregación las explicó de la siguiente manera:³⁶

La mota que se ve en un rayo de sol que atraviesa una habitación oscura es la cantidad perceptible más pequeña. Siendo una sustancia y un efecto, debe estar compuesta de lo que es menor que ella misma y esta es, a su vez, una sustancia y un efecto, ya que la parte componente de una sustancia que tenga una magnitud debe ser un efecto. Esa, a su vez, debe estar compuesta de lo que es más pequeño que ella y la cosa más pequeña es el átomo. El átomo es simple y no compuesto, ya que de otra manera la serie no tendría un término final y si se continuara descomponiendo indefinidamente,

³⁶ Kanada 2. 2. 2. 1.

no habría ninguna diferencia de magnitud entre un grano de mostaza y una montaña, o entre un mosquito y un elefante, ya cada uno contiene un número infinito de partículas. Por lo tanto, el átomo es una partícula simple.

El primer compuesto está formado por dos átomos, ya que uno solo no puede entrar en composición y no hay ningún argumento que pueda demostrar que, en principio, deben estar unidos más de dos. La siguiente etapa consiste en la unión de tres dobles átomos ya que si sólo se uniesen dos, difícilmente seguiría aumentando su magnitud ya que el aumento debe producirse por el tamaño o por el número de partículas. Como no puede ser por su tamaño, por lo tanto, el aumento debe ser producido por el número de partículas. Tampoco hay alguna razón para suponer que la unión se produce por cuatro átomos dobles, ya que tres son suficientes para originar magnitud. Por lo tanto, en mi opinión calculo que el átomo es la sexta parte de una mota visible en un rayo de Sol.³⁷

Dos átomos térreos, al agregarse por una virtud invisible peculiar —la voluntad creadora de Dios, o el tiempo, u otra causa competente—, constituyen un átomo doble de tierra; por el concurso de tres átomos de binarios de tierra, se produce un átomo terciario; y por concurso de cuatro átomos triples, se forma un átomo cuaternario, y así sucesivamente, hasta formar una masa consistente de tierra. Así se producen las grandes cantidades de tierra. De igual manera, se forman las grandes masas de agua a partir de átomos acuosos; las grandes luces, desde átomos luminosos y el gran aire a partir de átomos aéreos. Las cualidades que evidencian los efectos, son los que pertenecen a las partes integrantes, o sea, las partículas primarias, que son su causa material y, a la inversa, las cualidades que son propias de la causa se encuentran en el efecto.

La descomposición de las sustancias ocurre de manera inversa. Entre las partes integrantes de una sustancia agregada resultante de la composición —como entre los trocitos de cerámica que forman una vasija—, la acción es inducida por la presión acompañada por la velocidad (o, en otros casos, por simple presión). Cuando sobreviene la disyunción, se anula la unión, que fue la causa del agregado de los miembros, y la sustancia integral, compuesta por los miembros, se descompone en sus partes, y se destruye. Por ello, deja de subsistir como un conjunto.

1.6. Las cualidades.

En la filosofía atomista india, la cualidad está fuertemente ligada a la sustancia, no como una causa íntima de ella, sino algo común a ella. Es independiente de la conjunción o de la disyunción de la sustancia así como tampoco es la causa de la agregación o de la descomposición de una sustancia.

³⁷ En 1909, Jean Perrin utilizó el movimiento browniano de las moléculas de una proteína sobre la platina de un ultramicroscopio, para contarlas y, a partir de la concentración inicial de la dispersión proteica, estimar cuantitativamente el número de Avogadro.

Tanto en el Nyaya como en el *Vaisheshika* se enumeran veinticuatro cualidades; sin embargo, en los *sútras* (aforismos) de Kanada, se detallan sólo diecisiete³⁸ y las restantes se dan por sobreentendidas.

1. *Color*. Es una cualidad peculiar que se aprehende sólo por la vista. Reside en tres elementos: tierra, agua y luz. Es una cualidad característica de esta última y en ella es blanca y resplandeciente. En el agua es blanca pero sin brillo. En los átomos primarios del agua y de la luz el color es perpetuo, en los productos, no siempre. En la tierra el color es variable y se distinguen siete colores: blanco, amarillo, verde, rojo, negro, leonado (o anaranjado)³⁹ y jaspeado. Las variedades de esos siete colores son muchas, innumerables. Los seis colores simples se presentan en los átomos de tierra y el séptimo, el jaspeado, en los átomos dobles y en formas más complejas. El color de las partes integrantes es la causa del color de la sustancia integrada.

2. *Sabor*: Es una cualidad peculiar que sólo es captada por el órgano del gusto y reside en dos sustancias, tierra y agua. Es una cualidad característica de la última y en ella es dulce. El sabor es perpetuo en los átomos de agua, pero no así en los productos acuosos. En la tierra, el sabor es variable y se distinguen seis clases: dulce, amargo, picante, astringente, ácido y salado.

3. *Olor*. Es una cualidad peculiar, que es aprehendida únicamente por el órgano del olfato, y permanece solo en la tierra, siendo su cualidad distintiva. En el agua, el olor es derivado de un factor extrínseco, siendo inducida por la unión con partículas terrosas. Como en un cristal claro aparece el color rojo por asociación con una malva, u otra flor de esa tonalidad. En el aire también es un factor extrínseco: así, una brisa, que ha soplado sobre flores, almizcle, alcanfor, u otras sustancias aromáticas, arrastra partículas olorosas de las flores, etc. Las flores, no se rasgan ni el almizcle disminuye; porque las partes son reemplazadas por una virtud reproductiva invisible. Sin embargo, el alcanfor y otras sustancias volátiles dejan residuos.

Se distinguen dos clases de olor, fragante y fétido.

4. *Tacto* y, especialmente, *temperatura*. Es una cualidad peculiar que es aprehendida únicamente por la piel u órgano del tacto. Esta cualidad reside en cuatro sustancias: tierra, agua, luz y aire y es una cualidad característica de esta última.

Se distinguen tres clases de tacto, frío, caliente y templado. En el agua, es frío, en la luz es caliente y en la tierra y en el aire es templado.

De manera similar, se distinguen otras clases, como duro blando, diversificado, etc. Estas cuatro cualidades son latentes en sustancias minúsculas, como átomos y átomos dobles, pero se manifiestan a la percepción en los productos o agregados de mayor magnitud.

Una mota en un rayo de sol puede verse pero no se puede sentir su temperatura al tacto. El color del rayo visual, u órgano de la vista, es usualmente imperceptible.

³⁸ Kanada 1. 1. 2. 2. y 4. 1. 2. 2.

³⁹ Un comentarista (Madhavadéva en su *Nyáyasára*) incluye el azul en vez del anaranjado y otro (Gauricánta en su *Sadyuctimuctávali*) omite ambos reduciendo el número de colores a seis.

5. *Número*. Es la razón de percibir y reconocer una, dos, o muchas cosas, hasta el límite máximo de la numeración. La noción de número se deduce de la comparación. De ver dos masas uno puede decir esta es una y aquella es una, de aquí surge la noción de dos, y así sucesivamente.

Es una cualidad universal, común a todos los elementos, sin excepción. Se la considera de dos clases: unidad y multitud. La unidad es o eterna o transitoria. La unidad eterna concierne a las cosas eternas. En aquellas cosas que no son eternas, la unidad puede ser un efecto o una sustancia transitoria.

6. *Cantidad*. Es la causa especial del uso y la percepción de la medida. Es una cualidad universal, común a todas las sustancias. Se considera que puede ser de cuatro tipos: grande o pequeña, larga o corta. Las cantidades extremadamente pequeñas son eternas, como la mente o los átomos ya sean simple, dobles, etc. las extremadamente grandes (llamadas infinitas) son también eternas, como el éter.

Dentro de estos extremos se encuentran magnitudes inferiores o cantidades finitas, las que no son eternas. Son de varios grados de longitud y tamaño, desde la mota o átomo triple, hasta cualquier magnitud más pequeña que infinita.

La magnitud finita de productos o efectos, resulta del número, tamaño o masa. Una multitud de átomos o un agregado de partículas o un montón de partes componentes forman una magnitud. Esta última, puede ser una acumulación de partículas de textura suelta o dispersa. Las otras están más próximas entre sí o compactadas.

Lo infinito trasciende los sentidos. Un objeto puede tanto ser demasiado grande como demasiado pequeño para ser bien distinguido.

7. La individualización o distinción o separación es una cualidad común a todas las sustancias. Es de dos clases: individualización de uno o de un par o es múltiple, como la individualización de una tríada, etc. La individualización de una única cosa eterna, es eterna y es transitoria para las cosas que son transitorias. La individualización de un par o de una tría es, por supuesto, transitoria ya que resulta de una comparación como los son los componentes de un par o una tríada.

8. *Conjunción*. Es una cualidad universal incidente a todas las sustancias y es una conexión transitoria. Implica forzosamente la intervención de, al menos, dos sujetos. En una conjunción de dos sujetos, puede ocurrir de tres maneras: por la acción de alguno de ellos o por la acción de ambos. La conjunción puede ser simple, o recíproca o mediata en el tiempo. La unión de un ave que se posa sobre su pedestal, que es pasivo, es una conjunción que surge del acto de uno. El contacto con un árbol mediante un bastón sujetado por la mano, ocasiona la conjunción de la persona con el árbol y es mediata.

9. *Disyunción*. Es la inversa de la conjunción y, necesariamente, es precedida por ella. Al igual que la conjunción implica, al menos, dos sujetos. No es la mera negación de la conjunción, ni la simple disolución de ella. El conocimiento de esta cualidad, tanto como el de su contraparte, deriva de la percepción.

La disyunción es una cualidad universal tocante a todas las sustancias y es simple, recíproca o mediata. Un halcón levantando vuelo desde una roca, es una instancia de disyunción que surge de un acto de uno de los dos sujetos, el activo del inactivo. La separación de dos contendientes ya sean carneros o luchadores, es un ejemplo de disyunción que surge de la acción de ambos. La disyunción del cuerpo y el árbol, resultante de la separación del bastón y el árbol, es mediata.

10 – 11. *Prioridad y posterioridad*. Estas cualidades, siendo opuestas y correlativas, se consideran juntas. Teniendo en cuenta lugar y tiempo, son de dos clases. En lo que respecta al lugar, ellas son proximidad y lejanía. En lo que respecta al tiempo son actualidad y antigüedad. La primera se refiere a cuerpos definidos (*múrta*), consistentes en cantidades definidas, la otra afecta a sustancias generadas.

El conocimiento de estas cualidades deriva de la comparación.

Para establecer la cercanía o la lejanía de dos objetos, se establece la conjunción de cada uno de ellos con el lugar donde está situado y se las refiere a la ubicación de la persona del observador o a la ubicación de otro objeto que se encuentre en el lugar. De manera similar, sin considerar el lugar, uno de los dos objetos es más actual que el otro si el tiempo transcurrido hasta su presencia es menor que el tiempo transcurrido para la presencia del otro.

De manera similar, una de las dos masas, no restringida al lugar, es más actual, con respecto a la asociación del objeto con el tiempo, por una comparación discriminante conectadas con el menor. Aquí el tiempo transcurrido está determinado por las revoluciones del Sol.

12. *Gravedad*. La gravedad es la peculiar causa del descenso primario o caída de un cuerpo. Afecta a los elementos tierra y agua. El oro es afectado por esta cualidad debido a la cantidad de tierra contenido el él.

En ausencia de una causa compensatoria, como la adhesión, la velocidad o algún acto voluntario, el resultado debido a esta cualidad es el descenso. Así un coco es retenido de caer del cocotero mediante la adhesión de su pedúnculo, pero este impedimento cesa con la maduración de la fruta y ella cae.

En su comentario sobre Vaisheshika, Udayana Áchárya, sostuvo que la gravedad es imperceptible, pero se infiere del acto de caer. Ballabha, en su comentario sobre el *Nyáyá* sostuvo que la gravedad se percibe por el movimiento de una cosa que desciende espontáneamente a una posición más baja.

La levedad es una cualidad distinta. Es la negación de la gravedad.

13. *Fluidez*. Esta cualidad es la causa original del goteo. Afecta a la tierra, la luz y el agua. Es natural y esencial en el agua, pero accidental en la tierra y la luz, siendo inducida por exhibición al fuego de sustancias fundidas como laca, oro, etc.

La fluidez es perceptible mediante los sentidos externos vista y tacto.

En el granizo y en el hielo, la fluidez subsiste esencialmente, pero es obstruida por un impedimento que surge de una virtud desconocida que transforma el agua en materia sólida.

14. *Viscosidad*. Esta cualidad tiene la característica de hacer pegajosos a los líquidos y es la causa de su aglutinación. Reside sólo en el agua. En el aceite, la manteca líquida, etc., la viscosidad resulta de las partes acuosas de esos líquidos.

15. *Sonido*. Es una cualidad peculiar del elemento etéreo, y es captado por el oído. Reside únicamente en este elemento y es su cualidad característica. Se distinguen dos clases de sonido: articulado y musical.

Para dar cuenta del sonido que se origina en un lugar y que es oído en otro, se observa, que el sonido se propaga por una ondulación, una oleada tras otra, que es irradiada en todas las direcciones, desde un centro, como el aroma de las flores de una nauclea. No es la primera ondulación, ni una intermedia la que permite oír el sonido, sino la última que entra en contacto con el órgano de la audición y, por lo tanto, no es estrictamente correcto decir que se ha oído un tambor. El sonido se origina por conjunción, por disyunción o en el mismo sonido. La conjunción de dos címbalos o de un tambor y sus baquetas⁴⁰ pueden servir como ejemplos de la conjunción. Esas son causas instrumentales. El crujido de las hojas al producirse su separación es la causa del sonido. En algunos casos, el sonido es la causa del sonido cuando ocurre un trueno. En todos, la conformación del viento o su calma, es una causa concomitante, ya que un viento adverso obstruye el sonido. En todos los casos, la causa material es el fluido etéreo y la conjunción de este con un objeto sonoro es una causa concomitante.

La filosofía *Mimansa* afirma la eternidad del sonido. Esto es rechazado por los eruditos de la filosofía *Nyáya*, quienes sostienen que si fuera eterno, no podría ser captado por los órganos de los sentidos humanos.

16 – 23. Las ocho cualidades siguientes son perceptibles por el órgano mental, no por sentidos externos. Son cualidades del alma y no sustancias materiales.

16. *Inteligencia*. La inteligencia (*buddhi*) es incluida por Kanada entre las cualidades y por Gótama como el quinto de los objetos a probar.

17 y 18. Kanada enumera al placer y al dolor entre las cualidades. En cambio, Gótama incluye al placer y al mal, entre los objetos a probar.

19 y 20. *Deseo y aversión*. Deseo es la apetencia de placer, de felicidad y de ausencia de sufrimiento. La pasión es el deseo extremo, es incidente al hombre y los seres inferiores.

El Ser supremo está desprovisto de pasión. Tampoco el deseo es el fin de la voluntad de Dios, así como tampoco es lo que guía a un santo.

⁴⁰ Palillos del tambor.

La aversión es repugnancia u odio.

21. *Volición*. La volición (*ya'na*), es una determinación a efectuar una acción productiva o gratificante. Requiere de un esfuerzo o ejercicio. El deseo es su ocasión y la percepción es su razón. Se distinguen dos clases de esfuerzos perceptibles: las que proceden del deseo, buscando lo que es agradable y los que son producto de la aversión, que tienden a rechazar lo repugnante. Otra especie de volición, que escapa a la sensación o a la percepción pero que se infiere por analogía con actos espontáneos, comprende a las funciones animales, teniendo por causa una fuerza vital desconocida.

En el hombre, la voluntad, el deseo y la inteligencia son transitorios, variables e inconstantes. La voluntad y la inteligencia de Dios, son eternas, uniformes y constantes.

22 y 23. La *virtud* y el *vicio*. *D'harma* y *Ad'harma* o mérito moral y demérito moral, son las peculiares causas del placer y del sufrimiento, respectivamente. El resultado de realizar lo que corresponde mediante el esfuerzo, etc. es la virtud. El resultado de hacer lo que está prohibido es el vicio. Son cualidades del alma imperceptibles, pero se infieren mediante el razonamiento.

“Las pruebas de ellos se deducen de la trasmigración. El cuerpo de un individuo, con sus miembros y órganos de los sentidos, es el resultado de una peculiar cualidad de su alma, ya que es la causa de la fruición de ese individuo, como una cosa que es producida por su esfuerzo o voluntad. La cualidad característica del alma que ocasiona a su ser el estar investido de un cuerpo, miembros y órganos, es la virtud o el vicio, ya que el cuerpo y todo lo demás no es el resultado del esfuerzo ni de la voluntad.”⁴¹

24. La vigésimo cuarta y última cualidad es la facultad (*sanskara*) que comprende a tres clases.

Velocidad (*véga*) que es la causa de la acción. Se refiere únicamente a la materia y es la cualidad del órgano mental y de los cuatro elementos primarios tierra, agua, luz y aire. Se pone de manifiesto a partir de la percepción del movimiento.

Elasticidad (*St'hlist'hávaca*) es una cualidad de objetos térreos particularmente tangibles y es la causa de esa peculiar acción donde un cosa alterada es restaurada a su prístino estado, como la relajación de un arco o una rama tensada recobra su posición anterior. Es imperceptible, pero se infiere a partir del hecho de la restitución de una cosa a su condición anterior.

Imaginación (*bhávaná*) es una cualidad peculiar del alma y es la causa de la memoria. Es el resultado de la noción o recolección, y siendo excitada, produce recuerdos y la causa excitante es la recurrencia a una asociación, esto es, la visión u otra percepción de un objeto similar.

⁴¹ *Tarc. Bhásh.* 3.

1.7. La acción según Kanada

La acción consiste en movimiento y, de manera similar a “cualidad”, reside sólo en la sustancia. Afecta a los objetos materiales y es finita. Es una causa indirecta tanto de la disyunción como de la conjunción, por ejemplo, cuando en un lugar se produce, por medio de la acción, una nueva conjunción luego de la anulación de una conjunción previa, en otro lugar, mediante la disyunción. Carece de cualidad y es transitoria.

Se enumeran cinco clases de acción: arrojar hacia arriba, arrojar hacia abajo, empujar hacia delante, extender horizontalmente y la quinta es continuar, incluyendo muchas variedades dentro de la última clase.

1.8. Comunidad.

La comunidad (*Sámanyá*) o la condición de cosas o características iguales o similares; es la causa de la percepción de la concordancia. Es eterna, simple, concerniente a una sola cosa que tiene una propiedad común a varias. Reside en la sustancia, en la cualidad y en la acción.

Se distinguen dos grados de comunidad: el mayor, concerniente a numerosos objetos y el menor, concerniente a unos pocos. El primero es la existencia de una propiedad común a todos, por ejemplo una propiedad del género. Pero también hay características comunes a un grupo importante del género, como podría ser de la especie, o comunidad de un rasgo entre algunos individuos.

Los Baud'dhas niegan de esta categoría. Sostienen que sólo los individuos tienen existencia, y que la abstracción es falsa y engañosa.

1.9. Distinción o particularidad.

La distinción (*visésha*) o particularidad de un objeto, Es la causa que permite percibir la exclusión. Afecta a un objeto único y particular que carece de comunidad. Reside solamente en sustancias eternas. Esas sustancias son: la mente, el alma, el tiempo y el lugar, el elemento etéreo y en los átomos de tierra, de agua, de luz y de aire.

1.10. Agregación

La agregación o relación íntima y constante (*samaváya*) es la conexión entre dos cosas que, en tanto coexisten, continúan unidas una con la otra, como la madera con la que está hecha una mesa y la mesa. En tanto la madera subsiste, la mesa también. Ya nos hemos referido a la agregación en la sección 1.2.

1.11. Negación

A las seis categorías afirmativas de Kanada, varios escritores que le sucedieron le agregaron una séptima, la negativa.

La negación o privación (*abháva*) es de dos clases; universal y mutua. La negación universal comprende tres especies: antecedente, emergente y absoluta.

Privación antecedente (*prágabhñáva*) es la negación en el presente de aquello en será en un tiempo futuro. Es la negación en la causa material, anterior a la producción de un efecto; como en el hilado antes de la fabricación de la tela hay una negación antecedente de la pieza de tela que será tejida, ya que en el hilado no hay pieza de tela. Carece de inicio en tanto que no se ha producido pero tiene un final ya que se dará por terminada al producirse el efecto.

La negación emergente es destrucción (*dhivansa*) o cesación de un efecto. Es una negación en la causa, subsecuente a la producción de un efecto, como en una jarra pulverizada por el golpe de una maza hay una negación de la jarra en el polvo de cerámica. Esa negación (destrucción) tiene un comienzo pero no tiene final, ya que la destrucción del efecto (es decir, regenerar la jarra) no se puede efectuar.

La negación absoluta se extiende por todos los tiempos, pasado, presente y futuro. No tiene comienzo ni final. Por ejemplo, la producción de fuego en un lago o que una oveja vuele.

La privación mutua es una diferencia (*bhéda*). Es una negación recíproca de identidad, de la esencia o de la respectiva peculiaridad, (el agua no es tierra ni la tierra es agua).

1.12. Otros objetos a probar

Además de los objetos a probar indicados en la sección 1.3., Gótama enumeró varios más:

5. *Inteligencia*. Gótama definió a la inteligencia (*budd'hi*) como la captación, el conocimiento o la concepción de la realidad o como aquello que manifiesta o hace conocer un tema.

La inteligencia presenta dos aspectos, noción y recuerdo. La noción (*anubhava*) es de dos clases: correcta y equivocada, La noción correcta (*pramá*) es incontrovertible. Deriva de la prueba y, consecuentemente, tiene cuatro formas de ser alcanzada: mediante la percepción, la inferencia, la comparación y la revelación. Así una jarra se *percibe* por órganos enfocados sobre ese objeto; el fuego se *infiere* por la presencia de humo; el gayal ⁴² se reconoce por su parecido con una vaca; la felicidad celestial se alcanza a través del sacrificio, tal como lo inculcaron los *Védas*.

⁴² *Bos frontalis*, bovino semidoméstico que habita en la India y en Bangladesh.

La noción errónea está alejada de la verdad y no se deriva de una prueba correcta. Tiene tres causas: la duda, premisas pasibles de reducción *ad-absurdum* y error (por ejemplo, confundiendo plomo con plata).

El recuerdo (*smarana*) también puede ser correcto o equivocado. Suelen ocurrir ambos casos, el recuerdo correcto, especialmente cuando se está despierto. Pero, durante el sueño, el recuerdo suele ser erróneo.

6. La *mente*. El sexto lugar entre los objetos de prueba Gótama lo asignó a la mente. Ya ha sido mencionada dos veces, entre los órganos de los sentidos y entre las sustancias.

7. La *actividad*. En el ordenamiento de Gótama el siguiente objeto a probar es la actividad (*pravritti*). Es determinación, el resultado de la pasión, y la causa de la virtud y del vicio o del mérito y el demérito, según el acto sea prescripto o prohibido. La actividad puede ser oral, mental o corporal y no comprende las funciones vitales inconscientes. Es la razón de todas las actuaciones mundanas.

8. Los *defectos*. De los actos proceden los defectos (*dosha*), incluyendo bajo esta denominación: la pasión o el deseo extremo, la aversión o el odio, el error o el engaño (*moha*). Los dos primeros de estos defectos fueron incluidos por Kanada entre las cualidades.

9. La *trasmigración*. La actividad siguiente que se expresa en la disposición de Gótama, es la del alma después de la muerte (*prétya-bháva*) y es la trasmigración. El alma, que es inmortal, pasa del cuerpo anterior que pereció a uno nuevo que la recibe. El cuerpo que la recibe puede ser de un ser humano o de otra especie animal.

10. La *retribución*. Esta actividad (*p'hala*) es el fruto procedente de las consecuencias derivadas de la actividad. Es un retorno de la fruición (*punarbhóga*) o la experiencia de placer o dolor, asociados con el cuerpo, la mente y los sentidos.

11. El *dolor* o la *angustia*, es el undécimo tema de los asuntos a ser probados.

12. La *bienaventuranza*. Es la liberación del dolor, también es la prevención de toda clase de enfermedad. El sistema de filosofía *Nyaya* comprende veintiuna variedades del mal, que pueden ser primarias o secundarias. Ellas pueden recaer sobre: 1) el cuerpo; 2 – 7) los seis órganos de los sentidos; 8 – 13) Los seis objetos de sensación (*vishaya*); 14 – 19) las seis clases de aprehensión e inteligencia (*budd'hi*); 20) el dolor o la angustia; 21) el placer. Incluso para el placer, cuando está contaminado con el mal, el dolor es una sustancia perjudicial que contamina al placer “como un veneno disuelto en la miel”.

La liberación del mal es alcanzada por el alma, dotada con la verdad (*tatwa*), mediante la ciencia sagrada despojada de la pasión, a través del conocimiento del mal que incide sobre los objetos, meditando sobre sí misma y por la madurez del autoconocimiento. Por lo que su propia esencia, despojada de impedimentos o de méritos o deméritos presupuestos, pueda discernir los valores propios de los actos mediante una contemplación devota y absolverlos a través de la resistencia a la compulsión de sus frutos y así lograr (previo a la anulación de los actos previos y partiendo del cuerpo presente y antes del alcanzar el cuerpo futuro) que no haya una posterior conexión con las diversas cla-

ses de mal ya que no habrá causas de ellos. Esto, entonces es la prevención del dolor de cada especie, es la liberación y la bienaventuranza.

1.13. Las categorías racionales de Gótama

Después de la prueba y los temas a ser probados, Gótama procede a analizar otras herramientas racionales a las que llamó “categorías” racionales.

La *duda*. Es la consideración de diversas opiniones contrarias respecto de una sola y misma cosa. Hay tres clases de duda que surgen de las cualidades peculiares comunes o, meramente, de la contradicción y en las cuales las marcas que las distinguen son inadvertidas. Gótama da varios ejemplos de duda. Así, al observar un objeto, la cuestión que puede plantearse es si se trata de un hombre o de un tronco de un árbol marchito. Los miembros, parecen denotar a un hombre o el tronco retorcido que parece distinguir a un árbol, siendo ambos igualmente inadvertidos. Otro ejemplo de duda filosófica es el siguiente: el olor es una cualidad peculiar de la tierra y pertenece a las sustancias que no son eternas, como el elemento etéreo sino que es un elemento transitorio como en el agua. Entonces puede surgir la duda si la tierra es eterna o no. También menciona el siguiente caso: una persona afirma que el sonido es eterno, otra deniega esa posición y una tercera persona, duda.

En la duda, hay una suspensión voluntaria y transitoria de la emisión de un juicio para dar lugar a la mente para que coordine todas las ideas y conocimientos acerca del tema que generó la duda.

El *motivo* (*prayójana*) “es aquello por lo que una persona actúa o es llevada a la acción. Es el deseo de alcanzar placer o de rechazar el dolor o el deseo de exención de ambos ya que tal es el propósito o el impulso de cada uno en un estado natural de su mente”⁴³.

⁴³ *Nyáya*. 1.1. 4. 1 – 3.

Bibliografía:

Colebrooke, H. T., (1858): *Essays on the Religion and Philosophy of the Hindus*, Williams & Norgate, London.

Colebrooke, H. T., (1837): *Miscellaneous Essays*, Vols. I y II, W. H. Allen & Co., London.

Dasgupta, S., (1975): *A History of Indian Philosophy*, Vol. I, Motilal Banarsidass, Delhi, ISBN 978-81-208-0412-8.

Matilal, B. C., (1977): “Nyáya-Vaisheshika” en *A History of Indian Literature*, Vol. VI, Fas. II, Otto Harrassowitz Verlag, Wiesbaden, ISBN 978-3447018074, OCLC 489575550

Müller, M., (1919): *The Six Systems Of Indian Philosophy*, Longmans Green & Co, Bombay.

Ray, P. C., (1903): *A History of Hindu Chemistry*, Second Edition, Vol I, The Bengal Chemical Pharmaceutical Works, Calcutta.

II. LA NATURALEZA DE LA MATERIA EN LA ANTIGUA CHINA

2.1. Las ideas de *qi*, *li* y *shu* en la metafísica china

A fin de entender muchos aspectos de la ciencia y de la filosofía en la Antigua China, es esencial examinar algunos conceptos básicos acerca de la Naturaleza, tales como eran interpretados en esa época. Los eruditos chinos utilizaban dos conceptos básicos: *li* y *qi*. El término *li* ha sido interpretado por los sinólogos como “forma”, “ley”, “razón”, “principio” y aún como “ley divina”, aunque ninguno de ellos representa por sí solo el verdadero significado de la palabra original. Por ejemplo, los chinos nunca enunciaron una “ley de la Naturaleza” en el sentido que lo hicieron los eruditos europeos. Joseph Needham, quizás el más importante sinólogo del siglo XX, prefirió dejar el término *li* sin una traducción precisa y, cuando fuese necesario, lo utilizaba como “patrón”, “organización” o “principio de organización”

El término *qi* también es de difícil traducción. Los diccionarios dan una variedad de interpretaciones que se asimilan a “espíritu” o “alma”, pero también se lo suele entender como “aire”, “gas” y “vapor”. Para los antiguos naturalistas chinos el término parece tener cierta semejanza con lo que para los griegos era la “*pneuma*” o, para los antiguos hinduistas, era la “*prana*”.

El término *qi* también tiene cierto parecido con lo que Aristóteles llamaba *psique* o espíritu, para hacer una distinción entre lo viviente y lo no viviente. Para Aristóteles las plantas tenían *espíritu vegetativo*, los animales *espíritu vegetativo y sensitivo* y el hombre *espíritu vegetativo, sensitivo y racional*.

El filósofo chino Xun zi (313 – 238 a.C.) afirmó:

“El agua y el fuego poseen espíritus sutiles (*qi*) pero no vida (*sheng*). Las plantas y los árboles poseen *qi* y también poseen vida, pero no percepción (*zhi*). Las aves y los animales poseen *qi* y también percepción, pero no sentido de la justicia (*yi*). El hombre posee espíritu, vida, percepción y, además, sentido de la justicia. Además es el más noble de los seres vivientes...”

En la metafísica china, existe otro concepto que se supone que gobierna o explica todas las operaciones de la naturaleza, llamado *shu*. Uno de los muchos significados de *shu* es “número”.

A semejanza de los pitagóricos los chinos trataron de encontrar relaciones numéricas con los fenómenos de la vida cotidiana. Como ejemplo de la numerología china, en el Huainanzi —un compendio de conocimientos que data de la dinastía Han (212 a.C. – 220 d.C.)— se indica:

El cielo es 1. La tierra 2. El hombre 3... El 2 gobierna los números pares. A cada número par le sigue uno impar. Los números impares gobiernan el tiempo. El tiempo gobierna a la Luna y la Luna gobierna al caballo. Por eso el caballo nace en el 12º mes de la gestación.

Los estudiosos chinos sostenían que así como la existencia del *qi* surge de la existencia del *li* de la misma manera, la existencia de los números surge del *li*.

En las Analectas de Confucio (conjunto de charlas que dio Confucio a sus discípulos y las discusiones entre ellos) se indica la relación natural de los números, la que está representada por el “Diagrama del río Amarillo” o Hetu y por el “Diagrama del río Luo” o Luoshu

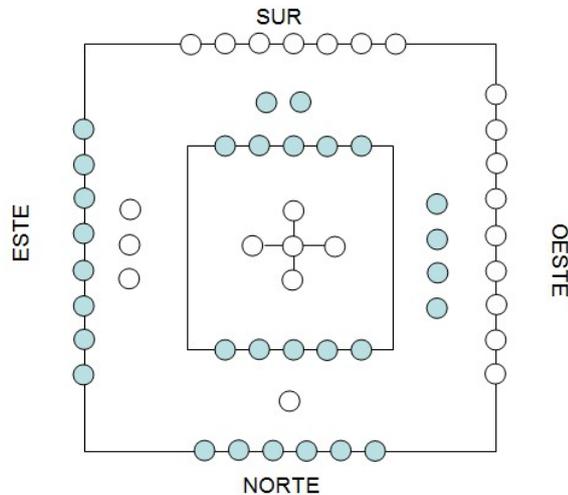


Figura 2.1 Hetu

4	9	2
3	5	7
8	1	6

Figura 2.2. Luoshu

El diagrama Luoshu es atribuido a una tortuga que, durante el reinado de Yu (c. 2000 a.C.) emergió del río Luo llevando grabado ese diagrama sobre su caparazón. Es un cuadrado mágico de orden 3 en el que cada fila, cada columna y las diagonales suman 15 y los números pares ocupan los vértices. Probablemente, llegó a la India durante el período Tang (618 – 907) y posteriormente al mundo musulmán donde fue usado como un amuleto, por ejemplo, para facilitar el nacimiento de los niños.

2.2. Los conceptos de Yin, Yang y Wuxing

En la filosofía china, *qi* puede existir en dos estados diferentes. Puede estar en reposo o en movimiento. Se puede contraer o expandir dando lugar a dos estados que se llaman Yin y Yang. Los dos nombres se originan en las ideas de oscuridad y luminosidad. *Yin* conlleva la idea de frío, nubes, lluvia, algo femenino, algo que está en el interior de la oscuridad, la parte sombreada de una montaña o de un valle, etc., mientras que *yang* conlleva la idea opuesta, de calor, cielo soleado sin nubes, zona soleada de una montaña o de un valle, etc. El *Yijing*, o Libro de los cambios, dice que el *yin* y el *yang* son los únicos componentes del *qi* operando en la Naturaleza, cada uno dominando al otro en distintos momentos, como si fuera un movimiento ondulatorio. Se lo representa mediante el *Taijitu* que al rodar sobre su centro muestra alternativamente la dominancia de uno sobre el otro. Pero no sólo son opuestos sino complementarios.

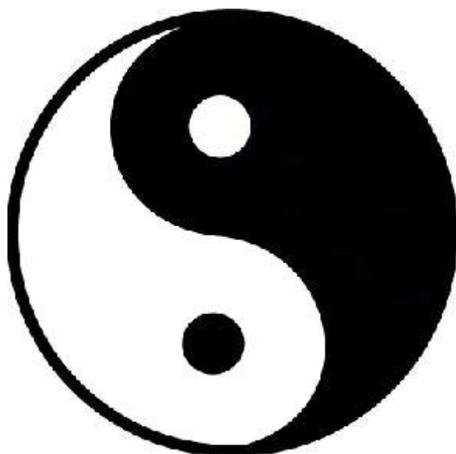


Figura 2.3. Taijitu

“*Ji*” está conectado con el polo Norte, (*heiji*) que en la Astronomía china es de suma importancia ya que los astrónomos chinos consideraban que todo el firmamento giraba alrededor de ese Polo.

Taiji se mueve y produce *yang*. Cuando el movimiento alcanza un límite, entra en reposo. *Taiji* en reposo produce *yin* y cuando el reposo finaliza, regresa el estado de movimiento. Movimiento y reposo se alternan siendo cada uno la fuente del otro. *Yin* y *yang* relacionan sus funciones para establecer las “Dos Fuerzas” (*liangyi*) que gobiernan todo cambio y *yang* se combina con *yin* para producir *agua, fuego, madera, metal* y *tierra*. Estas cinco entidades forman el *Wuxing*, un término que se emplea para denotar “cinco elementos” o “cinco agentes” o “cinco fases”. Pero cuando el *Wuxing* se refiere a cinco elementos no lo hace en el sentido moderno del término elemento, como clase de átomo (*xing*), sino como cinco clases de poderosas fuerzas que provocan continuos cambios.

La primera persona que se refirió al *Wuxing* y a la interacción entre el *yin* y el *yang*, fue Boyang Fu, conocido también como Shibo, durante el siglo VIII a.C. Boyang Fu, asoció dos terremotos ocurridos en los años 780 a.C. y 773 a.C., con el *yin* y el *yang*, relacionándolos como si fueran causa y efecto. Las características e interacciones del *yin* y el *yang* fueron sistematizadas varios siglos después por Zou Yan (c. 350 – 270 a.C). Se conservan algunos de los fragmentos del libro que él (o alguno de sus seguidores) escribió. En este libro, conocido como “*El libro del maestro Zou*” se explica que la esencia del *Wuxing* es la alternancia en el dominio. Cada una de las cinco virtudes es seguida por una a la cual no puede conquistar, y así la Madera vence a la Tierra, el Metal vence a la Madera, el Fuego vence al Metal, el Agua vence al Fuego, y la Tierra vence al Agua. Zou asoció su teoría del *Wuxing* no sólo a los cambios en la Naturaleza sino también a los cambios políticos ocurridos en la China.¹

¹ Zou Yan asoció esos cambios a los cambios en las dinastías que gobernaron en China. Cada dinastía estaba asociada a un “elemento” a la vez que a un color y su llegada al poder estaba anunciada por signos auspiciosos de la naturaleza. Por ejemplo, el ascenso al poder de Yu el grande, fue preanunciado por la Naturaleza, que produjo plantas y árboles que no “languidecieron” en el otoño y el invierno previos. Eso indicaba que “la Madera estaba en ascenso”... que “el color a adoptar por el Emperador debía ser el verde” y ... que “todos los asuntos del Estado debían orientarse bajo el signo de la madera”.

Las enseñanzas de Zou Han fueron aceptadas por sus contemporáneos y aún por los eruditos del confucianismo de la dinastía Han.

En el *Shujing* o Libro de los documentos, algunos de cuyos capítulos datan del siglo X a.C., hay un capítulo titulado *Hongfang* que data del siglo III a.C., que expresa:

En la Naturaleza, el agua tiene la cualidad que describimos como remojante y descendente. El fuego tiene la cualidad que describimos como ardiente y que puede elevarse. La madera posee la cualidad que permite formar superficies curvas o bordes rectos. El metal goza de la cualidad de poder adecuarse a un molde y cambiar su forma. La tierra tiene la cualidad de permitir la siembra y la cosecha.

Lo que empapa, gotea y desciende causa sabor salado. Lo que arde, calienta y se eleva genera amargura. Lo que permite tener superficies curvas o bordes rectos da acidez. Lo que puede seguir la forma de un molde y luego llegar a ser duro produce acritud. Lo que permite la siembra, crecimiento y cosecha da lugar a la dulzura.

Esto indica que los naturalistas chinos más que considerar cinco clases de sustancias fundamentales pensaban en la existencia de cinco procesos, o relaciones, fundamentales. Las particulares asociaciones del *Wuxing* con los sabores parecen resultar de algunas experiencias químicas sencillas. Así, algunos experimentos de disolución en agua habrían mostrado el sabor salado de la solución resultante. La vinculación entre el fuego y el amargor resultaría de la experiencia de calentar algunas hierbas medicinales. La descomposición de la madera produce materiales de sabor ácido. La acritud de los metales sería provocada por su fusión, que muchas veces libera sus impurezas como dióxido de azufre y la asociación de la dulzura con la tierra derivaría del metabolismo del almidón contenido en los cereales.

2.3. Relaciones entre los constituyentes de *Wuxing*

En el año 135 a.C., Dong Zhongshu (c. 179 – 93 a.C.) escribió que el Cielo tiene cinco *xing*. El primero es Madera, el segundo es Fuego, el tercero es Tierra, el cuarto es Metal y el quinto es Agua. En el ciclo del *Wuxing* la Madera está primera y el Agua es la última. Este es el orden que el Cielo ha creado. La Madera produce Fuego, el Fuego produce Tierra, la Tierra produce Metal, el Metal produce Agua y el agua produce Madera. La Madera mora a la izquierda, el Metal a la derecha, el Fuego mora adelante y el Agua, atrás mientras que la Tierra está en el centro. Ellos tienen relaciones de padre a hijo. Así la Madera recibe sus cualidades del Agua, el Fuego de la Madera, etc. Cuando transmiten actúan como padres, cuando reciben, actúan como hijos. Hay una dependencia invariante de hijos a padres y una dirección invariante de padres a hijos.

Las posiciones en que moran los cinco *xing* refieren inmediatamente al Hetu (ver figura 2.4.) en donde la Madera, que mora a la izquierda, se corresponde con el Este y con los números 3 y 8. Si el Metal mora a la derecha, se corresponde con el Oeste y con los números 4 y 9. El Fuego se corresponde con el Sur y con los números 2 y 7 y el Agua con el Norte y con los números 1 y 6. La Tierra, al estar ubicada en el Centro se corresponde con los números 2 y 10.

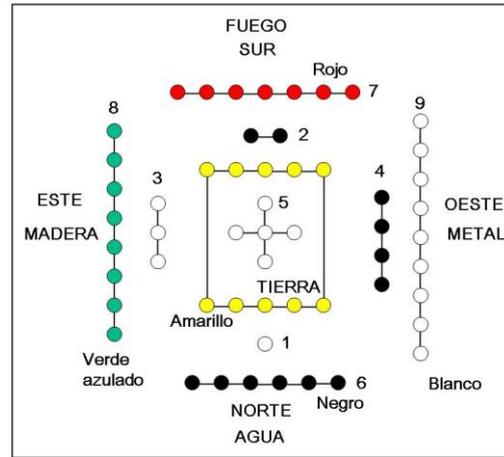


Figura 2.4. El Wuxing y la distribución de los puntos cardinales y colores en el Hetu

En referencia al orden dado por Zou Yan, se encuentra que cada *xing* es conquistado por el siguiente². Así la Madera conquista a la Tierra, porque es más dura que ella y las raíces de los árboles la penetran; el Metal conquista a la Madera porque puede cortarla; el Fuego conquista al Metal porque puede fundirlo; el Agua conquista al Fuego porque puede apagarlo y la Tierra conquista a la Agua porque puede absorberla o contenerla en una represa.

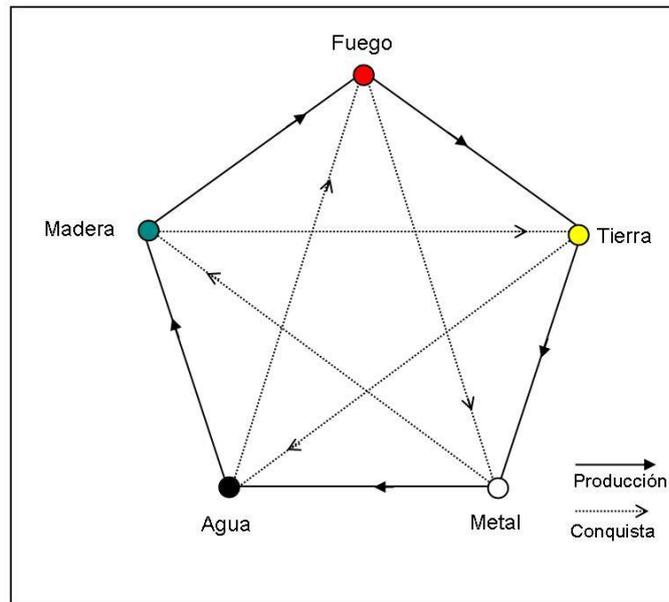


Figura 2.5. Orden de producción y de mutua conquista en el Wuxing.

A partir del orden de producción y del orden de conquista, los eruditos chinos propusieron dos principios: el Principio de Control (*xiangzhi*) y el Principio de Enmascaramiento (*xianghua*). El Principio de Control depende enteramente del orden de conquista mutua. De acuerdo con esto, un proceso de destrucción puede ser controlado por el *xing* capaz de destruir al destructor. Así, por ejemplo, la Madera conquista a la Tierra, pero el Metal controla el proceso.

² Este es llamado *xiangke* (Orden de conquista mutua)

El Principio de enmascaramiento surge tanto del orden de producción como de la conquista mutua. Se refiere a enmascarar un proceso efectuando otro proceso que produce más sustrato o que destruye al sustrato más rápidamente que el primero. Por ejemplo, la Madera destruye a la Tierra pero el fuego enmascara el proceso.

De acuerdo con el Principio de Control, el Fuego conquista o destruye al Metal, pero el proceso puede ser controlado por el Agua. El fuego destruye al Metal, pero el proceso puede ser enmascarado por la Tierra que produce Metal, reponiendo el Metal mientras es destruido por el Fuego. Para los eruditos chinos, este Principio era de gran importancia para el mantenimiento de equilibrios dinámicos en los procesos naturales. Para dar una idea cuantitativa de su importancia, se menciona un ejemplo del “Libro del maestro Wen” (Siglo II a.C.): “El Metal puede vencer a la Madera, pero con una sola hacha un hombre no puede talar todos los bosques. La Tierra puede conquistar al Agua, pero con solo un puñado un hombre no puede embalsar un río. El agua puede vencer al Fuego. Pero con una copa llena de agua no se puede apagar un árbol en llamas”.

Con el tiempo, los cinco *xings* se fueron asociando con una cantidad enorme de entes del Universo que se pueden dividir en cinco clases. En la Tabla de la Figura 2.6 se dan algunos ejemplos.

<i>Xing</i>	Madera	Fuego	Tierra	Metal	Agua
Números	8	7	5	9	6
	3	2	10	4	1
Puntos Cardinales	Este	Sur	Centro	Oeste	Norte
Sabores	ácido	amargo	dulce	Acre	salado
Color	verde	rojo	amarillo	Blanco	negro
Olor	cabrío	a quemado	fragante	Fétido	a podrido
Órgano sensorial	ojo	lengua	boca	Nariz	oído
Granos	trigo	maíz	mijo	Arroz	alubias
Animal doméstico	oveja	gallina	buey	Perro	cerdo
Planeta	Júpiter	Marte	Saturno	Venus	Mercurio
Órganos (<i>Yin</i>)	hígado	corazón	bazo	Pulmón	riñón
Órganos (<i>Yang</i>)	vesícula	intestino	estómago	Duodeno	vejiga
Estaciones	primavera	verano	temporada media	Otoño	invierno
Parte del día	mañana	mediodía	tarde	anocheecer	noche
Movimiento	hacia atrás	a la derecha	al centro	al frente	a la izquierda
Virtudes	benevolencia	corrección	sinceridad	Rectitud	sabiduría

Figura 2.6. Correlación entre algunos entes y los 5 Elementos.

2.4. El taoísmo y el vacío

Originalmente, el taoísmo fue inicialmente un sistema filosófico que se desarrolló alrededor del siglo V a.C. a partir de los escritos de Lao Tsé y de Zhuang Tsu. Su idea central estaba basada en la unidad del Universo y que la forma en que el hombre podía alcanzar la inmortalidad (en rigor, la

longevidad) consistía en vivir en armonía con la Naturaleza. Aceptaba la existencia de los cinco elementos concibiéndolos no como unidades materiales sino como cualidades de la materia y haciendo notar la importancia de lo que consideraban el “vacío” —en rigor, la ausencia de materia palpable—. En el capítulo 11 del Tao Te Ching, obra atribuida a Lao Tsé, se expresa en términos modernos:

Unimos treinta radios y lo llamamos rueda; pero es en el espacio vacío donde reside la utilidad de la rueda. Moldeamos arcilla para hacer un jarro; pero es en el espacio vacío donde reside la utilidad del jarro. Abrimos puertas y ventanas cuando construimos una casa: son estos espacios vacíos lo que dan utilidad a la casa. Por lo tanto, igual que nos aprendemos lo que es, deberíamos reconocer la utilidad de lo que no es.”

Tao significa “El camino” y la esencia de la filosofía taoísta era seguir el camino de la Naturaleza, o como escribió Zhuang Tsu, el hombre “debe dejarse llevar por la normalidad del Universo, abstraerse de las peleas triviales de la sociedad humana y unificarse con el gran mundo de la Naturaleza”.

Bibliografía:

Cheng, A., (2002): *Historia del pensamiento chino*, Bellaterra, Barcelona.

Ho Peng Yoke; (2000): *Li, Qi and Shu. An Introduction to Science and Civilization in China*, Dover Publications Inc., Mineola, N. Y.

Mabilleau, L., (1895): *Histoire de la philosophie atomistique*, Imprimerie Nationale, Paris.

Needham, J., (1956): *Science and Civilisation in China*, Vol. 2, Cambridge University Press, Cambridge.

III EL ATOMISMO EN LA ANTIGUA GRECIA

3.1. Introducción

A medida que los pensadores griegos se fueron despojando de concepciones míticas acerca del origen y la evolución del mundo que los rodeaba intentaron encontrar explicaciones racionales tanto a los aspectos constantes que observaban en el entorno natural así como los procesos de su transformación. Es por este motivo por el que se habla de los primeros pensadores como filósofos de la *physis* (naturaleza) o filósofos de la naturaleza. Ellos provenían de Mileto, una antigua ciudad griega de Jonia, en la costa occidental de Anatolia, por lo que también se los conoce como “filósofos milesios”.

El rechazo de las explicaciones sobrenaturales obligó a los filósofos milesios a buscar nuevas explicaciones que cumpliesen con la norma de evitar las contradicciones. Para ello comenzaron por formularse la pregunta más general de todas: *¿Qué es la naturaleza?* Dejando de lado sus creencias los principales medios para buscar la respuesta fueron la observación y la reflexión. Sin embargo, a poco de analizar las posibles respuestas, la complejidad misma de los fenómenos naturales los obligó a modificar tal pregunta y a inquirir más bien por los *orígenes* de la naturaleza o, dicho de otro modo, por cuáles son los *elementos fundamentales* a partir de los cuales la naturaleza se origina. Al respecto Aristóteles señaló:

“Pues bien, la mayoría de los filósofos primitivos creyeron que los únicos principios de todas las cosas eran los de índole material; pues aquello de lo que constan todos los entes y es el primer origen de su generación y el término de su corrupción, permaneciendo la sustancia pero cambiando en las afecciones, es, según ellos, el elemento y el principio de los entes. Y por eso creen que ni se genera ni se destruye nada, pensando que tal naturaleza se conserva siempre” (Metafísica, 943 b).

Esto es, los principios son eternos, cambian las formas, la agregación, pero la materia elemental perdura.

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

En su primer período, los más importantes representantes de la filosofía jónica fueron Tales, (c.624 – c.547 a.C.), Anaximandro (c. 611 – c542 a.C) y Anaxímenes (c.588 – c.524 a.C.)

3.2. Tales

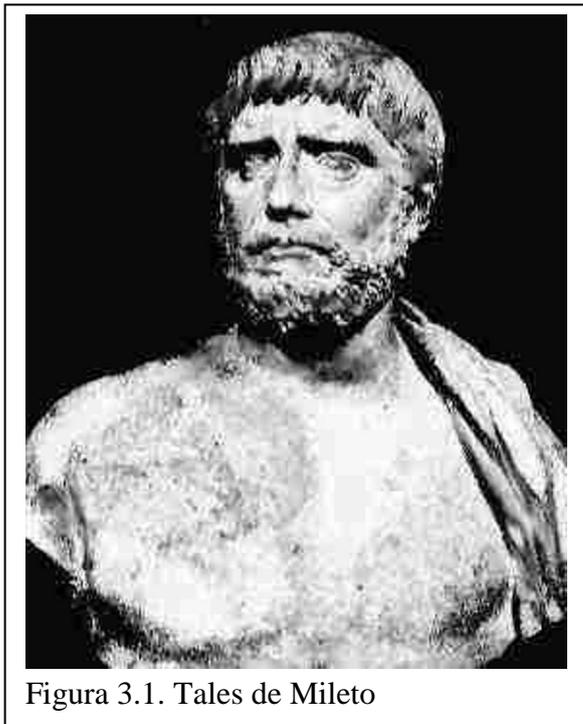


Figura 3.1. Tales de Mileto

Heródoto, Demócrito y Diógenes Laercio, concuerdan en que Tales era hijo de Examyas y Cleobulina, y pertenecía a la familia fenicia de los Télidas que luego emigró a Mileto. Fue nombrado “Sabio” por Damasio, el arconte de Atenas y fue el primero de los “Siete Sabios” de Atenas.

Hay versiones dispares acerca de la obra de Tales. Se le adjudica la autoría de la *Astronomía Náutica*. También se le atribuye la autoría de dos libros sobre estudios astronómicos, uno sobre los Solsticios y otro sobre los Equinoccios, aunque ninguno de ellos se conserva y sólo hay referencia a su autoría en tratados posteriores. Pasó muchos años en Egipto donde estudió Matemáticas, Geometría, Filosofía Natural y Metafísica y luego regresó a Mileto donde formó una escuela. De sus observaciones de que la magnetita atrae al hierro y que al frotar ámbar con

un paño atrae a pequeños objetos, concluyó que muchos objetos naturales tienen alma y que esa alma es inmortal. Es considerado el primer astrónomo del mundo griego por haber predicho un eclipse de Sol.

Aristóteles describió a Tales como el primero en sugerir un único sustrato formativo de la materia y en explicar la naturaleza mediante la simplificación de los fenómenos observables y buscando las causas en el mismo entorno natural. En el primer libro de su *Metafísica*, el estagirita escribió:

Pero, en cuanto al número y a la especie de tal principio, no todos dicen lo mismo, sino que Tales, iniciador de tal filosofía, afirma que es el Agua (por eso también manifestó que la Tierra estaba sobre el Agua); y sin duda concibió esta opinión al ver que el alimento es siempre húmedo y que hasta el calor nace de la humedad y de ella vive (y aquello de donde las cosas nacen es el principio de todas ellas). Por esto, sin duda, concibió esta opinión, y porque las semillas tienen siempre naturaleza húmeda, y por ser el Agua, para las cosas húmedas, principio de su naturaleza.

Según Tales, *lo primero* debe haber sido una *sustancia común*: el agua. Esa primera causa de todo lo real debe ser eterna, (por lo que no hay una idea de “creación”). De ella surgen todas las sustancias individuales. Al ser eterna esa causa, el proceso de la formación de otros materiales es una transformación en el que el agua no se destruye sino que sólo cambia sus cualidades perceptibles, frío, caliente, seco, húmedo.

Para Tales, debe haber una ley que regula la transformación del agua para dar la apariencia de otros materiales y que sería posible encontrarla mediante la razón.

Esta idea del agua como material primigenio es coherente con su cosmología. Para él, el Universo es concebido como un Universo *vivo* que cambia permanentemente de acuerdo a ciertas leyes a encontrar mediante la razón y, tal como lo confirmó Aristóteles, concibió a la Tierra como un disco chato que flota sobre el agua.

Debido a que centró sus reflexiones sobre la Naturaleza y sus cambios, recibió el mote de *filósofo de la physis*. También recibirían esa designación sus continuadores Anaximandro y Anaxímenes.

3.3. Anaximandro

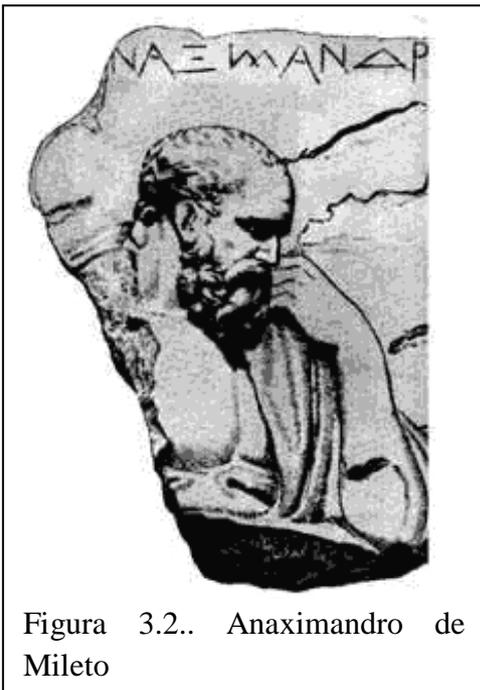


Figura 3.2.. Anaximandro de Mileto

Nacido en Mileto alrededor del 609 a.C. era hijo de Praxiades y fue discípulo de Tales. Diógenes Laercio afirmó que falleció en el 522 a.C., el mismo año de la muerte de Polícrates, el tirano de Samos pero esto es muy dudoso¹ y más probable que haya muerto en el 546 o en el 545.²

En el glosario de Suidas (siglo X d.C.) dice que Anaximandro escribió cuatro libros *Sobre la naturaleza*, *Sobre el perímetro de la tierra*, *Sobre las estrellas fijas* y *La esfera celeste*.

Plinio³ presentó a Anaximandro como un filósofo interesado en la Astronomía y que descubrió la oblicuidad del Zodiaco. Diógenes Laercio afirmó que inventó el *gnomon*⁴. Lo que sí parece cierto es que estando Anaximandro en Lacedemonia y, probablemente, al percibir un temblor en el agua de un pozo, aconsejó a los espartanos que abandonaran la ciudad ante la inminencia de un terremoto, y sí lo cuenta Ci-

cerón (*De divinatione*, I, 50, 112)

“Anaximandro advirtió a los lacedemonios de que abandonasen la ciudad y sus casas, y que, provistos de armas, salieran a acostarse en la campiña, ya que se aproximaba un terremoto. Fue entonces cuando la ciudad entera se derrumbó y cuando al monte Taigeto se le desprendió su extremo, como si fuera la popa de un barco.”

¹ Es muy probable que Diógenes se haya confundido con Pitágoras.

² En su *Cronología*, Apolodoro de Atenas afirmó que en el segundo año de la 58ª Olimpíada (547/546), Anaximandro tenía 64 años y que falleció poco después.

³ *Hist. Nat.* II, 3.

⁴ Heródoto de Halicarnaso en el Libro II, logo 3 de su *Historia* afirmó que “los griegos adquirieron de los babilonios el conocimiento de la esfera celeste, del gnomon, y de las doce partes del día”.

Según Anaximandro, la Tierra es de forma esférica y se encuentra en el centro del Universo. La Luna brilla con “luz prestada” ya que su iluminación deriva del Sol y este es tan grande como la Tierra y consiste en el fuego más puro. Según Diógenes Laercio fue el primero en hacer un mapa de la Tierra con su línea divisoria del mar.

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

Hay tres anillos en los que se encuentran el Sol, la Luna y las estrellas fijas. Estas últimas están suspendidas por debajo del Sol y de la Luna, y el Sol es el más distante de los cuerpos celestes.

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

En cuanto a sus ideas acerca de la Naturaleza, elaboró aún más la idea de que las cosas se *re-suelven* en lo mismo de lo cual *provienen* reparando las injusticias según el orden del tiempo. Dado que las cosas adquieren sus características propias y sus *límites* a lo largo del tiempo, aquello de lo cual todo se origina no puede tener *límite o característica alguna*. Dicho de otra manera, aquello a partir de lo cual todo se origina carece de las características de cualquiera de las cosas individuales que de allí surgen, pero es al mismo tiempo el *fundamento común* para todas. A este fundamento común carente de características específicas Anaximandro lo llamó *Apeirón*: lo ilimitado (e infinito en tanto toda finitud implica límite). El *Apeirón* no es aire, ni agua ni otro elemento conocido, sino que a partir del *Apeirón* se generan todos los elementos. De los elementos producidos, le dio particular importancia al agua pues consideró que, a partir de la acción del Sol sobre ella, se producían los seres vivos (Es altamente probable que haya tomado en cuenta la observación acerca del surgimiento de seres vivos en el agua estancada). Para él, la generación era espontánea y dada la invalidez inicial del ser humano, de ello se concluye que debe haber nacido de otra especie (aparentemente cierto tipo de pez).

3.4. Anaxímenes

Anaxímenes, hijo de Eurystratus, nació en Mileto y se dice que fue discípulo de Anaximandro. Su concepción acerca de la evolución de la Naturaleza fue menos abstracta que la de su maestro, al restringir sus afirmaciones a los resultados de la observación de los fenómenos naturales. Mien-

tras que Anaximandro le asignó una importancia particular al agua, Anaxímenes consideró al *aire* como elemento fundamental y *anterior* al agua. El aire es al mismo tiempo, tanto un principio infinito de los cuerpos simples como un principio vivo y dinámico (*pneuma*) que se opone a la pasividad de la materia.

Sostuvo que el aire cambia su esencia según el grado de enrarecimiento (o densidad). “Cuando el aire se enrarece se vuelve fuego y cuando se condensa se torna viento. A medida que se sigue condensando se transforma en nube, luego en agua, en tierra y finalmente en roca. Todo lo demás proviene de esto”. (DK13A5)⁵

Para explicar los cambios que experimenta el aire al transformarse de fuego hasta roca, recurría a un experimento sencillo. Si se exhala el aire sobre la mano estando la boca relajada, el aire es caliente. En cambio, si se expulsa el aire con los labios apretados, el aire es frío (DK13B1). Por lo tanto, para Anaxímenes había una correlación entre la rarefacción del aire con el calentamiento (y con el fuego) y la compresión del aire con el enfriamiento y los objetos condensados. Además de estas ideas de los mecanismos mediante los cuales los objetos adquieren sus características individuales, remarcó el carácter fundamental del aire para todos los seres vivos y al puntualizar la existencia de un proceso de transpiración en las plantas dedujo que las plantas también respiran.

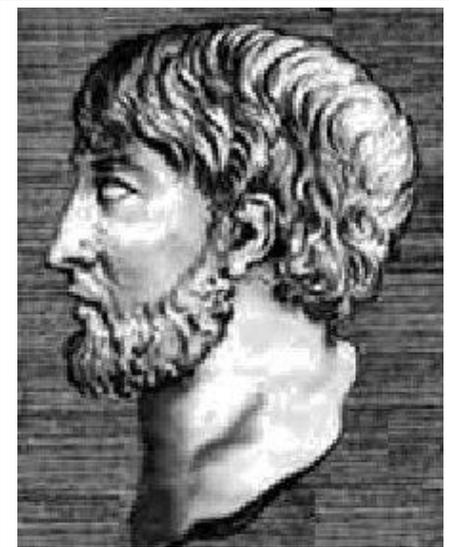


Figura 3.3. Anaxímenes de Mileto

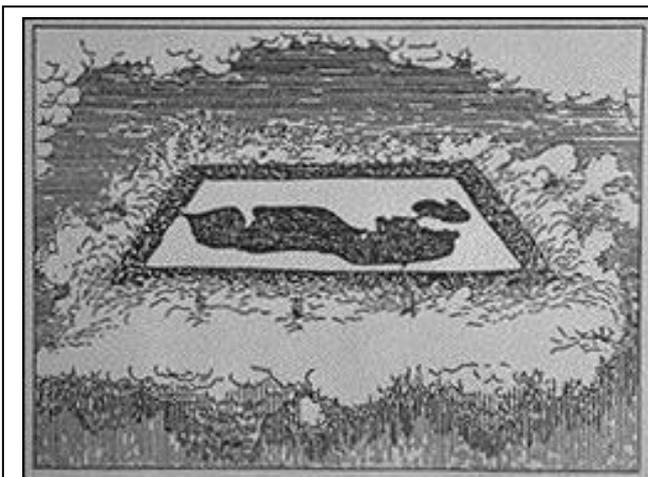


Figura 3.4. La Tierra flotando en el aire según Anaxímenes

Los mecanismos de condensación y rarefacción no sólo son los factores de *transformación* sino también actúan como principios de *compensación* ya que con el transcurso del tiempo tienden a reparar todos los excesos en los cambios que experimenta la materia.

La idea de que todo surge del aire, le hizo concebir a Anaxímenes que la Tierra era plana y flotaba sobre aire. Que todo los planetas eran planos y también flotaban sobre el aire; que “las estrellas son como hojas de fuego que flotan en el aire y el Sol es un disco plano que emite luz y calor debido a que se encuentra sobre aire caliente” (DK13A14).

⁵ De los trabajos de los presocráticos sólo quedan citas en escritos de autores posteriores. Estas citas fueron compiladas por Hermann Diels (1848-1922) en *Die Fragmente der Vorsokratiker* con revisiones de Walther Kranz y sucesivos editores que se ha vuelto un estándar en filosofía presocrática en la que cada cita tiene un número *DK*.

Según Diógenes Laercio, citando a Apolodoro, Anaxímenes falleció después de la 63ª Olimpiada, o sea, entre el 527 y el 525 a.C.

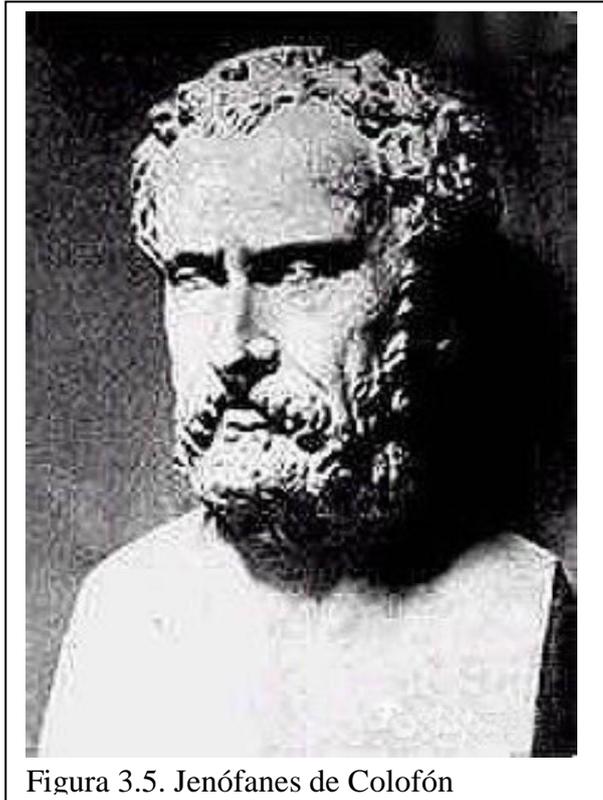


Figura 3.5. Jenófanes de Colofón

3.5. Jenófanes de Colofón

Jenófanes, según Diógenes, hijo de Dexius y, según otros, hijo de Ortómenes, nació en una pequeña población de Jonia llamada Colofón. Laercio escribió que fue expulsado por los medos cuando invadieron Jonia en el año 546 a.C., por lo que emigró a Zanca y Catania, dos comunidades griegas en la actual Sicilia, para establecerse en la ciudad de Elea, donde vivió de la composición de poemas en los que criticó a Homero y a Hesíodo y sobre la fundación y el desarrollo de las ciudades de Elea y Colofón. Él contó que fue expulsado de Colofón contando 25 años y que fue “arrojado sobre tierra griega durante 67 años” (DK21B8) por lo que se deduce que nació en 571/570 a.C. y que falleció después de 479 a.C. En muchos poemas

expresó primeras críticas claras a la religión tradicional y a las convenciones sociales basadas en el mito como: “Los etíopes sostienen que sus dioses son chatos y negros y los tracios que tienen azules los ojos y son rubios como

ellos” (DK 21B16) o “Pero es que si los bueyes, caballos y leones pudieran tener manos y pintar con ellas como los hombres, los caballos pintarían a sus dioses como caballos y como a bueyes los bueyes” (DK 21B15). “Homero y Hesíodo le atribuían a los dioses toda clase de actitudes que son temas reprochables para los humanos, el robo, el adulterio y el engaño mutuo” (DK21B11).

A diferencia de Homero que exaltaba la fuerza física y el coraje, Jenófanes privilegiaba la racionalidad, la claridad y la comunicación intelectual por sobre la habilidad manual y destreza física. A ello se debe, tal vez, su crítica a los juegos deportivos, en los que veía la exaltación, sin sentido, del apasionamiento: “Pues más valiosa que la fuerza de los hombres y de los corceles es nuestra sabiduría. [...] Pues si se contara entre los ciudadanos un buen púgil o uno excelente para competir en el pentatlón no por ello estaría la ciudad en mayor orden [...] ni se llenarían con tales cosas sus graneros” (DK21B2).

Jenófanes intentó expandir y mejorar el trabajo de los filósofos milesios y, en vez de limitar sus especulaciones a una única materia primigenia, desarrolló una teoría basada sobre la interacción de dos principios, tierra y agua. “Todas las cosas que surgen y se desarrollan son tierra y agua”

(DK21B29). De sus expresiones se deduce que consideraba que la oposición entre lo húmedo y lo seco era la causa de los cambios en la Naturaleza. “De la tierra nacen todas las cosas y en la tierra terminan todas”. “Porfirio dice que Jenófanes consideraba como principios lo seco y lo húmedo, es decir, tierra y agua, y menciona un pasaje que muestra esto: tierra y agua son todas las cosas que nacen y crecen” (DK 21A29). Así, sostuvo que las nubes eran producidas por la humedad del mar y que el viento seco las eliminaba. También especuló que en una época de humedad extrema, la tierra se habría hundido en el barro y buena parte de los seres vivientes había perecido. Una vez que la tierra comenzó a secarse se inició un período en que comenzó a multiplicarse la vida. Basó sus hipótesis sobre una gran variedad de evidencia empírica, particularmente el examen de los fósiles marinos que se encuentran en zonas alejadas del mar.

Jenófanes abordó también otras cuestiones filosóficas que luego fueron desarrolladas por otros filósofos de Elea: “Jenófanes fue el primero que afirmó la unidad de todo y se dice que Parménides fue su discípulo” (DK 21A30).

Su idea de que de la tierra nacen todas las cosas y en la tierra terminan todas, unida a su crítica teológica motivó que Aristóteles le asignara una suerte de panteísmo: “Jenófanes, con la vista puesta en el universo entero dijo que lo uno es la divinidad” (*Metafísica*, I, 986 b21). Pero esa unidad, que para Jenófanes está llena de inteligencia y orden y que se manifiesta en la naturaleza, deja abierta a los hombres la esperanza de poco a poco ir entendiéndola y conociéndola: “A los mortales, los dioses no les enseñaron todo desde el principio, sino que ellos, en su búsqueda a través del tiempo, van encontrando lo mejor.” (DK21B18).

Autores posteriores consideraron a Jenófanes como el precursor de la escuela filosófica de Elea. Ellos se basaron en una referencia de Platón “...Nuestra tribu eleática que comenzó con Jenófanes ...” (*Sofistas* 242d).

3.6. Pitágoras de Samos

Hijo de Mnesarco, un comerciante de Tiro⁶ y de Phytias originaria de Samos. Nació, probablemente, alrededor del 582 a.C. Siendo muy joven viajó a Lesbos donde fue discípulo de Ferécides de Tiro. A la muerte de su maestro, volvió a Samos, donde estudió con Hermodamas de Samos. Luego viajó a Egipto llevando una carta de recomendación de Polícrates, el Tirano de Samos para el faraón Amasis II. Allí se interiorizó de la cultura y la religión local, aprendió los idiomas egipcio y caldeo. Estudió las concepciones de los *magi*⁷ y, al cabo de un

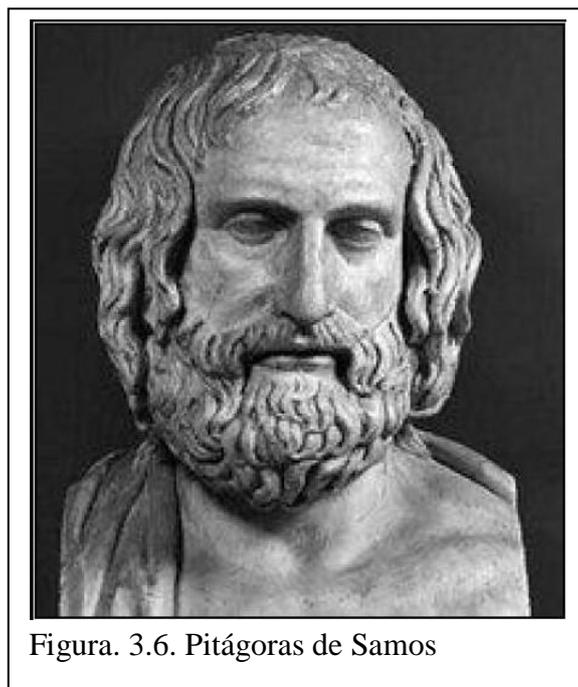


Figura. 3.6. Pitágoras de Samos

⁶ Según Aristógenes de Tarento. En cambio, Hermipo de Esmirna afirmó que era nativo de Samos.

⁷ Los seguidores de Zoroastro.

par de años, regresó a Samos. En Samos tuvo diferencias significativas con Polícrates, resulta de las cuales emigró a Crotona —al sur de Italia— donde formó una comunidad de índole político religiosa que terminaría despertando hostilidades con los lugareños, que lo obligaron a huir y establecerse en Metoponto.

Pitágoras falleció alrededor del año 500 a.C. y en su vida no publicó una sola línea. Sus ideas fueron difundidas por sus seguidores y se estima que buena parte de lo que a él se le adjudica fueron, en rigor, resultados de sus discípulos.

De la observación de la relación existente entre la altura de los sonidos y las longitudes de las cuerdas de la lira dedujo la proporcionalidad numérica que rige la armonía tonal: 4, 6, 8, 9, 12, 16.

Al comienzo, esta idea de armonía se aplicó sólo a la octava o a una escala musical, y luego se la extendió a todas las esferas de la realidad. De su aplicación al cuerpo humano, resultaba un concepto de salud como el *restablecimiento de la armonía*. En medicina, lo caliente y lo frío, lo húmedo y lo seco serían considerados como *opuestos armónicos*. La *armonía* fue considerada el “catecismo de todas las virtudes”, y lo más bello que existe. La armonía regula el derecho a la existencia por formar parte de un todo. En este sentido, la música puede ser utilizada con el fin de purificar el alma.

De sus aprendizajes, adhirió a las ideas de Anaximandro y Anaxímenes, cuyas concepciones las fue ampliando a partir de su experiencia en Egipto.

Pitágoras realizó ciertos *experimentos* acústicos simples (relación de los pesos de los martillos o recipientes con diferentes niveles de agua y las diferentes notas musicales). En este punto es necesario tener en cuenta el problema de los fragmentos y relatos: muchos de los experimentos aludidos no conducen a los resultados mencionados. Los pitagóricos aceptaron una cosmología que, en parte, se basaba en la de Anaximandro. Sugirieron que los cuerpos celestes mantenían una disposición armónica y estaban distanciados de un fuego central según intervalos que correspondían con intervalos de la octava musical. Los movimientos circulares de los cuerpos celestes producían una música armónica: la *música de las esferas*. Esta música era imperceptible para el ser humano porque al escucharla desde el nacimiento estaba incorporada a su cotidianeidad.

La concepción de Pitágoras sobre la Naturaleza partió del sistema cósmico de Anaxímenes. Según Aristóteles, los pitagóricos representaban al mundo como el resultado de una condensación *ilimitada* del aire que dio lugar a la formación de una masa *ilimitada* distribuida a través del Universo. Sin embargo, en la obra de los pitagóricos no se conocen menciones posteriores a procesos de rarefacción y condensación. En vez de esto sostuvieron la teoría de que lo que da forma al Universo es el *límite*. La función que cumple ese límite es la misma que la cumple en el arte de la música y en la Medicina, dos de las actividades más importantes para los pitagóricos.

La armonía del Universo y de la naturaleza no sólo era musical, sino también numérica. Posteriormente, Aristóteles escribiría: “... los llamados pitagóricos, que fueron los primeros en cultivar las Matemáticas, no sólo hicieron avanzar a éstas, sino que, nutridos de ellas, creyeron que sus principios eran los principios de todos los entes...” (*Metafísica*, A 5, 985B). Las propiedades de los

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

Dentro de la escuela pitagórica algunos afirmaron la existencia de 10 principios u posiciones fundamentales

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

La tabla tenía una significación *moral*, la primera columna representaba algo *perfecto* mientras que la segunda representaba lo *imperfecto*. Este *dualismo* (entre lo perfecto y lo imperfecto) puede ser *superado* cuando se considera lo perfecto como algo *limitante* de toda posible imperfección. Así, por ejemplo, lo recto es limitado mientras que lo curvo es ilimitado ya que puede tomar cualquier dirección⁸. Los pitagóricos consideraron que la armonía numérica rige no sólo para el mundo terrenal, sino en la relación entre el orden cósmico y el orden moral.

La cosmología pitagórica, según Filolao de Crotona (siglo V a.C.) —que fuera discípulo de Pitágoras— fue la primera conocida que desplazó a la Tierra del centro y la concibió como una esfera girando en torno a un núcleo ardiente (Hestia)⁹. Filolao sostenía que la Tierra no era lo suficientemente noble para ocupar el lugar central. Algunos autores dudan que Pitágoras haya compartido esa opinión. Filolao postularía también que, además de la Tierra girando alrededor de la Hestia, existía una antiTierra girando también alrededor de ese núcleo ardiente.

Al leer las hipótesis de los antiguos astrónomos, uno podría pensar: Partiendo de esas hipótesis disparatadas ¿Qué tipos de resultados podrían obtener? Pero el razonamiento debería ser de este tipo: A partir de los resultados experimentales, ¿cómo podrían justificarlos teóricamente? El comportamiento de los cuerpos celestes son datos de la base empírica y, de acuerdo con el instrumental

⁸ Por supuesto, hoy generaría una gran polémica afirmar que lo masculino es perfecto y lo femenino no.

⁹ Como Pitágoras no dejó nada escrito, sus enseñanzas se transmitieron por tradición oral. Filolao fue el primero de sus discípulos en escribir una exposición sobre el sistema pitagórico. Fue contemporáneo de Sócrates y de Demócrito y se sabe que vivió en Tebas en las últimas décadas del siglo V a. C.

disponible y la habilidad del observador, pueden conocerse con bastante precisión, En cambio, las hipótesis astronómicas son entes teóricos, y lo que intenta el observador es encontrar alguna relación que las vincule con los hechos experimentales. Para dar una explicación “teórica” debe recurrir a un “salto creativo”, imaginar que existe alguna regla de correspondencia entre la suposición teórica y los hechos de la realidad. En la generalidad de los casos, el experimentador corrobora su teoría mediante la contrastación con la realidad pero basta que aparezcan resultados que refutan la hipótesis para que esta deba ser modificada, restringida a determinados casos y aún descartada. Veamos algunos resultados experimentales, publicados por Filolao (que él adjudicó a Pitágoras) sobre los períodos de revolución de los cuerpos celestes¹⁰.

	Período de revolución	
	Filolao (siglo V a.C.)	Valores actuales
Saturno	10.752,75 días	10.759,22 días
Júpiter	4.301,10 “	4.332,58 “
Marte	693,71 “	686,98 “
Venus		
Mercurio	364,50 “	365,26 “
Sol		
Luna	29,50 “	29,53 “

Tratando de solucionar uno de los tres grandes problemas de la matemática antigua, el de la *duplicación del cubo*, Pitágoras encontró la “demostración” del teorema del cuadrado de la hipotenusa¹¹. En la formulación antigua, el Teorema de Pitágoras se enunciaba como: “El área del cuadrado construido sobre la hipotenusa, de cualquier triángulo rectángulo es igual a la suma de las áreas de los cuadrados construidos sobre los catetos”¹².

En la formulación moderna el teorema se enuncia como: “En *todo* triángulo rectángulo, el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos”

Además del desarrollo de métodos matemáticos *deductivos*, entre los pitagóricos existían algunos aspectos religiosos, el más importante era la inmortalidad del alma. El cuerpo era la prisión del alma y por su calidad material menos puro que ella.

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

¹⁰ Schiaparelli, *I precursori* pp. 7 – 8.

¹¹ Existen evidencias de que en otras culturas también se conocía el teorema. Por ejemplo, los hindúes explícitamente enuncian una regla equivalente a este teorema en el documento *Sulva – Sutra* que data del siglo VII a.C. Por otra parte, los Babilonios aplicaban el teorema 2000 años a. C., pero tampoco se conoce de la existencia de una demostración, ya que la geometría no era para ellos una teoría formal sino un cierto tipo de aritmética aplicada, en la cual las figuras venían representadas en forma de números. A su vez, los egipcios conocían que el triángulo de lados 3, 4 y 5 es rectángulo pero no se conoce de la existencia de alguna regla que sustentase el conocimiento del teorema.

¹² En las escuelas se suele “demostrar” el teorema de Pitágoras, dibujando tres cuadrados cada uno de lado igual a uno los lados del triángulo rectángulo y comparando los cuadrados de las áreas de sus superficies. En rigor, esa no es una “demostración” ya que implica que la superficie de *todo* triángulo rectángulo es plana.

3.7. Heráclito de Éfeso

Hijo de Blossón, nació en Éfeso alrededor del año 544 a.C. Tenía una mente brillante y una capacidad intelectual muy por encima de la gente común. Cuenta Diógenes Laercio que los habitantes de la ciudad de Éfeso lo consideraban el más sabio de los efesios y le ofrecieron el gobierno de la ciudad, pero él lo rechazó. Era tan intolerante que chocaba con casi todos los que no alcanzan su nivel de comprensión y las discusiones con familiares, amigos y vecinos lo llevaron a instalarse en soledad en una montaña vecina y vivir de las hierbas que recogía para alimentarse. Una hidropesía lo obligó a volver a Éfeso y a enfrentar a los médicos preguntándoles si eran capaces de producir una sequía luego de una lluvia torrencial. Ante la falta de respuesta decidió encerrarse en un establo para tratar de lograr que la humedad de su cuerpo fuera absorbida por el calor que surgía del estiércol. Pero esto fue en vano y murió a los sesenta años.¹³

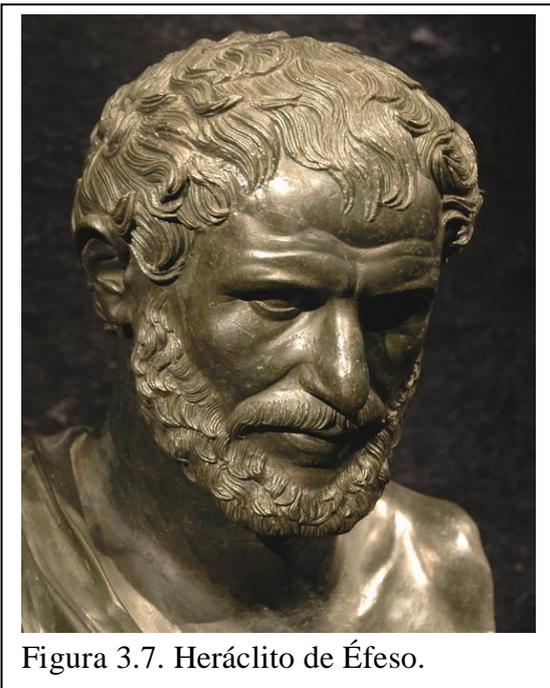


Figura 3.7. Heráclito de Éfeso.

Heráclito se caracterizó por expresarse de una manera tan complicada que adquirió el apodo de “el oscuro”. Escribió un libro con el mismo título que los filósofos milesios, “*Sobre la naturaleza*”. Dividido en tres partes, trata sobre el Universo, la Política y la Teología. Los fragmentos que hoy se conservan son de carácter enigmático y oracular.

Se opuso a las teorías de la existencia de un único elemento fundamental. Al respecto escribió: “El fuego vive por la muerte del aire, y el aire por la del fuego; el agua vive por la muerte de la tierra y la tierra por la del agua”. A diferencia de los filósofos jónicos anteriores, no circunscribió el problema de la naturaleza de la materia a una única *sustancia material originaria*.

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

Según Teofrasto¹⁴, para Heráclito el fuego era el elemento más importante que los primordiales sostenidos por los filósofos jónicos anteriores debido a que proporciona la idea del mundo en constante evolución. Esto está claramente expresado en sus dos principios centrales: *todo nace de la lucha todo está en constante flujo ...* (teoría del fluir universal).

¹³ Diógenes Laercio, *Vidas*, II. IX 2 – 4.

¹⁴ Teofrasto de Lesbos (371 – 287 a.C). Filósofo y botánico griego, discípulo y sucesor de Aristóteles en la dirección del Liceo en el 323 a. C.

En los cambios en que interviene el fuego, Heráclito distinguía dos caminos: el camino ascendente y el descendente. “Decía que el cambio sigue dos vías, una hacia abajo y otra hacia arriba, y que en virtud de este cambio es como se hace el cosmos. El fuego, al condensarse, se humedece, y, comprimido, se convierte en agua; el agua, al congelarse, se transforma en tierra. Y a esto él lo llamó la vía hacia abajo. En sentido inverso, la tierra se licua y de ella sale el agua, y del agua todo lo demás, pues él atribuyó casi todos los cambios a la evaporación del agua del mar. Y ésta era la vía hacia arriba.”¹⁵

La idea de que todo está en constante transformación implica algo que luego sería rechazado por Parménides: que algo deja de ser lo que es para ser lo que antes no era. De esta manera Heráclito incorporó la noción de devenir (al que llamó “*flujo*”) a la descripción de la realidad. Eso sí, las transformaciones y cambios que ocurren en la naturaleza obedecen a determinadas reglas, pero el fluir es una característica fundamental de todos los entes, incluso aquellos que aparentan ser muy estables. Las características particulares de los objetos están condicionadas por las características de los objetos con los cuales interactúan y cuando un objeto no evidencia cambios, esto se debe a que alcanzó un equilibrio dinámico con su entorno.

Heráclito fue el primero en emplear el término *logos* en el sentido de un principio universal subyacente en todo lo que es, en todo lo que existe y que debe ser captado por la razón humana. En algún sentido es similar al *apeirón* de Anaximandro.

En cuanto a la cosmología de Heráclito, él supuso que los cambios en el Universo se debían a los intercambios de materia entre nuestro planeta y los cielos. La Tierra, en continuo cambio, provocaba la “vía hacia arriba”, en la que parte de la tierra se transformaba en agua, el agua se vaporizaba y el vapor al rarificarse se transformaba en aire que luego se convertía en fuego. Este fuego se elevaba al Cielo y al interactuar con los cuerpos celestes provocaba sus movimientos. El Sol era un cuerpo incandescente mucho más cercano a la Tierra que las estrellas. Por ello calentaba e iluminaba más que ellas y si alguna vez se apagase, en la Tierra sería noche permanentemente.

3.8. Parménides de Elea

Parménides hijo de Pyres, nació en Elea, probablemente a fines el siglo V a.C. y falleció en la época de la 82ª Olimpiada, alrededor del año 451 a.C. Según Diógenes, fue discípulo de Jenófanes, aunque Parménides afirmó que no siguió las ideas de su maestro.

Diógenes¹⁶ también sostuvo que Parménides fue el primer filósofo del mundo griego que afirmó que la Tierra es esférica y que se encuentra en el centro del Universo, que los elementos primigenios eran el fuego y la tierra. La generación del hombre tiene por primera causa y todas las cosas tienen las cualidades de caliente y frío.

¹⁵ Diógenes Laercio, Vidas, II. IX, 8 – 9.

¹⁶ Diógenes Laercio, Vidas, II. IX, 21 – 23.

Tal como menciona Teofrasto en su *Física*, para Parménides el alma y la mente son una única y misma cosa.

Parménides dividió su filosofía en dos partes, una que trata sobre la verdad y la otra sobre la opinión. Mientras que la opinión resulta de la experiencia de los sentidos, la verdad sólo surge de la razón. Los sentidos pueden llevar a engaño, la razón no. Por ello, llegó a afirmar que los cambios, que resultan de la percepción sensorial, son ilusorios. De sus escritos sólo se han conservado 160 versos, pertenecientes a 19 fragmentos de un poema didáctico, titulado *Sobre la naturaleza* que, en el mundo griego fue el primero que trató sobre el *ser*. Parménides creía en la existencia del “Ser absoluto” disociado de toda limitación dada por el pensamiento humano. Los cambios que se producen en la Naturaleza son sólo aparentes, parecen ocurrir pero no tienen entidad real. Para él existía un Ser verdadero que no podía ser conocido por los sentidos sino que sólo podía captarse por la razón. Entre sus afirmaciones más famosas se cuenta: “*El ser es y el no-ser no es*”; es decir, que el ser existe y la nada no existe. La nada es imposible pensarla, pues no existe, por lo tanto, no existe el vacío, argumento que más tarde sería usado contra los atomistas. El Ser absoluto que suponía Parménides era material, por lo que puede ser considerado como el padre del Idealismo.

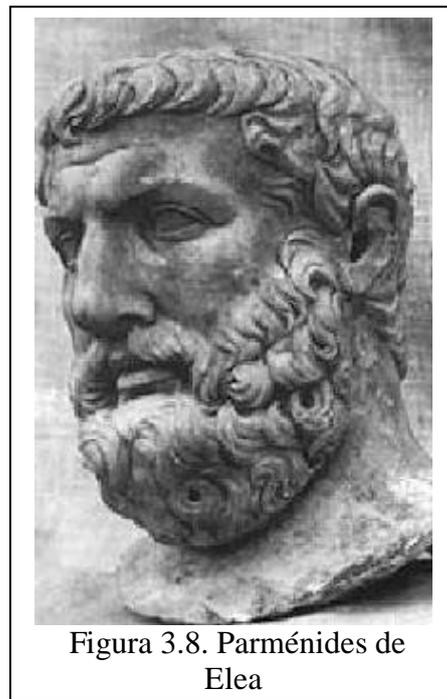


Figura 3.8. Parménides de Elea

3.9. Empédocles de Agrigento

Empédocles hijo de Meton, fue filósofo, político y poeta. Nació en la ciudad siciliana de Agraga (actual Agrigento, Sicilia), probablemente en el 484 a.C.,¹⁷ y fue discípulo de Pitágoras y de Parménides. A él, Aristóteles le atribuyó la creación de la Retórica. Su personalidad está envuelta en la leyenda ya que, además de filósofo, fue conocido por sus habilidades como médico y sus actividades relacionadas con la magia o con el chamanismo¹⁸.

Una de las concepciones más conocidas de Empédocles fue su “Teoría de los cuatro elementos”: Esta teoría de cuatro elementos fundamentales (agua, aire, tierra y fuego) y eternos surge como una reacción contra la negación del co-

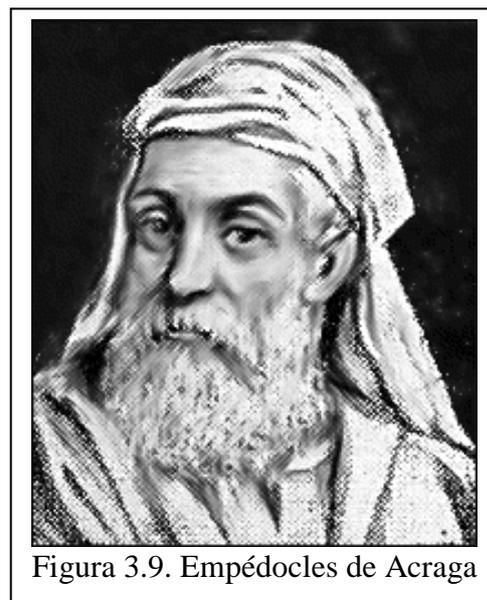


Figura 3.9. Empédocles de Agraga

¹⁷ Apolodoro en su *Cronología* afirmó que Empédocles vivió hasta los 109 años ¿?.

¹⁸ Gorgias afirmó que estuvo presente cuando Empédocles realizó actos de magia.

nocimiento sensible por parte de los eleatas (Parménides, Zenón¹⁹, Meliso²⁰). Por otro lado fue posteriormente adoptada por Aristóteles (384 – 322 a. C.) y constituyó la base de su Física cualitativa. A diferencia de los pensadores de la escuela milesia, Empédocles no trató de reducir la naturaleza a un elemento originario único, sino que afirmó la eternidad de los cuatro elementos fundamentales. El cambio, la generación y la corrupción, no son más que la reunión o separación de tales elementos *eternos e inmutables*.

“Te diré otra cosa más: en realidad no hay nacimiento para ninguna de las cosas perecederas; y su final no es una muerte ruinosa; sólo hay mezcla y separación de las partes del conjunto. Nacimiento, es sólo el nombre que le dan los hombres a ese hecho” DK31B8.

“Por supuesto, esa afirmación se hace cuando los elementos se mezclan y dan a la luz al hombre o a un animal salvaje a una planta o a un ave y se habla de que ha tenido lugar un nacimiento. Y cuando los elementos se separan entre sí, de nuevo se habla de una muerte dolorosa. Pero eso no es correcto, aunque yo también siga la costumbre” DK31B9.

Mediante estas afirmaciones Empédocles combinó aspectos de la doctrina de Parménides y los otros eleáticos, ya que sostuvo que a nivel de los elementos fundamentales no hay verdadero cambio (*Monismo estructural*), pero aspectos de las concepciones anti-eleáticas, ya que, para él, no hay un único Ente, sino cuatro elementos fundamentales (*pluralismo materialista*).

Empédocles insistió en que la combinación de los elementos seguía una determinada *proporción* para cada especie. Esa proporción era la que definía a la esencia de cada especie. También postuló que los cambios vienen dado por la mayor o menor influencia de los *contrarios*. A los elementos les asignó las *cualidades*: frío, caliente, húmedo y seco, y esas cualidades eran las que promovían la interacción entre los cuatro elementos. Tanto la especificidad de un objeto como los cambios que podía experimentar estaban dados por la simpatía o antipatía de los elementos en un compuesto. Si bien él hablaba de amor y odio, la interacción que se producía era el agrupamiento por *condensación* o la separación por rarefacción.

“Entonces todos esos elementos, Sol, Tierra, Cielo y Mar, quedan amigablemente ligados por sus diferentes partes, así como todo lo que se encuentra en el mundo mortal; y todo lo que muestra ser más apropiado para la mezcla, se atrae recíprocamente por la acción de la semejanza y del amor. Las partes que son enemigas entre sí, se mantienen distanciadas. Sus naturalezas y las formas que revisten contribuyen a oponerse por completo a la unión debido al odio que les ha generado” DK31B22

“Alternativamente, alguno de los cuatro elementos prevalece en el curso de un ciclo, desaparece y surge produciendo cambios fijos y determinados. Sólo estos cuatro elementos están siempre presentes, pero marchan los unos a través de los otros adquiriendo la forma de hombres o de diferentes especies de animales, pero uniéndose todos en un solo ordenamiento por efecto del Amor. Pero pronto los elementos comienzan a separarse por el Odio hasta que el ente que se formó ante-

¹⁹ Zenón de Elea, (490 – 430 a.C) fue discípulo dilecto de Parménides.

²⁰ Meliso de Samos (470 a.C - ¿?) filósofo y comandante naval, fue también discípulo de Parménides.

riormente desaparece por completo. En este sentido, por la manera en que lo Uno y lo Múltiple se constituyen, aparecen y desaparecen nada dura eternamente. Pero, en la medida en que ese cambio no se detiene, los elementos subsisten siempre en un ciclo inmutable.” DK31B26.

Es decir, son dos las fuerzas activas y opuestas, amor y odio, o afinidad y antipatía, que actúan sobre los elementos, combinándolos y separándolos dentro de una variedad infinita de formas. La realidad es cíclica. Al comenzar un ciclo, los cuatro elementos se encuentran unidos por el principio del amor. Cuando el odio penetra en el círculo, los elementos empiezan a separarse. El amor fusiona todas las cosas, pero luego el odio reemprende el proceso. Es imposible la producción de un cambio que implique la creación de nueva materia; sólo pueden producirse cambios mediante distintas combinaciones de los cuatro elementos ya existentes.

3.10. Anaxágoras de Clazomene

Según la *Cronología* de Apolodoro, Anaxágoras hijo de Hegesíbulo nació en el año de la 70ª Olimpiada, o sea, en el 500 a.C. Su ciudad natal fue Clazomene, cerca de la actual Izmir (Turquía). De familia noble y de gran riqueza, donó sus bienes a los suyos para entregarse a la contemplación de la Naturaleza.

Luego de la invasión persa, se trasladó a Atenas, ciudad en la que residiría la mayor parte de su vida, siendo maestro, y posteriormente amigo, de Pericles, entre otros atenienses ilustres. Precisamente por esa amistad los enemigos de Pericles lo acusaron de impiedad por haber dicho que el Sol era una masa de hierro incandescente. Pericles asumió su defensa pero igual tuvo que pagar cinco talentos y fue expulsado de Atenas, refugiándose en Lámpsaco, una de las colonias de Mileto en Jonia, donde falleció en el año 428.

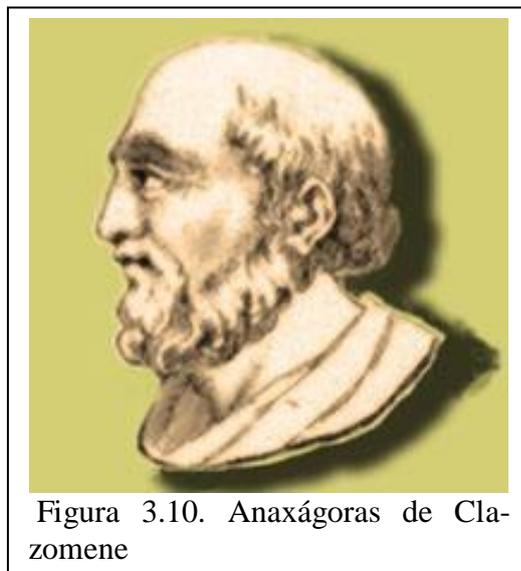


Figura 3.10. Anaxágoras de Clazomene

Según Platón y Aristóteles, Anaxágoras fue el primero en emitir la idea de una inteligencia organizadora. Al comienzo de su obra “Sobre la Naturaleza” escribió: *Todas las cosas estaban mezcladas, hasta que surgió la Mente (el Nous) y las ordenó.*

Anaxágoras profundizó las ideas de Empédocles. Al reflexionar sobre los procesos digestivos se preguntó: “¿Cómo puede ser que los alimentos que ingerimos (carnes, frutas, cereales) hagan crecer nuestro cuerpo constituido de carne, sangre y huesos?” “Debe haber partes de carne, sangre y huesos en los alimentos ingeridos y que luego el proceso digestivo separa”, se respondió.

Teoría de todo en todo: Anaxágoras generalizó este resultado y afirmó que en todas las cosas de nuestra experiencia hay partes de todas las demás. Las diferencias entre las cosas se explican por la diferente proporción en que están combinados. De acuerdo con esta teoría, para Anaxágoras en vez

de los cuatro elementos fundamentales y eternos existen *infinitos* elementos originarios, o semillas, que se diferencian unos de otros *cualitativamente*.

“Todas las cosas estaban juntas y eran infinitas en número y pequeñez, debido a que lo infinitamente pequeño no tenía fin. Y porque todas las cosas estaban juntas ninguna se podía distinguir a causa de su pequeñez. Entonces el aire y el éter, ambos materiales infinitos, contenían a todo lo demás, ya que estos son los materiales más prominentes en cantidad y volumen.” DK46B1.

Anaxágoras consideraba que la materia era infinitamente divisible. De esta manera justificaba que pudiese haber una partícula de cualquier elemento en un número infinito de cuerpos como en el aire o en el mar.

*“Ya que, en lo que es pequeño, no hay uno que sea el más pequeño, sino que siempre hay otro que es más pequeño. Ya que es imposible que lo que es, deje de ser (por su división). Pero también para lo grande, siempre habrá algo más grande. Esto es similar a hacer numerosas sustituciones por uno más pequeño. De modo que cada cosa es, a la vez, más pequeña y más grande que otra.”*DK46B3.

“Puesto que en la pluralidad que se obtiene por división, hay igual cantidad de partículas de materia de lo grande y de lo pequeño²¹, de acuerdo con este punto de vista, todo está contenido en todo. Por lo que no puede haber una existencia separada ya que todas las cosas participan en un todo. Dado que no puede haber un más pequeño, nunca se lo podrá separar y mantenerlo aislado; por lo que todo debe estar ahora junto como lo estaba al principio. En todas las cosas hay pluralidad, ciertamente así como en lo mas grande en lo más pequeño, tanto en la pluralidad de las cosas mezcladas como en de las cosas separadas.” DK46B6

Para explicar cómo se produce la agregación o la separación de las partes, Anaxágoras hizo intervenir un componente novedoso en la especulación filosófica, el *Nous* o Mente, o Inteligencia. El movimiento de las partículas o semillas estaría sometido a la inteligencia. Sin embargo, el papel de la inteligencia queda reducido al de causa inicial del movimiento que, una vez producido, sigue actuando por sí mismo sometido a causas exclusivamente mecánicas. Las partículas son sometidas por el *Nous* a un movimiento de torbellino que será la causa de la constitución de todas las cosas tal como nosotros los conocemos.

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

“El resto de las cosas tienen una parte de todo; pero el Nous es infinito, autócrata y no se mezcla con nada; sólo él es sí mismo y por sí mismo, pues, si no fuera por sí mismo y si estuviera mezclado con cualquier otra cosa, participaría de todas las cosas en la medida en que estuviera mezclado con una de ellas, ya que, como hemos dicho, en todo hay una parte de todo. Y si el Nous estuviera mezclado con alguna cosa, esto le impediría tener poder sobre cada cosa, como lo tiene aho-

²¹ Se refiere a un número infinito.

ra estando sólo por sí mismo. De todas las cosas es la más ligera y la más pura; posee todo tipo de conocimiento y la fuerza más grande...” DK146B12.

Refiriéndose al Nous, Aristóteles escribió:

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

3.11. Los atomistas de Abdera

3.11.1. Leucipo de Abdera

Leucipo nació en Abdera²², probablemente en el año 460 a.C.

Según Aristóteles, Leucipo fue el fundador de la escuela atomista. Los filósofos atomistas, afirmaron que la materia está constituida por *atomi* (indivisibles). Estos átomos son tan pequeños que los sentidos no los pueden percibir. Los átomos difieren en tamaño y en forma, pero no tienen ninguna cualidad perceptible, excepto la de ser sólidos o impenetrables. El número de átomos es infinito y ellos se agitan continuamente en el vacío.

La doctrina de Leucipo buscó conciliar la pluralidad de las cosas y la unidad y permanencia del ser. Según él, todos los cambios se reducen a la unión y separación de los átomos, partículas primitivas e indestructibles. El devenir se explica por su combinación y descomposición.

En la concepción de Leucipo sólo existen los átomos y el vacío. La existencia del vacío se prueba por la posibilidad del movimiento, por la compresibilidad y porosidad de los cuerpos, y por el fenómeno fisiológico de la nutrición.

La idea del vacío no era fácil de aceptar por los filósofos griegos —especialmente, a partir de las ideas de Parménides— pero era necesario para entender el movimiento de los átomos y, por ende, el movimiento de los cuerpos. Al respecto, Aristóteles escribió:

“Algunos filósofos antiguos creyeron que lo que es debe ser necesariamente uno e inmóvil, ya que siendo el vacío no-ente no podría existir el movimiento sin un vacío separado (de la materia) ni existir una pluralidad de cosas sin algo que las separe. [...] Pero Leucipo creyó tener una teoría

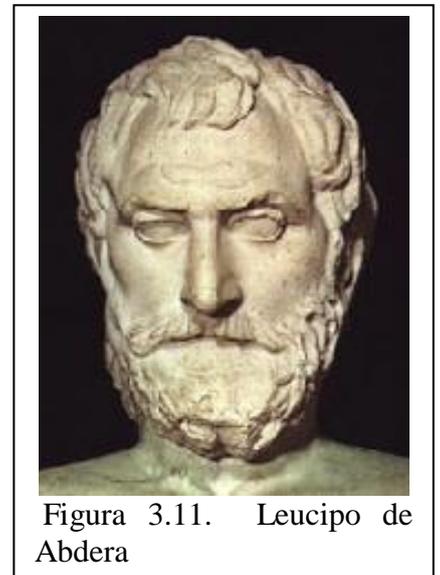


Figura 3.11. Leucipo de Abdera

²² Según Diógenes Laercio, nació en Elea y fue discípulo de Zenón. Otros historiadores afirmaron que nació en Mileto.

que concordando con la percepción de los sentidos no hacía desaparecer el nacimiento, la corrupción, el movimiento ni la pluralidad de seres”. (Aristóteles, *Sobre la generación y la corrupción*, I,8,325a)

Leucipo se manifestó en contra de la doctrina de las cuatro cualidades (caliente, frío, húmedo y seco). Por el contrario, sostuvo que la explicación del cambio y de las entidades contingentes se debe a sus formas y velocidades. Esta idea sería recuperada en el siglo XVII.

En su *Vidas...* Diógenes Laercio explica la cosmología de Leucipo:

La suma de las cosas es ilimitada y todas cambian unas en otras. El Todo incluye tanto el Vacío como el Lleno. Los mundos están formados por átomos que caen en el vacío y están enredados unos con otros y de su movimiento, a medida que aumenta su tamaño surge la sustancia de las estrellas. El Sol se mueve en un gran círculo alrededor de la Luna. La Tierra se eleva constantemente girando alrededor de su centro y su forma es como la de un tambor.

Leucipo fue el primero en colocar a los átomos como primeros principios. Este es un resumen general de sus opiniones. En particular el puntualizas que ellos son como sigue:

El declara que el Todo es ilimitado y que en el Todo, una parte es lleno y otra es vacío (el lleno es materia y el vacío es espacio). Fuera de ellos surgen los mundos ilimitados en número y en ellos se mezclan. Así es como se forman los mundos. En una determinada porción, muchos átomos de todas clases de contornos son llevados desde lo ilimitado hasta el vasto espacio vacío. Ellos se van juntando y forman un solo vórtice, en el que se empujan unos contra otros y giran a su alrededor de todas las formas posibles, separándose, pero también uniéndose cuando los átomos son similares. Y cuando son tan numerosos que no pueden girar en equilibrio, los átomos más livianos pasan hacia fuera al espacio vacío, como si fueran aventados. Los que quedan se van mezclando cada vez más y circulan cada vez más juntos formando un sistema esférico primario. Las partes de afuera actúan como una capa que encierra en su interior átomos de todo tipo que como son rotados por la resistencia del centro, la pared que encierra vuelve más delgada, mientras que los átomos adyacentes se combinan continuamente cuando tocan el vórtice.

De esta manera, la tierra está formada por porciones producidas por la coalescencia de su centro. E incluso la capa exterior se hace más grande por la afluencia de átomos desde el exterior, ya que la acción continua del vórtice suma a la capa externa a todo átomo que la toca. Algunas partes quedan bloqueadas entre sí y forman una masa, inicialmente húmeda y cenagosa, pero, cuando se seca y gira con el vórtice universal, llegan a tomar fuego, se desprenden y forman la sustancia de las estrellas.

La órbita del Sol es la más externa mientras que la de la Luna es la más cercana a la Tierra; las órbitas de los demás cuerpos celestes se encuentran entre las de esos dos. Todas las estrellas se inflaman por la velocidad de su movimiento; la ignición del Sol es ayudada por las de las estrellas; la Luna esta sólo ligeramente encendida. El Sol y la Luna se eclipsan [cuando ... Sin embargo, la oblicuidad del Zodíaco se debe a ...] la inclinación de la Tierra hacia el Sur. Las regiones del Norte están siempre envueltas en la niebla. Son extremadamente frías y están congeladas.

Los eclipses de Sol son raros. En cambio, los eclipses de Luna ocurren constantemente y esto se debe a que sus órbitas son desiguales.

Así como el mundo nació, así crece y así perecerá, en virtud de alguna necesidad [que Leucipo no especificó]. IX, 32 – 34.

3.11.2. Demócrito de Abdera

Demócrito hijo de Hegesístratus nació en Abdera²³, en el año de la 80ª Olimpíada, o sea en 460 a. C. Según Plinio²⁴ hizo numerosos viajes visitando a los Magi²⁵ y a los caldeos en Persia donde adquirió conocimientos de Teología y astronomía —y según algunos historiadores, de magia— y estuvo en Arabia, Etiopía y Egipto, donde estudió Geometría. También visitó la India, donde adquirió conocimientos de Filosofía. Probablemente, en esos viajes se habría interiorizado con la filosofía atomista del Vaisheshika.

Según recogió Diógenes Laercio, Demócrito estudió con Leucipo²⁶, con quien concordó y difundió la teoría del atomismo, con Oenópides²⁷ y estuvo en Atenas escuchando las lecciones de Sócrates²⁸ y de Anaxágoras²⁹. Falleció en el año 370 a.C.

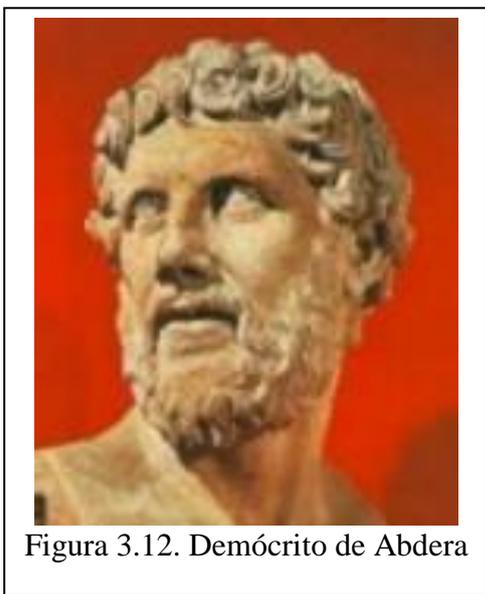


Figura 3.12. Demócrito de Abdera

Al igual que Empédocles y Anaxágoras la filosofía de Demócrito esta inspirada por la necesidad de conjugar la permanencia del ser con la explicación del cambio, adoptando una solución basada en la postulación de infinitos *átomos* (*ατομοι*) que poseen las características de inmutabilidad y eternidad del Ser que propuso Parménides.

Estos átomos existen desde siempre, es decir son eternos. Se encuentran en el vacío, sometidos a un continuo movimiento. Por lo tanto, en esa concepción, todo lo que existe son átomos y vacío.

El espacio se identifica con el vacío infinito y su postulación junto a Leucipo constituye una excepción a la *tesis plenista* que era generalmente aceptada en esa época.

²³ Aunque algunos historiadores dijeron que nació en Mileto.

²⁴ Plinio, *Historia Natural*, 77.

²⁵ Una tribu de los Medos que oficiaban como sacerdotes en el Imperio Persa a quienes se les adjudicaba el carácter de adivinos.

²⁶ *Vidas...*, IX, 34.

²⁷ *Vidas...*, IX, 41.

²⁸ *Vidas...* IX, 36 – 38.

²⁹ *Vidas...* IX, 24. Demócrito afirmó que él era cuarenta años más joven que Anaxágoras, lo que confirma su nacimiento en el año 460 a.C.

Los cuerpos macroscópicos resultan del agregado de una cantidad infinita de *formas atómicas*. En el vacío, los átomos se mueven en línea recta y, por causas estrictamente mecánicas, algunos de ellos chocan contra otros, desviando sus trayectorias. Muchos de esos choques provocan la agregación en conjuntos de átomos cada vez mayores y eso da lugar a la constitución de los objetos tal como nosotros los conocemos. Aunque los átomos no poseen diferencias cualitativas sí poseen diferencias en cuanto a su forma, configuración, posición y orden.

Simplicio transmite este fragmento (De Coelo 242,21):

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

El movimiento inicial de los átomos inicialmente es el rectilíneo de caída libre, dado que todos los átomos son pesados y caen en el vacío (se mueven hacia arriba sólo al ser empujados por otros).

Diógenes escribió que los escritos de Demócrito fueron más de 70 obras. Ellas versaban sobre ética, física, matemática, técnica e incluso música, lo que hacía de Demócrito un autor enciclopédico. Ninguno de sus escritos se conserva completo, sino que de toda su obra quedan unos trescientos fragmentos menores, que fueron recopilados por Diels y Kranz.

El pensamiento de Demócrito ejerció cierta influencia en la antigüedad, a través de la escuela de Epicuro, entre otros; pero fue retomado, sobre todo en el Renacimiento, como base de la constitución de la ciencia moderna.

Puede decirse que la característica del atomismo de Leucipo y Demócrito, a diferencia del pluralismo de Empédocles y Anaxágoras, consiste en que no buscaron una *causa eficiente* para el movimiento de los átomos. Del mismo modo que Empédocles afirmó la *eternidad* de los cuatro elementos, los atomistas afirmaron también la *eternidad del movimiento de los átomos*. Por este motivo no les parecía necesario tener que postular una causa. A lo largo del tiempo esta doctrina muchas veces ha sido condenada como materialismo ateo ya que si sólo existen átomos y vacío ¿Dónde está el alma?

Sin duda hay una gran influencia del concepto de Anaxágoras de *cuerpo como yuxtaposición de partes* (es decir, sin mezcla), pero al mismo tiempo, los atomistas negaron la divisibilidad infinita. La divisibilidad es infinita en sentido matemático, pero no en *sentido físico*. En este caso nos encontramos con algo que no es ya divisible. A esto se denomina justamente *átomo*. Por este camino se solucionan las paradojas de Zenón. A nivel atómico no hay cambio, con lo cual se resuelve el problema de Parménides. El cambio es *superficial* (a nivel de observación).

Quien se opuso a las ideas de Demócrito fue Platón. Según escribió Diógenes citando a Aristoxeno de Tarento, Platón quería juntar todas las obras de Demócrito y quemarlas. Diógenes mostró

como una “clara evidencia” de la hostilidad de Platón que haya escrito sobre casi todos los filósofos anteriores pero que a Demócrito ni siquiera lo mencionó.³⁰

Las ideas de Demócrito jugaron un papel importantísimo en la historia de los orígenes de la Alquimia. Entre los textos que se disponen actualmente y que contienen recetas y fórmulas prácticas, la obra más antigua es la que se atribuye a Demócrito, titulada *Física y Mística*. Si bien quien escribió esta obra usó como seudónimo Demócrito, su contenido se relaciona con la obra auténtica de Demócrito por lazos fáciles de entrever.

Demócrito había viajado por Egipto, por la India, por Caldea y por otras regiones de Oriente y había sido iniciado en los conocimientos teóricos y en las artes prácticas de estas comarcas.

Estos viajes eran una tradición entre los antiguos filósofos griegos, quienes tenían esa costumbre para completar así su educación. Los viajes de Heródoto son ciertos y están contados por él mismo. La tradición nos ha transmitido los viajes de Platón, de Pitágoras y los de Demócrito. Los de este último, en particular, fueron atestiguados por varias fuentes. Diógenes Laercio lo señaló, y también Antístenes, autor casi contemporáneo de Demócrito; quien escribió que éste había aprendido la geometría de los sacerdotes y había visitado Egipto, Persia y el mar Rojo. Cicerón y Strabo, también hablaron de estos viajes. Según Diodoro, Demócrito permaneció cinco años en Egipto. Clemente de Alejandría, en un pasaje de su obra, que según Friedrich Wilhelm Auguste Mullach³¹, habría sido tomado de Demócrito mismo, dijo también que fue a Babilonia, a Persia, a Egipto y que estudió bajo los magos y los sacerdotes. También se le atribuía ciertas obras sobre las escrituras sagradas de los caldeos y sobre las del reino de Meroé.

Estas narraciones, que parecen auténticas, cambian el motivo de esos viajes con Plinio el viejo. Plinio es el primer autor que transformó el carácter del filósofo racionalista de Demócrito, y le atribuyó la calidad de mago, afirmando que había sido iniciado en la magia y en la Alquimia por Ostanés, el mago, y por los sacerdotes egipcios. Desde entonces, esta imagen permaneció ligada al nombre de Demócrito durante toda la Edad Media.

Las obras de Demócrito y de sus seguidores, formaron una suerte de enciclopedia filosófica, técnica y gnóstica. En tiempos del emperador Tiberio, fue reunida y clasificada en tetralogías por el gramático y astrólogo Trasilos de Alejandría. Desgraciadamente estos libros hoy están perdidos, a excepción de diversos fragmentos encontrados aquí y allá y reunidos primero por Adolphe Franck, en 1836³², y luego por Mullach.

En su colección, Mullach hizo una crítica severa y analizó las partes auténticas de las obras de Demócrito apartando cuidadosamente todo lo que le pareció seudónimo o apócrifo. No obstante, una separación absoluta entre ambos órdenes de escritos puestos bajo el nombre de Demócrito parece imposible, a causa de imitaciones e interpolaciones sucesivas; sobre todo en lo que toca a las

³⁰ *Vidas* ..., IX, 40.

³¹ Mullach, F. W. A. *Democriti Abderitæ operum fragmenta*. Berlin, 1843.

³² Franck, A. "Fragments qui subsistent de Démocrite," en *Mémoires de la Société royale de Nancy*, 1836.

obras de historia natural y de agricultura, tan a menudo citadas por Plinio y sus contemporáneos, entre las que se han conservado extensos fragmentos de la *Geoponica*³³.

Diógenes Laercio atribuyó a Demócrito tratados sobre el jugo de las plantas (citado también por Petronio), sobre las rocas, los minerales, los colores, los metales, la tintura del vidrio, etc. Séneca³⁴ dijo también que Demócrito descubrió los procedimientos usados en su tiempo para ablandar el marfil, preparar la esmeralda artificial, colorear las materias vitrificadas: *quemadmodum decoctus calculus in smaragdum converteretur. Quâ hodièque coctura invent i lapidas in hoc útiles colorantur*. Esto recuerda los cuatro libros sobre la tintura del oro, plata, piedras preciosas y la púrpura, asignados más tarde por Sinesio de Cirene y por Georgius Syncellus en su *Ecloga crhographica* a Demócrito³⁵. Olimpiodoro, autor alquimista del siglo IV, mencionó también de cuatro libros de Demócrito sobre los elementos: el fuego y lo que a él se vincula; el aire, los animales y lo que a ellos se relacionan; el agua, los peces y todo lo relacionado; la tierra, las sales, los metales, las plantas y todo lo que se vincula, etc.³⁶ Todo esto parece remitirse a tratados antiguos.

La distinción rigurosa entre las obras auténticas, las obras de los discípulos y de los imitadores de Demócrito, que se sucedieron durante cinco o seis siglos, es hoy difícil; sobre todo por la ausencia de obras completas y absolutamente seguras. Sin embargo, estas obras, hasta las de seudónimos, a veces parecen incluir fragmentos de libros más antiguos. Por otra parte, como conjunto es interesante, ya que llevan el sello del tiempo en que han sido escritas, tanto desde el punto de vista de las doctrinas místicas o filosóficas como de los conocimientos prácticos.

En lo que respecta a su *Física y Mística*. Es una reunión incoherente de varios fragmentos de diferente origen. Se inicia, sin preámbulo, con un procedimiento técnico para teñir de púrpura. Este fragmento, cuyo carácter es puramente técnico, no tiene ningún lazo con el resto. Los manuscritos incluyen a continuación una evocación de los infiernos del maestro de Demócrito (Ostanés), más las recetas alquímicas.

En cambio, el segundo fragmento (*evocación mágica*) dice que el maestro (Ostanés) ha muerto, sin haber tenido tiempo de iniciar a Demócrito en los misterios de la ciencia y se le aparece desde los infiernos. “He aquí la recompensa por lo que hice por ti”, exclama la aparición. A las preguntas de Demócrito, la aparición responde: “Los libros están en el templo”. Sin embargo, Demócrito no consiguió encontrarlos. Tiempo después, Demócrito vio que se entreabría una de las columnas del templo y percibió que allí estaban los libros del maestro, los cuales contenían solamente los tres axiomas místicos: “La naturaleza gusta de la naturaleza; la naturaleza triunfa sobre la naturaleza; la naturaleza domina a la naturaleza” axiomas que reaparecen luego como un estribillo, al fin de cada uno de los párrafos del opúsculo alquímico propiamente dicho³⁷.

³³ En griego, Γεωπονικά. Es el nombre de una colección de veinte libros sobre agronomía y agricultura escrita en griego y compilada durante el siglo X en Constantinopla por el emperador bizantino Constantino VII.

³⁴ *Épistola*. XC.

³⁵ También en el Manuscrito de la *B.N.F* 2.327, fol. 31 de la *Bibliothèque Nationale de France*

³⁶ Manuscrito de la *B.N.F* 2.327, fol. 201; Manuscrito de San Marcos, folio. 166 reverso.

³⁷ Este cuento fantástico ha sido reproducido más de una vez en la Edad Media, bajo diferentes nombres, y atribuido a diversos maestros célebres.

Si bien Demócrito es considerado un filósofo y naturalista, y como tal un libre pensador, algunos autores, como Eduard Zeller³⁸, han encontrado una similitud entre sus ideas sobre fantasmas y sueños y las de Epicuro y Lucrecio³⁹ quienes les asignaban una cierta realidad sustancial.

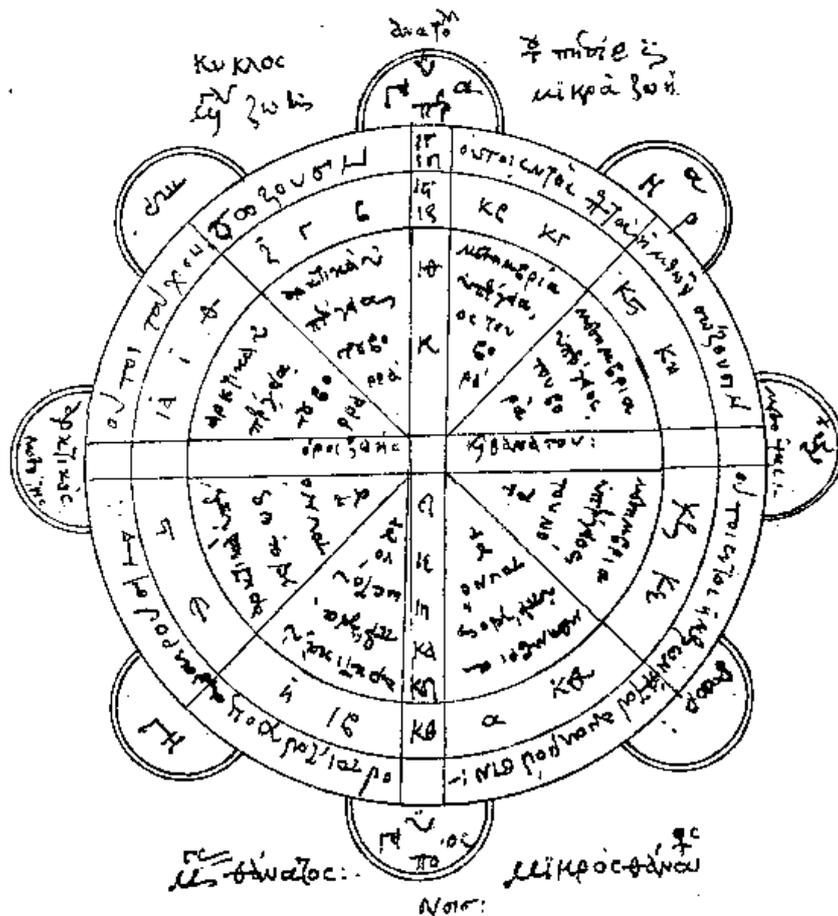


Figura 3.13. Esfera de Demócrito

La actividad de Demócrito como mago no solamente fue resaltada por Plinio. Su nombre se menciona dos veces en el ritual mágico de los papiros de Leiden⁴⁰, papiros que contienen tanto recetas mágicas como recetas alquímicas. También en estos papiros⁴¹, bajo el título de *La esfera de Demócrito*, se encuentra una tabla de números destinada a pronosticar la vida o la muerte de un enfermo; tabla totalmente igual a las tablas de Hermes y de Petosiris que existen en los manuscritos de la Biblioteca Nacional de Francia. A partir, del día del mes en que el enfermo guardó cama, el día de su nacimiento se calculaba un número. Si este número caía en la parte superior de la tabla el enfermo se curaría, si caía en la parte inferior, el enfermo moriría.

³⁸ Zeller, E. (1882): *La Philosophie des Grecs*, de Zeller, t. II, p. 351, 353. Trad. Boutroux.

³⁹ *De rerum natura*. IV. 333.

⁴⁰ Reuvsens, C. J. C. (2011): *Lettres à M. Letronne*, Nabu Press, Paris. p. 163.

⁴¹ Reuvsens, *loc. cit.* p. 148.

Los diversos procedimientos alquímicos y mágicos se leen también en un opúsculo atribuido a Bolos de Mendes, conocido como Pseudo-Demócrito. Este opúsculo fue traducido, con licencias, al latín y publicado en Padua por Doménico Pizzimenti, en 1573, bajo el título de *Democriti Abderita de Arte magnâ*, que incluyen los comentarios de alquimistas posteriores como Sinesio de Cirene, de Pelagio el heresiarca y de Stefanus de Alejandría. Este texto es similar a *Física y Mística*, excepto que faltan algunos fragmentos.

Marcelin Berthelot, menciona una carta de Demócrito a Philarete⁴² que comienza con una lista de cuerpos. “He aquí el catálogo de las especies: el mercurio extraído del huevo filosófico⁴³, la magnesia, el antimonio, el litargirio de Calcedonia y de Italia, el plomo, el estaño, el hierro, el cobre, la soldadura del oro, etc.”. Luego viene el misterioso arte de las tinturas metálicas.

Según un escrito de Sinesio, reproducido por Georgius Syncellus, Demócrito había escrito cuatro libros de tinturas sobre el oro, la plata, las piedras y la púrpura⁴⁴: lo que recuerda, a la vez, la carta precedente.

Sinesio dijo que Demócrito había confeccionado un catálogo de los objetos blancos y otro de los amarillos. Al primero lo llamó Argiropea, o el arte de hacer plata y al segundo, Crisopea, o el arte de hacer oro.

Las ideas atomistas de Demócrito serían analizadas y propagadas por Epicuro de Samos (c. 341 – c.270 a.C.) y popularizadas por Lucrecio Tito Caro (c.99 – c.55 a.C.)

3.12. Aristóteles de Estagira

Aristóteles nació en Estagira, hoy Stavros (Grecia), el año 384-3 a. C. Fue hijo de Nicómaco y Festis. Su padre fue hijo de Machaon y nieto de Asclepius⁴⁵, quien ejerció la medicina en la corte del rey Amintas II de Macedonia, “por causa de la medicina y por amistad”, lo que se ha tratado de asociar con el posterior interés naturalista de Aristóteles.⁴⁶ Los padres de Aristóteles fallecieron siendo él un niño y su formación quedó a cargo de un tutor, Próxeno, quien se encargó de continuar con su formación. Desde niño, Aristóteles mostró una inteligencia poco común y, una vez cumplidos los 17 años, su tutor debió considerar que ya no había nada que él le pudiese enseñar a ese joven prodigio.

Hacia el año 367 a.C., Aristóteles viajó a Atenas e ingresó en la Academia de Platón, por esa época un centro muy prestigioso de formación cultural. Con el tiempo, Aristóteles se fue convir-

⁴² Manuscrito 2.327 de la *B.N.F.*, folio 31 reverso.

⁴³ Llamada “piedra de Egipto”, o “piedra de cobre” era una aleación de cobre y plomo o cobre amalgamado con mercurio.

⁴⁴ Manuscrito. 2.327, folio 118.

⁴⁵ Por lo que pertenecía a una dinastía médica que se decía descendente del dios de la medicina Asclepio.

⁴⁶ **Diógenes Laercio**, *Vidas ...*, Libro V, l.

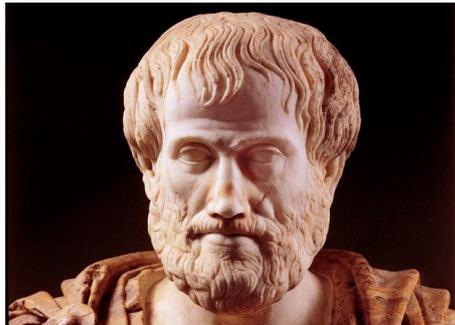


Figura 3. 14. Aristóteles de Estagira

tiendo en el discípulo más relevante de Platón y descolló en todas las ramas del conocimiento de esa época.

En la Academia, Aristóteles pasó 20 años, consustanciado con las ideas de Platón y colaborando con él en la enseñanza. Según Diógenes Laercio se separó de la Academia estando Platón todavía vivo. De ahí la observación atribuida a este último: "Aristóteles me desprecia, como los potros echan a la madre que los parió."⁴⁷

Hermipo de Esmirna, en su *Vidas* mencionó que estando Aristóteles fuera de Atenas por haber sido nombrado enviado a la corte de Filipo de Macedonia, Espeusipo, sobrino de Platón, se hizo cargo de la dirección de la Academia. Cuando Aristóteles regresó y vio que la escuela tenía un nuevo Director, eligió un paseo público cercano al templo de Apolo Likeos para impartir enseñanzas a sus seguidores. Con sus discípulos iba de un lado a otro del paseo mientras discutían sobre Filosofía. El número de discípulos fue aumentado por lo que dejaron de caminar alrededor del paseo y atendían a las enseñanzas rodeando al maestro.

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

Una vez en Atenas, en el 335, fundó su propia escuela, el Liceo, una comunidad filosófica al estilo de la platónica, Además del propio edificio contaba con un jardín y un paseo (perípatos) del que los aristotélicos recibirán el nombre de peripatéticos, ya sea porque Aristóteles impartiera sus enseñanzas paseando, como recoge Diógenes Laercio, o porque, simplemente, se impartieran dichas enseñanzas en el paseo (Excavaciones realizadas a mediados de la década de 1990 en Atenas, cerca de la Plaza Sintagma, dejaron al descubierto los cimientos de varios edificios, como se puede observar en la imagen, que los arqueólogos consideran pueden ser los restos del Liceo de Aristóteles).



Figura 3.15. Restos de lo que se considera el Liceo de Aristóteles

tiera sus enseñanzas paseando, como recoge Diógenes Laercio, o porque, simplemente, se impartieran dichas enseñanzas en el paseo (Excavaciones realizadas a mediados de la década de 1990 en Atenas, cerca de la Plaza Sintagma, dejaron al descubierto los cimientos de varios edificios, como se puede observar en la imagen, que los arqueólogos consideran pueden ser los restos del Liceo de Aristóteles).

⁴⁷ Claudius Aelianus, *Varia Historia*, IV, 9.

Según la tradición el orden de las actividades en el Liceo estaba fuertemente establecido, dedicándose las mañanas a las cuestiones más difíciles de carácter filosófico, reservadas para los discípulos, y las tardes a las lecciones de retórica y de dialéctica, entre las que se podía encontrar un público más amplio.

3.12.1.- La metodología inductivo - deductiva

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

El problema que se planteó Aristóteles fue el de encontrar el instrumento apropiado para alcanzar este ideal de conocimiento. Para ello, desarrolló la teoría del silogismo. El silogismo trata de encontrar relaciones *formales* entre dos premisas que tienen un término común, sea en los sujetos o en los predicados. A este término común lo llamó *término medio* y consideró dos aspectos formales de las premisas, uno cuantitativo (es particular o es universal) y otro cualitativo (es afirmación o es negación). Del examen de todas las combinaciones posibles, separó aquellos en los que es *formalmente imposible* que si las premisas son verdaderas, la conclusión sea falsa, estableciendo lo que hoy se conoce como argumentos *válidos*. Cuando las premisas son *necesariamente verdaderas* el silogismo es *científico*. Con la teoría del silogismo Aristóteles logró axiomatizar la lógica.

Para evitar los problemas que surgen de todo esquema *deductivo* (regreso al infinito y círculo vicioso), Aristóteles afirmó la necesidad de postular premisas indemostrables *inmediatas* (axiomas en sentido amplio). Tales premisas debían:

- Ser verdaderas
- Ser necesarias
- Ser causa de la conclusión (con relación a la doctrina de las cuatro causas)⁴⁸
- Ser generales

A su vez, los “axiomas en sentido amplio” podían ser:

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

⁴⁸ Aristóteles reconoció que ciertos hechos tienen una causa *material* —referida a aquello de lo que algo está hecho— o una causa *formal* —aquello a lo que algo llega a ser— o una causa *eficiente* —la que origina el movimiento— y lo que llamó *causa final*, que es el fin al que se dirigen todas las cosas y que también forma parte de la explicación del *por qué* algo es como es, o cambia del modo en que lo hace. La *causa final* es igual a la *causa formal* en *potencia* que llega a ser forma en *acto* gracias a la *causa agente*. Con ello Aristóteles inauguró las explicaciones *teleológicas*, explicaciones a través de su fin (*telos*). Este tipo de explicaciones le permitiría una concepción global del cambio natural, como *actualización de la forma* hacia su punto máximo de *perfección* (el fin entendido, al igual que la idea de bien de Platón, como *areté* pura).

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

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

El carácter necesario de los axiomas generó el problema de cómo definir los términos cuando se sale del aspecto formal.

Cuando el número de entes a definir es infinito o, al menos, indeterminado, caben dos tipos de definiciones; operacionales y esenciales. En las definiciones operacionales, la cualidad distintiva de todos los entes a definir resulta de efectuar una operación física o matemática. En cambio, en una definición esencial se deben establecer el género próximo y, al menos, una diferencia específica. Para captar la esencia de un ente se debe reconocer cuál es la clase más próxima (género próximo) a la que pertenece lo que se quiere definir, y luego se debe especificar la característica distintiva por la que se reconocen tales entes dentro de dicha clase (diferencia específica).

Un ejemplo de definición esencial es el dado por Sócrates para el hombre: “El hombre es un animal racional”. El género próximo es “animal” y la diferencia específica con los demás animales es que posee razón⁴⁹.

La ventaja de la organización deductiva es fundamentalmente la de poder obtener *nuevo* conocimiento a partir del conocimiento verdadero disponible.

En cuanto a la metodología inductiva, Aristóteles partió de aceptar que el ser humano experimenta sensaciones. La sensación permite un contacto con lo particular. Ese contacto con la realidad hace posible proposiciones del tipo: *S es P*.

Los animales con *memoria*, como el hombre, pueden comparar diferentes sensaciones que se *re-piten* y reconocer elementos comunes. Esta generalización que se remite a los objetos de los que se tuvo sensación constituye la *experiencia* de tales objetos (a esto se hace referencia cuando se habla del *empirismo* aristotélico) La experiencia permite encontrar características comunes a varios objetos y formular enunciados que incluyen cuantificadores existenciales del tipo “Algunos *S* son *P*”. Sensación: contacto infalible con lo particular (por este apoyo en la sensación se habla de sensualismo de la propuesta aristotélica). Ese contacto con la realidad hace posible proposiciones del tipo: *S es P*.

⁴⁹ Esta definición le acarreo un problema social grave a Sócrates. El vivió en una sociedad estratificada en la que había ciudadanos, extranjeros y esclavos. Si el esclavo es tan “animal racional” como el ciudadano, ¿por qué es esclavo? La justificación de la esclavitud la produjo Aristóteles agregando a la definición de Sócrates, otra diferencia específica: “que busca la felicidad”. En la concepción aristotélica, la felicidad sólo se logra a través de la virtud, pero de la “virtud griega”. Un utensilio es virtuoso si cumple a la perfección con el objetivo para el que fue creado, un instrumento musical es virtuoso si sus sonidos son perfectos. De modo que un esclavo es un animal racional que busca la felicidad y sólo la encuentra a través de la virtud, o sea, siendo un buen esclavo. Quince siglos después de la muerte de Aristóteles, Santo Tomás aplicaría esta definición pero dándole a la virtud el carácter teológico (fe, caridad, esperanza, prudencia, fortaleza, templanza, justicia, etc.). En el mundo terrenal, el hombre sólo puede tener momentos felices, pero la felicidad plena sólo la alcanzará en el reino de los cielos mediante el ejercicio, en la Tierra, de las virtudes teologales y cardinales. Esta adaptación, convirtió a un filósofo pagano en el filósofo oficial de la Iglesia cristiana.

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

3.12.2. La filosofía natural aristotélica

Para Aristóteles, la Naturaleza estaría formada por el conjunto de las sustancias naturales uno de cuyos rasgos fundamentales es su tendencia al cambio. Pero existen otros entes que carecen de esa tendencia natural a transformarse. Al respecto escribió:

“Entre los seres, unos son por naturaleza, otros por otras causas. Por naturaleza son los animales y sus partes, las plantas y los cuerpos simples, como la tierra, el fuego, el agua, el aire. De estas cosas y de otras semejantes, se dice que son por naturaleza. Ahora bien, todas las cosas de las que acabamos de hablar se diferencian claramente de las que no existen por naturaleza; cada ser natural tiene en sí mismo un principio de movimiento y de reposo, unos en cuanto al lugar, otros en cuanto al aumento y la disminución, otros en cuanto a la alteración. Por el contrario, una cama, una capa y cualquier otro objeto de ese tipo, si bien cada uno tiene derecho a ese nombre, es decir, en la medida en que es un producto del arte, no poseen ninguna tendencia natural al cambio, sino solamente tienen el accidente de ser de piedra o de madera...” (*Física*, libro II, 1)

Aristóteles distinguió diversos tipos de cambios, según afecten a la sustancia o a los accidentes, o según se produzcan de manera natural o artificial. El cambio puede ser producido espontáneamente por la sustancia, y en ese caso es un cambio natural; o puede ser producido artificial o violentamente, por la intervención de un agente externo a la sustancia misma y a esta clase la llamó cambio artificial.

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

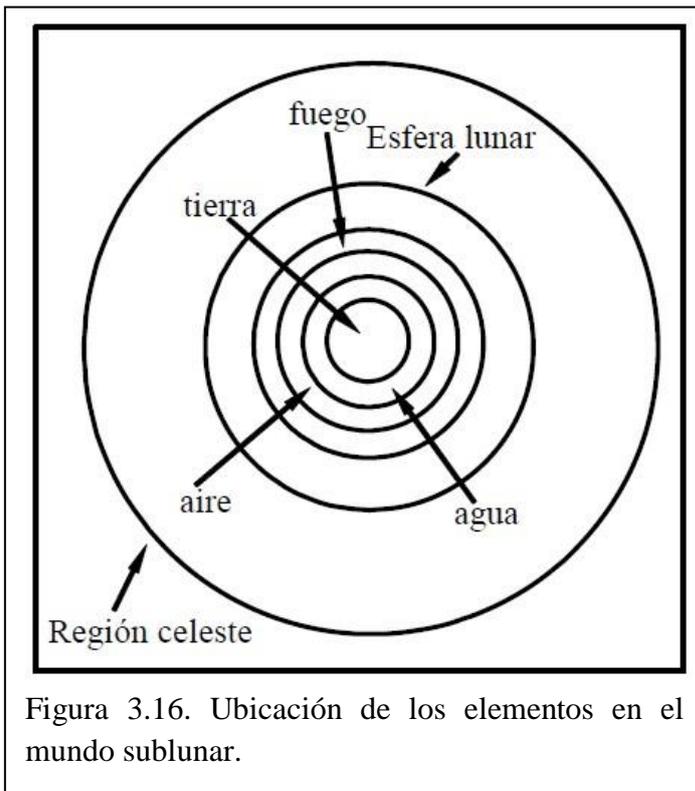


Figura 3.16. Ubicación de los elementos en el mundo sublunar.

El cambio accidental supone la modificación de algún accidente de la sustancia, la pérdida o la adquisición de una característica, es decir, la sustitución de una forma accidental por otra. Este tipo de cambio puede ser local, cuantitativo, o cualitativo. El cambio local supone la traslación de la sustancia de un lugar a otro; que puede producirse de una forma natural, como ocurre con el movimiento de las aguas de un río, o de una forma artificial, por ejemplo, al cambiar de lugar la mesa de trabajo. El cambio cuantitativo consiste en el aumento o de la disminución de la cantidad en una sustancia: el aumento o la disminución del peso de un individuo es un ejemplo típico de cambio cuantitativo. El cambio cualitativo supone la sustitución de una cualidad de una sustancia por otra; una fruta que

madura y cambia de color experimenta un cambio cualitativo, por ejemplo; una mesa que es pintada de un color diferente también experimenta un cambio cualitativo. Todas las formas de cambio accidental pueden, a su vez, ser un tipo de cambio natural o artificial.

La filosofía natural de Aristóteles se basa en una cosmología esférica y en la teoría de los cuatro elementos de Empédocles a los que agregó el éter.

Se debe recordar que esos cuatro elementos y el éter ya habían sido propuestos en la India en el siglo VI a.C. (ver sección 1.2)

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

Al utilizar esta teoría para explicar los movimientos naturales, en la Física de Aristóteles no se puede explicar ni siquiera por qué cae una hoja, sin suponer que la Tierra se encuentra en el centro de la esfera del cosmos. Este nexo entre Física y cosmología es una de las dificultades más difíciles de sortear si se trata de afirmar el movimiento terrestre.

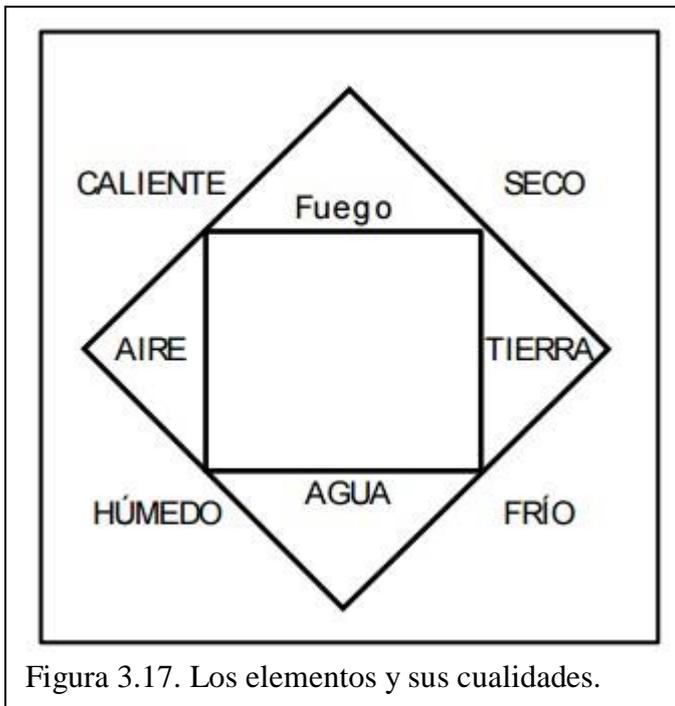


Figura 3.17. Los elementos y sus cualidades.

Según Aristóteles, las transformaciones se producen por la acción de las cualidades según el cuadro de oposiciones dado en la Figura 3.17.

La utilización de este cuadro para explicar las transformaciones físicas se basa fundamentalmente en la acción de cualidades como causas *eficientes*. Por este motivo es que se habla del carácter *cualitativo* de la Física de Aristóteles.

Esta explicación no podía aplicarse al movimiento de los astros. El Sol, los planetas, las estrellas son cuerpos graves pero se mueven de modo perfectamente circular sin acercarse ni alejarse del centro terrestre. Por

este motivo, Aristóteles hizo una división fundamental entre el movimiento de la Luna, el Sol, los planetas y todo el resto del Universo, zona a la que llamó *esfera celeste o supralunar*, o de la Luna para abajo, llamada *esfera terrestre o sublunar*. Al resultado de esta división se lo conoce como la *teoría de las dos esferas*.

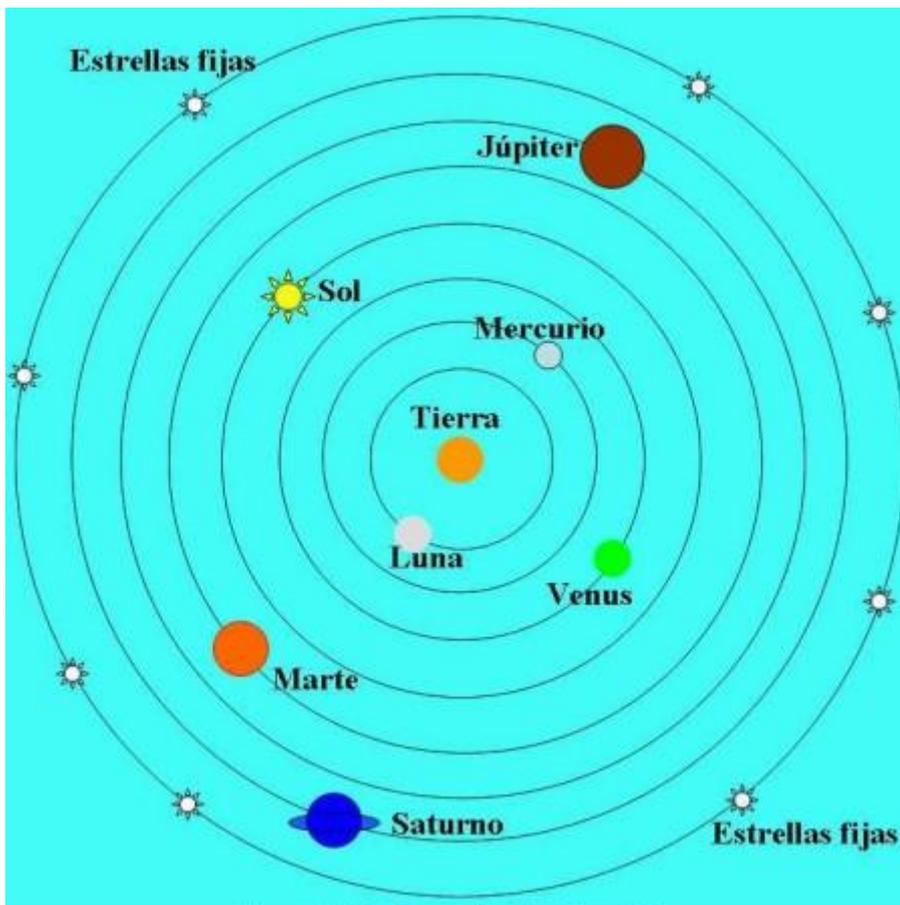


Figura 3.18. Cosmología aristotélica.

El movimiento circular y perfecto en la esfera supralunar no puede explicarse mediante el cuadro de oposiciones de cualidades y elementos. Por ello, Aristóteles postuló la existencia de un *quinto elemento*, el *éter*, del que está constituida la esfera celeste. El *éter* es el elemento más sutil de todos, es perfectamente traslúcido y tiene la cualidad natural de moverse de modo circular a velocidad constante arrastrando en su movimiento a todos los cuerpos de esa esfera.

La imposibilidad fáctica de obtener el vacío, llevó a Aristóteles a negarlo. “La Naturaleza tiene horror al vacío”. Esa concepción *plenista* le impedía a Aristóteles concebir a los planetas moviéndose por sí mismos describiendo órbitas circulares. Por ello concibió a las esferas celestes como engarzadas en una esfera de *éter* y arrastradas por esta última en su movimiento circular.

Para responder a la pregunta acerca de qué es lo que provoca el movimiento de las esferas celestes Aristóteles recurrió a la idea del “motor inmóvil”. El giro de las esferas está provocado por una esfera celeste inmóvil en la que se encuentran engarzadas las llamadas “estrellas fijas” más allá de la cual no hay nada. La esfera de las estrellas fijas provoca el movimiento tanto en el mundo supralunar como en el sublunar. Movimiento se rige bajo el principio que *lo superior siempre gobierna lo inferior*. Este motor inmóvil es considerado por Aristóteles como una forma pura, como un ser perfecto que es la causa final de todos los cambios en el Universo. Para poder explicar la acción del motor inmóvil como causa final Aristóteles se vio obligado a dotar de *alma* a las esferas intermedias: dichas esferas aspiran a ser perfectas como el motor inmóvil, y es esa aspiración la que mueve el universo; pero, para poder aspirar a esa perfección, han de tener alma.

Aristóteles escribió sobre una gran variedad de temas: Filosofía, Ética, Retórica, Física, Historia, biografías, poemas, etc. Gran parte de su obra se conserva. Diógenes Laercio contó que, a su muerte en 322 a.C., su producción escrita había alcanzado las 445,270 líneas.

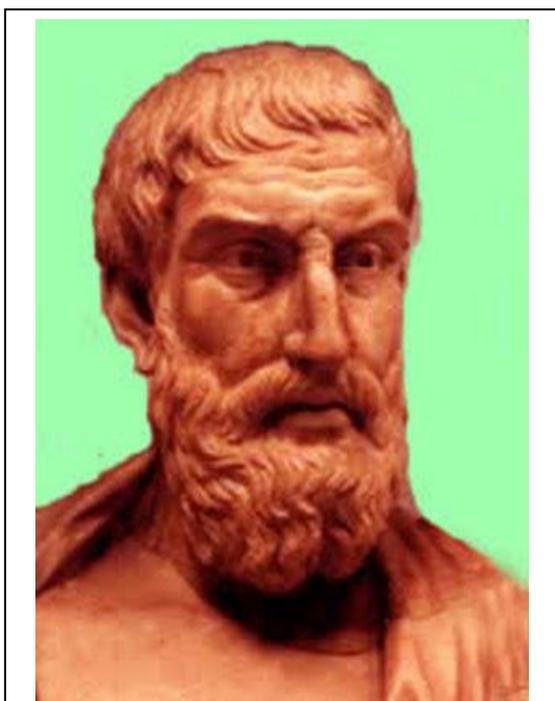


Figura 3.19. Epicuro de Samos

3.13. Epicuro de Samos

Según Diógenes Laercio, Epicuro, hijo de Neocles y Queréstrata, nació en Gargetto, pueblo del territorio de Atenas, y siendo niño su familia se trasladó a Samos. Apolodoro de Atenas, en su *Xpovικά*, (Crónica) dice que Epicuro nació en año III de la 109^a Olimpíada (341 a.C.), siendo arconte Sosígenes, el día 7 del mes de Gamelió⁵⁰, habiendo pasado siete años de la muerte de Platón y que murió en Atenas, de *mal de piedra*, que le interceptó la orina el día catorce de la enfermedad, en el segundo año de la 127^a Olimpíada (269 a.C)

⁵⁰ Enero.

En Samos, Epicuro vivió y se educó hasta los dieciocho años, cuando regresó a Atenas en el año 323 a.C. Allí recibió instrucción militar y en el 321 a.C., fue a Colofón donde se había radicado su padre. Allí estudió filosofía atomista con Nausífanos de Teon, un atomista democritano con quien compartió las ideas de los abderitas, aunque finalmente terminó criticando severamente las ideas de su maestro. En el año 311 a.C. viajó a Mitilene, en la isla de Lesbos, donde fundó su propia escuela. En esa ciudad confrontó continuamente con los filósofos aristotélicos discípulos de Teofrasto que había sido natural de esa ciudad. Parecería que su estancia en Mitilene le resultó incómoda porque al poco tiempo se trasladó a Lámpsaco, donde estableció una escuela y durante cuatro años fue ampliando en número de discípulos y seguidores, Entre ellos los hermanos Metrodoro y Timócrates de Lámpsaco, Pitocles de Samos y Hermarco de Mitilene, que luego lo sucedería en la dirección de la escuela. En el año 306 a.C., volvió a Atenas y fundó una escuela en el camino al Pireo a la que llamó “El Jardín”. Según el mismo dijo, en Atenas fue perseguido por los sofistas y gramáticos, por no haber sabido explicarle a uno de ellos lo que para Hesíodo significaba la palabra *καως* (caos). Las acusaciones contra él fueron impiadosas y se pueden leer en el libro X de las *Vidas* de Diógenes Laercio.

A su muerte, dejó más de 300 manuscritos. Los más importantes encaran temas variados y son: *De la naturaleza* (treinta y siete libros); *De los átomos y del vacío*; *Del amor*; *Epítome de los escritos contra los físicos*; *Dudas contra los megáricos*; *Sentencias selectas*; *De las sectas*; *De las plantas*; *Del fin*; *Del criterio o regla*; *Queredemo o de los dioses*; *De la santidad o Hegesianax*; *De la Vida humana*, (en cuatro libros); *De las obras justas*; *Neocles* (dedicado a Temista); *Convite*; *Euríloco* (dedicado a Metrodoro); *De la vista*; *Del ángulo del átomo*; *Del tacto*; *Del hado*; *Opiniones acerca de las pasiones*, (contra Timócrates); *Pronóstico*; *Exhortatorio*; *De las imágenes mentales*; *De la fantasía*; *Aristóbolo*; *De la Música*; *De la justicia y demás virtudes*; *De los dones y la gracia*; *Polímedes*; *Timócrates* (tres libros); *Metrodoro*, (cinco libros); *Antidoro*, (dos libros); *Opiniones acerca de las enfermedades y la muerte* (dedicado a Mitras); *Calístolas*; *De la Majestad*; *Anámenes* y *Epístolas*.

De todo ello, sólo se han conservado tres cartas y cuarenta máximas (las llamadas *Máximas capitales*), transcritas por Diógenes Laercio, y algunos fragmentos breves citados por otros autores.

Las ideas y opiniones de Epicuro quedan reflejadas sintéticamente en tres cartas. Una escrita a Heródoto, y trata acerca de las cosas naturales. La segunda a Pitocles, y trata de los cuerpos celestes⁵¹. La tercera fue escrita a Meneceo, y da su opinión acerca de las cosas necesarias a la vida.

Epicuro dividió el estudio de la Filosofía en tres aspectos o partes: *canónica*, *física* y *ética*. La *canónica* constituye la introducción a su sistema filosófico y está contenida en un único libro titulado *El Canon*. La parte *física* incluye toda la concepción y su descripción acerca de la Naturaleza, y se detalla en sus treinta y siete libros *De la Naturaleza*, y en sus *Cartas* por orden alfabético. Y la parte *ética* trata acerca de la *elección y de la aversión*, y se contiene en los libros *De la Vida humana* en las *Cartas* y en el libro *Del fin*. Sin embargo, se ha acostumbrado unir a la parte *canónica* con la *física*, diciendo que la primera es la parte de la ciencia que trata con los estándares y los primeros principios, o la parte formal de la Filosofía mientras que a la parte física trata fundamentalmente de

⁵¹ Περὶ μεταρσίῳν: *rerum sublimium*.

la *generación y la corrupción, y de la Naturaleza*. La parte ética trata de las *cosas elegibles y las evitables, de la vida humana y del fin principal de la vida*.

Epicuro reprobó el uso de la dialéctica como superflua, pues “en cualquiera cosa les basta a los físicos entender los nombres, sosteniendo que, en sus investigaciones el físico debe contentarse con usar los nombres comunes para las cosas”.

En su *Canon*, Epicuro dijo que los criterios de la verdad son los sentidos, las percepciones y las emociones; pero sus continuadores añadieron las ideas fantásticas de la mente, tomando lo que el mismo Epicuro escribió en el *Epítome a Herodoto* y en las *Sentencias escogidas*: “Todo sentido es irracional e incapaz de memoria alguna; pues ni que se mueva por sí mismo ni que sea movido por otro, puede añadir ni quitar cosa alguna ... Los fantasmas⁵² de maniáticos y los que tenemos en sueños son verdaderos y reales, puesto que mueven; y lo que *no es* no mueve.”

A la opinión la llamó también conjetura o estimación y que puede ser verdadera o falsa, a saber: si la atestigua alguna prueba, o bien si no hay testimonio que la refute, es verdadera; y si no hay prueba que la asevere, o hay alguna que la refute, es falsa.

Los epicúreos afirmaban que las pasiones son dos, *deleite y dolor*, las cuales residen en todos los animales: una es doméstica o propia; la otra es ajena; y por ellas se juzgan las *elecciones* y las *aversiones*. Que hay dos clases de indagaciones unas son sobre las cosas, y las otras sólo tienen que ver con las palabras.

La carta a Heródoto es un resumen de las concepciones de Epicuro sobre la Física. De ella sólo mencionaremos las referencias al atomismo.

En la carta, recomienda que quien se dedica al estudio de la Naturaleza tenga siempre presente los principios de esa disciplina y los nombres correctos de las cosas que evalúa. Le recuerda que “nada nace de la nada o de lo que no existe; pues de lo contrario, todo nacería de todo sin necesitar de semillas. Y si lo que se corrompe no pasara a ser otra cosa, sino a la no existencia, ya todo se hubiera acabado”. “La suma total de las cosas ha sido antes como ahora y será igual a las que siempre queden, porque fuera de la suma de las cosas no hay nada que pueda provocar un cambio”. El Todo consiste en cuerpos y espacio. Si no hubiera espacio —que también llamó *vacío, lugar o naturaleza intangible*— los cuerpos no podrían cambiar ni moverse. Algunos cuerpos son compuestos y otros están formados por los elementos presentes en esos compuestos. Esos elementos son indivisibles e inmutables y eso es necesariamente así. Si no, pasarían todos a la no existencia, pero la realidad muestra que aunque se quiebren no desaparecen. La suma de todas las cosas es infinita, ya que lo que es finito tiene un final y el final de cualquier cosa se discierne sólo por comparación con otra cosa. Pero la suma de todas las cosas no se puede comparar con ninguna cosa. Por lo tanto, si no tiene un final, no tiene límite y dado que no tiene límite, debe ser ilimitado o infinito.

Epicuro afirmó que la suma de las cosas es ilimitada debido a la multitud de los átomos y a la extensión del vacío. Ya que si el vacío fuera infinito y los cuerpos finitos, los cuerpos no estarían

⁵² Φαντάσματα.

donde están sino que, los continuos cambios los harían dispersar a través del infinito vacío. Si el vacío fuera finito y los cuerpos infinitos, estos no tendrían donde estar.

Los átomos carecen de vacío en su interior, por fuera se unen dando lugar a la formación de cuerpos compuestos y de ellos se separan bajo determinadas circunstancias. Los átomos poseen sólo tres propiedades: gravedad (peso), forma y tamaño. El resto de las propiedades, como color, consistencia, brillo, etc., se aplican a los cuerpos formados por átomos y son secundarias. Esos átomos varían indefinidamente en sus contornos ya que tantas variedades de cosas que vemos no podrían haber surgido de un número definido de contornos. El número de átomos de cada contorno es absolutamente infinito pero la variedad de contornos si bien es indefinidamente grande no es absolutamente infinita.

Los átomos están en continuo movimiento por toda la eternidad y con la misma velocidad ya que el vacío ofrece la misma vía tanto para el átomo más pesado como para el más liviano. Algunos chocan entre sí alterando la dirección de su movimiento o rebotan a distancias considerables, mientras que otros simplemente oscilan en un mismo lugar o al chocar se enredan con otros átomos para formar compuestos. De modo que su movimiento, aunque impulsado por la gravedad se torna aleatorio.

Para Epicuro había un infinito número de mundos, algunos como este y otros diferentes, ya que siendo el número de átomos infinito, los átomos que surgieron de este mundo podrían haber formado otros, similares o diferentes a este. Por lo tanto, no hay nada que impida la existencia de una infinidad de mundos.

Aristóteles había planteado el problema de la *regresión al infinito* de las cadenas causales en el movimiento. Para él, necesariamente, todo lo que se mueve es movido por otra cosa (la *causa eficiente* del movimiento). Por lo tanto, cada movimiento está situado en una cadena causal. Esa cadena causal debe tener un inicio ya que no puede ser infinita. Lo que inicia la cadena causal debe ser algo que provoque un movimiento pero que no sea movido por otra cosa. Eso tomó el nombre de *motor inmóvil*, o causa primera del movimiento. Aristóteles vinculó a ese motor inmóvil con la divinidad. Epicuro pensaba que los dioses estaban muy felices como para estar gobernando los movimientos de las infinitas partículas en los infinitos mundos y “solucionó” el problema mediante la postulación de que además del movimiento vertical debido a su gravedad, los átomos experimentaban choques espontáneos que los desviaban de sus trayectorias, generando *parenklesis*, libertad de movimiento en otras direcciones, originando nuevas cadenas causales e introduciendo un factor de indeterminación en el comportamiento de la materia. Con esto solucionaba uno de las principales críticas al atomismo de Demócrito, su determinismo. Ese movimiento al azar, que después sería llamado *clinamen* por Lucrecio, sería un soporte para la consideración del libre albedrío del ser humano.

La Física materialista de Epicuro al postular que “nada nace de la nada, o de lo que no existe” prescindió por completo de alguna deidad creadora del Universo y ha sido repudiada por los padres del Cristianismo, por lo que, con el auge del poder terrenal de la Iglesia, sus obras fueron tildadas de blasfemas y herejes y fueron quemadas.

En Biología Epicuro anticipó la doctrina moderna de la selección natural, dijo que las fuerzas naturales dan origen a organismos de diferentes clases y que solo sobreviven las clases capaces de superarse a si mismas y reproducirse.

Epicuro también se ocupó en su *Ética* de desarrollar una concepción filosófica según la cual el conocimiento y la práctica de la Filosofía debe llevar al ser humano a alcanzar la tranquilidad espiritual, a la que llamó *ataraxia*. El conocimiento ayudaría al hombre a luchar contra los *cuatro miedos*, el miedo al dolor, el miedo a los dioses, el miedo al fracaso y el miedo a la muerte.

Epicuro sostenía que la felicidad se alcanza a través del placer. A menudo, esto ha sido malentendido, aunque Epicuro hizo una cuidadosa distinción entre los placeres que son recomendables y los que no lo son. Al respecto distinguió entre placeres naturales y necesarios, como los de satisfacer necesidades básicas. Los placeres naturales e innecesarios, como los de disfrutar de las artes, o de la compañía de personas que se aprecian y los innaturales e innecesarios, como la fama, las riquezas o el poder absolutista.

3.14. Hierón de Alejandría

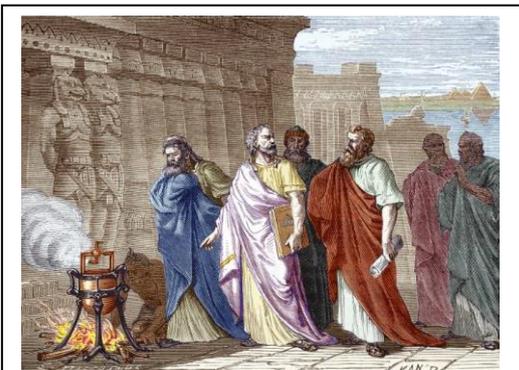


Figura 3.20. Imagen de Hierón mostrando uno de sus inventos.

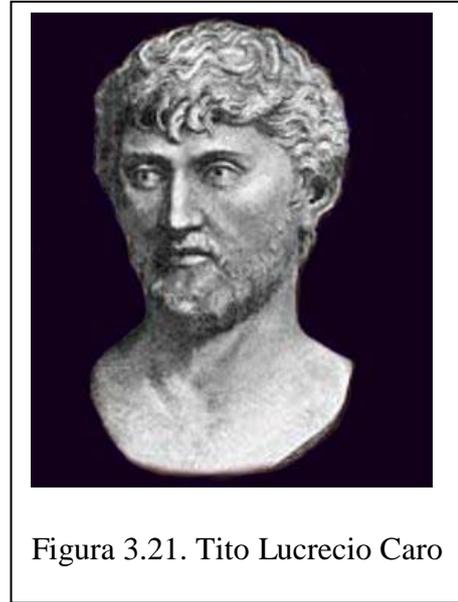
Hieron de Alejandría, (c.285 a.C. – c.222 a.C.), considerado el “Padre de la neumática” por sus investigaciones sobre la elasticidad del aire, fue también atomista. Si bien sostenía que no existen grandes extensiones de espacio vacío, afirmaba que el aire está formado por microscópicas partículas dispersas y en equilibrio entre los intersticios de vacío. Si, de alguna manera —por ejemplo, por medio de compresión— se forzaba al aire a ocupar más intersticios vacíos, una vez cesada la causa, las partículas de aire retornaban a su posición natural. Para demostrar la naturaleza material del aire, con sumo cuidado invertía verticalmente un frasco de boca angosta en agua, comprobando que aún con una leve presión, el agua no ingresaba al frasco.

Hieron escribió varios tratados de aplicaciones de la Física a la Mecánica y a lo que hoy es la Termodinámica. Entre sus obras se encuentran: *Tratado de la Neumática*, *Sobre el método para levantar cuerpos pesados*, *Sobre el autómatas*⁵³, *Sobre la Dioptra*⁵⁴. Describió gran número de má-

⁵³ Contiene la descripción de diversos dispositivos en los que una de las partes efectúa movimientos en función del agua que se vierte. Por ejemplo, un pajarito de bronce que al volcar agua a su lado se inclina como si la estuviera bebiendo.

⁵⁴ La dioptra era un aparato muy similar a los actuales teodolitos que se usó, durante siglos, para observaciones terrestres y astronómicas.

quinas sencillas y también generalizó el principio de la palanca de Arquímedes. No sólo se ocupó de temas vinculados con la ingeniería sino que escribió varios tratados sobre aritmética y geometría. Entre ellos se encuentra *La métrica* (*μετρικά*), obra en la que analizó las formas de encontrar las áreas de las superficies y los volúmenes de los cuerpos. Es famoso su teorema que permite calcular el área de un triángulo conociendo sus tres lados⁵⁵. También simplificó los métodos usados por los matemáticos babilonios para encontrar las raíces cuadradas de los números por métodos de iteración.



3.14. Lucrecio

Tito Lucrecio Caro (94 – 53a.C.), fue uno de los más entusiastas seguidores de las ideas de Epicuro. Ese entusiasmo lo llevó a escribir un poema racional sobre las concepciones que el maestro había volcado en tres cartas. Este poema, *De rerum natura* escrito en el año 57 a.C., en última instancia, es una exposición de la Física de Leucipo y Demócrito con ideas agregadas por Epicuro y con algunas acotaciones propias de Lucrecio⁵⁶. Para Lucrecio, la materia es eterna, aunque no lo son los cuerpos con ella formados y que la muerte de todos los seres, incluso el humano, no es más que una transformación, una disgregación de los átomos que los forman. Esos átomos son imperecederos, cuyas repulsiones y afinidades son los orígenes de todos los cuerpos animados o inanimados. Al igual que Epicuro, Lucrecio, aún no siendo ateo, no admitió que el comportamiento humano estaba direccionado por los dioses. Para él los dioses representaban la suma perfección y esa perfección implicaba la imposibilidad de algún cambio. Por lo tanto, a diferencia de los dioses paganos que intervenían hasta en los más mínimos actos humanos, nada que ocurriese en el mundo terrenal podía afectarlos.

Al igual que Epicuro, consideró que el alma era tan material como el cuerpo y tan mortal como él, aunque estaba formada por átomos más tenues y sutiles. Para la humanidad no había otra vida que la de este mundo. La muerte era imprescindible para crear nueva vida.

Todos los cambios dependen de las atracciones y repulsiones entre átomos que forman el Universo. En su época esto implicó un progreso científico en cuanto intentó explicar que los fenómenos de la Naturaleza son el resultado de leyes naturales. El vacío existe y es imprescindible, porque sin él la constante movilidad de los átomos sería imposible. El movimiento caótico de algunos de esos átomos es perceptible aún a ojo desnudo haciendo entrar un haz de luz a una habitación oscura.

⁵⁵ En todo triángulo de lados a , b y c , y semiperímetro $(a + b + c)/2$, el área de superficie está dado por la raíz cuadrada de $s(s - a)(s - b)(s - c)$.

⁵⁶ *De Rerum Natura*, si bien fue conocido por algunos eruditos de la Edad Media, fue difundido recién a partir de 1417 e impreso por primera vez en 1473 y sus seis libros se convirtieron en la fuente primaria (aún en nuestros días) de las ideas de los atomistas antiguos.

Lucrecio también concluyó que el vacío no influye en la “pesantez” de los cuerpos, ya que cuerpos pesados y ligeros caen con igual celeridad en el vacío. También hizo notar que la velocidad de la luz es diferente a la del sonido.

Las teorías de estos atomistas fueron rechazadas por Marco Tulio Cicerón (106 – 43 a.C.), Lucio Anneo Séneca (4 a.C. – 65 d.C.) y el famoso médico Galeno de Pérgamo (130 – 200 d.C.).

3.15.- Bolos de Mendes

Uno de los atomistas más representativos en Alejandría fue Bolos (Βῶλος Μενδήσιος) (aproximadamente 200 a.C.), nacido en Mendes, una población del delta del Nilo. Fue alquimista médico y farmacólogo, agrónomo, filósofo griego y astrólogo. En sus escritos utilizó continuas referencias a Demócrito, por lo que autores como Lucius Iunius Moderato Columella⁵⁷ lo llamaron “Pseudo-Demócrito” o Falso Demócrito. La obra más importante que Bolos le atribuye a Demócrito lleva por título *Física y Mística*. Es muy probable que Bolos haya compilado escritos de Demócrito y les haya agregado trabajos de autores posteriores, anotaciones hechas por artesanos e informaciones recogidas por él que provenían de Egipto, Persia, Babilonia y Siria. Estas memorias fueron llamadas *chirocmeta*⁵⁸, nombre que también ha sido dado a los escritos de Zósimo. Plinio, creyó que eran memorias auténticas de Demócrito y escribió que están llenas de narraciones de cosas prodigiosas. Puede ser que Demócrito haya escrito trabajos de ese género, a los cuales luego se le adicionaron los de sus imitadores. Otra obra sobre “las simpatías y las antipatías” le fue asignada a Demócrito por Columella⁵⁹ y a Bolos por Suidas.

Física y Mística está dividida en cuatro partes que tratan, respectivamente de la obtención de oro por transmutación, la obtención de la plata, la fabricación de gemas y la obtención de la púrpura real. En esta obra hay recetas técnicas y evocaciones mágicas. En particular, son de interés aquellas que versan sobre la transmutación de la materia, que el autor (o los autores) consideraban que estaba indicada por los cambios de color de los metales cuando se los sometían a diversos tratamientos (como la aleación).

3.16.- Zósimo de Panópolis

Zósimo vivió en Panopolis (Akhmim) una ciudad de Egipto durante el siglo III de nuestra era. No hay datos acerca de su vida pero es el más antiguo de los autores atomistas de Egipto de quien se poseen escritos auténticos y que permiten atribuirle una existencia real. Fue citado por Sincelo y

⁵⁷ Columella L.I.M., (2010): *Res rustica*, Oxford University Press. New York, 1. VII, Capítulo, V. — *Sed Ægyptiæ gentis auctor memorabilis Bolus Mendesiæ, cujus commenta quas appellantur græcè ὑπομνήματα, sub nomine Democriti falso producuntur.*

⁵⁸ Plinio, *Historia natural*. 1. XXIV, Cap. CII. — Vitruvio, *De Architectura*. I. IX, Cap. II. — Saumaise, *Plinianoe Exercitationes*, 775 a, tradujo esta palabra como “Marca de su año”. Esto se remonta a una tradición citada por Vitruvio, según la cual Demócrito marcaba con su año las experiencias que él mismo había verificado.

⁵⁹ Columella, *loc. cit.* I. XI, Cap. III.

Focio⁶⁰, polígrafos de los siglos VII y IX. Todos los alquimistas se refirieron a él con el máximo respeto; usando expresiones como: “era la corona de los filósofos”, “su lenguaje tenía la profundidad del abismo”, etc.⁶¹

A él se le atribuye “El libro de la verdad de Sophé el egipcio” (se supone el viejo rey Keops), aunque otros autores sostienen que fue una obra de Demócrito.

En la Biblioteca Nacional de Francia (Manuscrito 2327, folio 80, reproducido en el folio 220) se encuentra el texto “*Las memorias auténticas de Zósimo de Panópolis*”, obra que presenta una sorprendente analogía con ciertas páginas del Timeo.

Al igual que la mayoría de los atomistas de Egipto, se dedicó a la Alquimia. Escribió una enciclopedia sobre el arte de la alquimia en 28 libros que llevaban el título *Chirocmeta* igual que algunas obras de Demócrito y de Bolos de Mendes. Si bien algunos de los pasajes parecen ser originales, gran parte de la obra es una compilación de textos antiguos hoy perdidos. En su obra, Zósimo demuestra una vasta experiencia en operaciones químicas con metales y minerales.

Las obras de Zósimo fueron publicadas con traducción al francés por Berthelot y Ruelle en 1888.⁶²

Se debe hacer notar que una de las características de los atomistas democritanos de Egipto fue su dedicación a la Alquimia. Entendemos que desde el punto de vista atomista fuera de interés conocer la manera en que combinan los átomos para formar compuestos, o como obtener al estado puro las sustancias formadas por una sola clase de átomos. Lo que no es fácil de explicar es el ahínco en lograr la transmutación. Si los átomos además de indivisibles, son eternos, eso implica que no se pueden destruir ni modificar, es decir, en la concepción teórica del atomismo, *los átomos no se pueden transmutar*.

3 17.- Africanus.

Sextus Julius Africanus, (c.160 – c.240) fue un escritor sirio nacido en Jerusalem que vivió en la época de los Emperadores romanos Heliogábalo y Alejandro Severo. Fue un compilador enciclopedista⁶³. Georgius Syncellus, en su *Chronographía*⁶⁴, expresó que Africanus había escrito sobre materias médicas, naturales, agrícolas y alquímicas. Había compuesto también obras atomistas, geográficas, así como una historia de Armenia, extraída de los tabularia⁶⁵ de Edessa, y obras militares, cuyos fragmentos se conocen. Su libro titulado: *Kestoi* (alusión al cinturón de Venus) trataba toda clase de temas. En la enciclopedia lexicográfica de Suidas se afirma que los remedios propues-

⁶⁰ Codex CLXX.

⁶¹ Ms. 2.327, de la Biblioteca Nacional de Francia, folio. 203 v^o.

⁶² **Berthelot, M., Ruelle, Ch. E., (1888).** *Collection des Anciens Alchimistes Grecs*, Georges Steinheil, editeur, Paris: Vol. 3, p. 107 – 250.

⁶³ Geoponica, edición de Needham, p. XLII (1781).

⁶⁴ P. 319 de la edición de Paris.

⁶⁵ Registros notariales de Edessa (hoy Siria)

tos por Africanus, consistían en caracteres escritos, encantamientos y palabras mágicas, precisamente como los de los papiros de Leiden. La *Geopónica* contiene diversos fragmentos de este autor, relativos, por ejemplo a recetas agrícolas o la conservación del vino. El carácter de los escritos de Africanus recuerda a los de Zósimo y a los de los gnósticos.

El nombre de Africanus figura en la lista inicial del manuscrito de San Marcos y está mencionado en el manuscrito 2327⁶⁶ al lado de los autores más autorizados.

Varios autores de la Edad Media lo describen como atomista. Es por eso que indicamos aquí algunos datos de su biografía.

3.18. Sinesio de Cirene

Los estudios sobre la Naturaleza parecen alcanzar su grado más alto de la cultura hacia finales del IV y principios del siglo V, durante el reinado de Teodosio 1º y sus sucesores. En efecto, en esta época los nombres de quienes se ocuparon de esa actividad fueron reconocidos porque sus escritos tienen el carácter de obras serias. A menudo, contienen procedimientos positivos y prácticos. Entre los naturalistas más importantes de esa época se encuentran Sinesio y Olimpiodoro.

Sinesio (ca. 365 – ca. 413) fue un filósofo, naturalista y clérigo nacido en Cirene (actual Cirenaica en Libia). Estudió en Alejandría y fue discípulo de la filósofa Hypatia. A pesar de su origen pagano, en 401 fue elegido por sus conciudadanos como obispo de Ptolemaida en Cirenaica y consagrado como tal por su amigo Teófilo, el patriarca de Alejandría. Fue el ciudadano principal de su ciudad y “el más capaz de defenderla contra los bárbaros”. Fue un obispo singular: un marido que cuidaba a su esposa y a sus hijos. A pesar de todas sus reservas, Teófilo aceptó su decisión de esconder la verdad de su familia a su pueblo y le permitió conservarla.

Sinesio fue un escritor prolífico, sus obras fueron publicadas en París en 1631, conjuntamente con las de San Cirilo. Ellas contienen diversos textos filosóficos que se relacionan con las doctrinas atomísticas y neoplatónicas y una correspondencia muy interesante. Así se conoce de él una carta a Hypatia⁶⁷, la célebre filósofa de Alejandría, masacrada más tarde por los cristianos. Carta que contiene la primera indicación conocida del aerómetro. En sus cartas, Sinesio cita continuamente a los clásicos y sus obras. En *De Providentia*, cuenta la historia de la administración opresiva y de la caída de Gaïnas⁶⁸. Escribió un libro sobre los sueños y su interpretación, así como las recetas para conciliar el sueño y un conjunto de recetas alquímicas que figuran en los papiros de Leiden. En sus recetas siempre hay una parte en la cual el lenguaje de vuelve vago a propósito, como dando a entender que no quiere ser sospechado de su divulgación. Al igual que los primeros alquimistas, también compuso himnos gnósticos, en ciertos aspectos congéneres de poemas alquímicos, donde la concepción de la materia aparece frecuentemente⁶⁹. “Tu eres la naturaleza de las naturalezas,” exclama más

⁶⁶ Manuscrito 2.327, fol. 122 reverso.

⁶⁷ *Œuvres de Synésius*, (1878) Traduction H. Druon, Librairie Hachette et Co., Paris, p. 174.

⁶⁸ Líder goda que sirvió en el Imperio Romano de Oriente durante los reinados de Teodosio I y de su hijo, Arcadio.

⁶⁹ *Œuvres de Synésius*, (1878) Traduction H. Druon, Librairie Hachette et Co., Paris, p. 330 y siguientes.

o menos al estilo del pseudo-Demócrito. “¡Oh naturalezas, demiurgos de las naturalezas!”. En los manuscritos de la Biblioteca Nacional de Francia⁷⁰, figuran varios textos de Sinesio, en particular un comentario sobre pseudo-Demócrito, enviado “a Dioscorus, sacerdote del gran Serapeo de Alejandría, por el favor divino: Synésius el filósofo, Salud”. Este comentario ha sido traducido al latín por Pizzimenti en el libro citado más arriba al hablar de Demócrito. Dioscorus fue sacerdote del Serapeum hasta la destrucción del templo de Alejandría por orden de Teodosio, destrucción cumplida en el año 389.

3.19.- Olimpiodoro

Olimpiodoro (378 – 425) fue un historiador griego nativo de Tebas, en Egipto, que tomó parte a una embajada enviada a Attila, bajo el Emperador Honorius⁷¹, en 412. Viajó a Blemmyes⁷², en Nubia, visitó y estudió con los sacerdotes de Isis en Philæ, donde los últimos restos del helenismo, protegidos por un tratado, quedaron a salvo hasta 562. Este templo todavía subsiste.

El mismo Olimpiodoro escribió la historia de su tiempo, de 400 a 425 y se la dedicó a Teodosio II.

La obra sobre filosofía y Alquimia de Olimpiodoro lleva como encabezado: *Olimpiodoro filósofo ante Pétasius, rey de Armenia, sobre el arte divino y sagrado*. Fabricius⁷³ y Hofer⁷⁴ lo citan según otros manuscritos, que añaden las palabras: *Comentarios sobre el libro del acto de Zósimo y sobre los dichos de Hermes y de los filósofos*. El autor nombra entre sus predecesores a Agatodemon, Chymes, María la Judía y Sinesio. Invoca a las Musas y a la raza de ilustres Piéridas⁷⁵, el oráculo de Apollón⁷⁶, los demonios o los dioses inferiores, y las exposiciones de los profetas. En esta obra también se refiere a la autoridad de la Biblia, que parece haber leído poco, a las inscripciones del templo de Isis⁷⁷, y a las de las obras de los filósofos griegos, que conoció mucho mejor. En otra parte él reproduce las leyendas de la antigüedad relativas al origen del oro engendrado en la tierra de Etiopía⁷⁸. “Allí, una especie de hormiga extraía el oro y lo ponía a la luz del día y se regocijaba con eso”⁷⁹

⁷⁰ Manuscrito 2.327 de la Biblioteca Nacional de Francia, folio 31.

⁷¹ Flavius Honorius Augustus. Emperador del Imperio Romano de Occidente desde 395 hasta 423.

⁷² Ver la *Mémoire sur les Blemmyes* de M. Révillout. *Mém. de l'Acad. des Inscriptions*, 1er série, t. VIII, p. 371. Este viaje también es señalado por Fotius.

⁷³ *Bibliotheca Græca*, t. XII, 764 ; 1ª edición.

⁷⁴ *Histoire de la Chimie*. T. I, p. 273.

⁷⁵ Las Piéridas, o hijas de Piero, eran nueve doncellas muy hábiles en el arte del canto que, queriendo rivalizar con las Musas les propusieron una competencia. Como era de esperar, las muchachas perdieron y las Musas las castigaron transformándolas en urracas.

⁷⁶ En Delfos.

⁷⁷ En la isla de Philæ sobre el río Nilo.

⁷⁸ Ver Plinio, H. N. 1. XI, Cap. XXXI, 1. XXXII, Cap. IV, sección 21. — Solin, Cap. XXX, etc.

⁷⁹ Manuscrito 2.250, fol. 123.

También se refirió a los cuatro libros de Demócrito sobre los elementos. Escribió sobre el fuego y lo que a él se vincula; el aire, los animales y lo que a ellos se relacionan; el agua, los peces y todo lo relacionado; la tierra, las sales, los metales, las plantas y todo lo que se vincula, etc.⁸⁰

Bibliografía

- Berthelot, M., (1885):** *Les Origines De L'Alchimie*, Steinheil, Paris.
- Berthelot, M., (1887):** *Collection des Anciens Alchimistes Grecs*, Steinheil, Paris.
- Berthelot, M., (1889):** *Introduction a L'étude de la Chimie des Anciens et du Moyen Age*. Steinheil, Paris.
- Columella L.I.M., (2010):** *Res rustica*, Oxford University Press. New York.
- Copleston, F., (1984):** *Historia de la Filosofía. Tomo I. Grecia y Roma*. Ariel Filosofía. Teruel.
- García Bacca, J. D., (1944):** *Los Presocráticos*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Grüner, C.G., (1814):** *Zosimi Panopolitani De zythorum confectione fragmentum nunc primum graece ac latine editum*. Solisbachi. Jena.
- Guthrie, W.K.C., (1993):** *Historia de la filosofía griega*, vol. II, Gredos Madrid.
- Hofer, F., (1866):** *Histoire de la Chimie*, 2ª ed., Firmin Didot, Paris.
- Jaeger, W., (1993):** *Paideia*, FCE, México, Libro Primero, cap. IX, Libro Segundo, cap. III.
- Kirk, C.S., Raven, J.E., (1970):** *Los filósofos presocráticos*, Gredos, Madrid.
- Lindberg, D., (1992):** *The beginnings of western science: the European scientific tradition in philosophical, religious, and institutional context, 600 b.c. to a.d 1450*, Chicago University Press, Chicago, cap. 1 (Hay traducción española: *Inicios de la ciencia occidental*, Paidós)
- Mondolfo, R., (1979):** *La comprensión del sujeto humano en la cultura antigua*, Eudeba, Buenos Aires, Segunda Parte.
- Mullach, F. W. A., (1843):** *Democriti Abderita operum fragmenta*. Besser. Berlin,
- Pattison Muir, M.M., (2004):** *The Story of Alchemy and the Beginnings of Chemistry*, Hodder and Stoughton, London.

⁸⁰ Manuscrito de la B.N.F 2.327, fol. 201; Manuscrito de San Marcos, folio. 166 reverso.

Reuvs, C.J.C.; (2011): *Lettres a M. Letronne. Sur Les Papyrus Bilingues Et Grecs: Et Sur Quelques Autres Monuments Gréco-égyptiens Du Musée D'antiquités De L'université De Leide*. Nabu Press, Paris.

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

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

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

Zeller, E., (1955): *Outlines of the History of Greek Philosophy*. 13ª edición. Meridian Books. New York.

IV EL ATOMISMO ÁRABE EN LA EDAD MEDIA

4.1. Introducción

La mayoría de los historiadores creen que el atomismo fue abandonado después de Epicuro y Lucrecio y parecen creer que la doctrina estuvo escondida hasta avanzada la Edad Media.

Schmölders fue el primero que “descifró el campo sin cultivar de la Filosofía árabe”¹ y produjo en su ensayo un estudio detallado sobre los Mutakalemim² que sirvió de punto de partida para todos los trabajos posteriores.

Adolphe Franck reunió en *Philosophie et religion* (1867, Didier), la información más relevante y precisa que se conoce sobre la filosofía árabe. Otras fuentes de información sobre este tema son “La guía de los descarriados” (también conocida como “La guía de los perplejos”) de Moshé ben Maimun, más conocido como Maimónides (1138- 1204) y *Averroes* de Ernest Renan.

Marcelin Berthelot, a través de sus investigaciones propuso la hipótesis plausible que buena parte de la cultura griega llegó a los eruditos árabes por los sirios que estaban en contacto con los comentaristas de Alejandría. Entre Teofrasto y Alejandro de Afrodisia, entre éste y la escuela nestoriana de Edesa, la escuela de Nísibis y la Academia de Gandisapor, entre estos últimos y Abu Yusuf Yaqub ibn Ishaq al-Kindi, no hubo, por así decirlo, una solución de continuidad.

Unas pocas familias sirias y cristianas: Béni-Serapión, Béni Mesue, Baktischouïdes o Hunain Ibn Isaac y sus discípulos, establecidos casi todos como servidores de los califas de la dinastía persa (los Abásidas y Al-Mamun), llevaron a cabo el inmenso trabajo de traducir al árabe la totalidad de la ciencia y la filosofía griegas. La mayoría de estas traducciones fueron hechas a través de idioma siríaco; a menudo el mismo traductor realizaba las dos versiones, siríaco y árabe.

En el siglo X, para confrontar las ideas de Aristóteles con el Islam, dos sirios, Abu Baschar-Mata y Jahya-Ben-Adi encabezaron los trabajos de hacer una traducción más precisa al árabe de la obra del estagirita.

Por otra parte, Berthelot puso de relieve que el atomismo de Demócrito casi sin modificaciones, fue continuado por Bolos de Mendes, Zósimo, Ostanes y Pétesis. Las prohibiciones de Justiniano que provocaron que muchos eruditos de Alejandría emigraran a Persia en el siglo VI haciendo conocer las ideas de los filósofos de Abdera en el mundo musulmán.

Otra fuente del conocimiento filosófico provino de la India, especialmente durante la época de califas de la dinastía persa (los Abásidas y Al-Mamun). Persia fue el intermediario natural entre la India y el Asia musulmana.

¹ *Essai sur les écoles philosophiques chez les Arabes* (Didot, 1842)

² Que él llamó *Motakhallims*

Los eruditos árabes conocieron, también a través de traducciones del siríaco, las ideas de Platón y de Pitágoras, aunque con algunas interpretaciones curiosas de los traductores y comentaristas. Así, por ejemplo, el historiador persa Al Shahrastani (1086 – 1153) escribió: “Pitágoras era natural de Samos, contemporáneo del rey Salomón y profeta como él. Toda su sabiduría tuvo por fuente a la profecía. Él podía percibir, mediante sus sentidos, los mundos superiores, oír la armonía de las esferas. Sus discípulos fueron a convertir unos a los persas, otros a los indios...”

No obstante, entre los árabes hubo información bastante extensa acerca de la doctrina de los números atribuida a Pitágoras, de donde nació el simbolismo que surge en el Corán y que es el mismo método de interpretación de una parte de la Cabalá judía.

La principal controversia que enfrentó a los filósofos árabes al tratar sobre la Naturaleza se dio entre los que sustentaban el hilomorfismo (teoría aristotélica que preconizaba que los cuerpos están constituidos por materia y forma; la materia es amorfa y la forma le da entidad) y los filósofos atomistas (que sólo aceptaban la existencia de átomos y propiedades).

4.2. La Kalâm

Producido el surgimiento del islamismo se produjo su expansión mediante la conquista y los eruditos de esta fe, comprendieron rápidamente que una religión no se impone por la fuerza, más aún cuando muchos de los temas volcados en el Corán carecían de explicación convincente. Debido a ello, se fue desarrollando una manera particular de tratar de establecer los principios de la teología musulmana a través de la dialéctica. A esa forma de desarrollo conceptual se la llamó la “Kalâm” (el discurso). Se planteaban distintas interpretaciones sobre los textos religiosos y de la controversia se intentaba lograr consensos. Así, por ejemplo, uno de los primeros debates que se establecieron en la Kalâm fue la controversia entre el libre albedrío y el fatalismo.

Los teólogos de la Kalâm eran conocidos como *mutakalamim* y estaban agrupados en “escuelas” cada una dirigida por algún teólogo de relevancia. Así, estaban los *asharitas* fundada por el teólogo Abu al-Hasan al-Ash’arite (873 – 935). Otros teólogos se llamaban *maturidis*, por ser seguidores de Abu Mansur al-Maturidi, (853 – 944), eran sunnitas y partidarios de la ortodoxia musulmana, por lo que consideraban que debían seguirse al pie de la letra las disposiciones del Corán.

El teólogo Wasil-ibn-Ata (700 – 748), a raíz de una discusión sobre si un musulmán que comete el mayor de sus pecados invalida su religión³ inició una escuela teológica, la Mutazelita⁴, que trató de interpretar la doctrina islámica sobre la base de un estricto racionalismo. Posteriormente, esta escuela fue severamente criticada por los teólogos de las otras dos escuelas mencionadas.

A partir de siglo IX, con la llegada al poder del Califa de Bagdad Abd - Allah Al-Mamun (786 – 833), se inició una época de esplendor intelectual que duraría varios siglos. Durante su Califato,

³ Consideraba que el ser humano está obligado por el fatalismo a cumplir los designios de Dios; por lo que, al cometer el mayor de sus pecados, estaba cumpliendo un mandato divino, lo que lo convertía en un buen musulmán.

⁴ Que significa “los separados”.

creó en Bagdad la Casa de la Sabiduría (*Bait al hikmá*) en la que había una Academia de Ciencias y Teología y una enorme biblioteca. Allí se tradujeron los textos de los filósofos griegos al árabe, al siríaco y al persa, con lo cual se fueron popularizando y la Kalâm, al incursionar tanto en la Teología como en la Filosofía comenzó a llamarse también *Falsafa* (Filosofía).

Debido a la carencia de textos originales —o, al menos de copias fiables— resultó bastante complicado establecer cómo llegaron las ideas de los filósofos griegos —especialmente las de Aristóteles y las de Demócrito— a ser incorporadas por distintas escuelas tanto a sus ideas filosóficas como a sus argumentos religiosos.

4.3. ¿Cómo llegaron las ideas griegas al mundo musulmán?

Gracias a los trabajos de August Schmölders⁵ (1809 – 1880), Ernest Renan⁶ (1823 – 1892), Salomón Munck⁷ (1803 – 1867), Léopold Mabilleau⁸ (1859 – 1941) y los descubrimientos de Marcelin Berthelot (1827 – 1907) sobre la continuidad de las doctrinas alquímicas⁹, se pudo establecer como llegó el atomismo al mundo musulmán y por qué los eruditos de la *mutakalamin* lo incorporaron a sus doctrinas religiosas.

Los árabes conocieron la filosofía griega por los sirios que estaban en contacto con los comentaristas de Alejandría. Entre Teofrasto y Alejandro de Afrodisia, entre éste y la escuela nestoriana de Edesa, la escuela de Nísibis y la Academia de Gandisapor, entre estos últimos y Abu Yusuf Yaquub ibn Ishaq al-Kindi, no hubo, por así decirlo, una solución de continuidad. "Fue por la iniciación de los árabes en la especulación helénica —dijo Renan¹⁰— que los sirios merecen un lugar en la historia del espíritu humano. Se puede decir sin exagerar que esta iniciación fue, exclusivamente, obra de ellos ...” La ciencia árabe fue, durante mucho tiempo, privilegio de unas pocas familias sirias y cristianas, Beni-Serapión, Béni Mesue, Baktischouïdes, y la familia de Hunain Ibn Isaac (810 – 877), establecidas casi todas como servidores de los califas de la dinastía persa (los Abasíes, especialmente Al-Mamun). Ellas llevaron a cabo el inmenso trabajo de traducir al árabe la casi totalidad de los escritos disponibles sobre la ciencia y la filosofía griegas. Como se mencionó, la mayoría de estas traducciones fueron hechas a través de idioma siríaco y, a menudo, el mismo traductor realizaba las dos versiones, siríaco y árabe. Así, la escuela de Hunain traducía todo el cuerpo del peripatetismo a ambos idiomas. Más tarde, en el siglo X, cuando por las controversias teóricas se hizo necesario repetir las traducciones de Aristóteles al árabe, fueron todavía dos sirios, Abu Baschar-Mata y Jahya-Ben-Adi los que estuvieron a la cabeza de ese trabajo¹¹

⁵ Schmölders, A., (1842): *Essai sur les Ecoles philosophiques chez les Arabes*, Firmin Didot, Frères, Paris.

⁶ Renan E., (1852): *Averroès et l'Averroïsme: essai historique*, Auguste Durand, Libraire, Paris.

⁷ Munck, S., "Arabes" en *Dictionnaire des Sciences Philosophiques*, 2a. ed. 1875. Vol. 1. pp. 82 – 87.

⁸ Mabilleau, L., (1895): *Histoire de la philosophie atomistique*, Félix Alcan, Editeur, Paris.

⁹ Berthelot, M., (1887): *Collection des anciens alchimistes grecs*, Georges Steinheil, Editeur, Paris.

¹⁰ Artículo « Syriens » en el *Dict. des sc. phil.*

¹¹ Para un detalle de las traducciones árabes hechas sobre textos siríacos, ver Munck (artículo "Árabes" en el *le Dict. des sc. Phil*) Allí encontramos la lista las principales adquisiciones de la cultura musulmana del siglo IX al siglo XIII.

Tal es el primer origen del conjunto de ideas que sirvieron de base para la especulación entre los árabes. Los sirios, se interesaron en la filosofía griega, desde el siglo VI y la transmitieron tal cual al árabe. Esto se debió a que, en el 529, un decreto del Emperador Justiniano, ordenó cerrar la Escuela de Alejandría. Buena parte de los eruditos de Alejandría, migraron a Siria y otros hacia Persia. Así se produjo la conexión de la filosofía griega con las ideas de los eruditos sirios y a fines del siglo VIII se conectaron los estudiosos sirios con los adherentes de la Kalâm. En la opinión de Renan, en ese pasaje no hubo mayores aditamentos o modificaciones, “solo hubo transmisión y aceptación de un sistema ya consagrado”¹².

Las investigaciones de Berthelot sobre los orígenes de la Alquimia lo llevaron a descubrir otra fuente de ideas griegas que fueron tomadas por los árabes¹³. Ya en nuestra era y durante varios siglos, en Egipto existió una escuela que, a través de Bolos de Mendes, Zósimo, Pétesis, Ostanos de Alejandría y otros, conservó toda la tradición de Demócrito, sin alterar¹⁴. Esas ideas llegarían a los académicos musulmanes en los siglos VIII y IX complementando las concepciones platónicas, aristotélicas, pitagóricas y neoplatónicas que les llegaron desde Alejandría. Prueba de ello son las referencias a la obra de Demócrito que aparecen en el *Kitab-al-Fihrist*¹⁵.

Si bien, entre los árabes, las obras de Aristóteles fueron las más leídas y comentadas, hay innumerables testimonios que discutían sobre otros filósofos griegos. Schmölders comenta las exposiciones que hizo Al Shahrastani, sobre Tales, Anaxímenes, Heráclito, Empédocles, y otros¹⁶.

Otra fuente importante de la filosofía musulmana han sido las teorías hindúes. Especialmente el atomismo de Kanada. Este atomismo llegó al Asia árabe a través de Persia y fue adoptado por buena parte de los teólogos a pesar de incluir conceptos como la eternidad de los átomos o la existencia del vacío, algo que la Iglesia cristiana rechazó de plano.

El monoteísmo islámico, deriva de dos monoteísmos, el judío y el cristiano, pero es muchísimo más rígido en sus directivas que los que le dieron origen. En su doctrina se destacan dos ideas principales: Dios y la Creación.

En el Islam, Dios no es una entidad abstracta, un principio trascendente aislado en el mundo, como para Pitágoras y Platón, ni un motor simple o eficiente como para Anaxágoras o final como para Aristóteles: es un ser vivo, infinito y todopoderoso, que gobierna el mundo y al hombre.

El mundo y el hombre fueron creados por Dios *de la nada*, porque el primer cuidado que tuvo el monoteísmo árabe, al igual que el monoteísmo judío y el cristiano, es romper con el famoso axioma: "*ex nihilo nihil*".¹⁷ De esta manera, el Islam vino a poner fin a cualquier duda y argumento mediante la vinculación de todo ser a un principio. De ello, surgen dos consecuencias igualmente inevitables: la negación de la libertad humana, y la creencia en la predestinación.

¹² Renan, *loc. cit.*, y en Averroès, p. 93.

¹³ *Alchimistes grecs*, p. 234 (Les origines de l'alchimie)

¹⁴ Ver el artículo de M. Berthelot sobre Pseudo Demócrito, (*Journal des Savants*, 1886.)

¹⁵ Un catálogo de obras científicas recopilado por Muhammad Ibn-Ishaq-Àl-Nadim, durante el siglo X.

¹⁶ Schmölders, *Essai ...*, “*Manuscritos árabes*” p. 97.

¹⁷ Nada surge de la nada.

Debemos mencionar que, "apenas el profeta murió se produjeron un sinnúmero de conflictos relativos a la predestinación¹⁸: había hombres que no concebían que el bien y el mal pudieran derivarse de Dios ..."

La primera herejía fue la de los *Kadritas*¹⁹ o partidarios del libre albedrío, que se oponían a los *Djabaritas*²⁰ que eran fatalistas absolutos y de quienes se separaron. Los *Kadritas* también se alejaron de la ortodoxia, al querer asignarle al Creador los atributos de una criatura; mientras que los *Cifalitas*²¹ estuvieron en contra de la idea de un Dios abstracto y volvieron al antropomorfismo más grosero²².

La enumeración de estas diferentes sectas es suficiente para demostrar que incluso antes de la llegada de los abasíes, los árabes ya incursionaban en discusiones teológicas y filosóficas. Es plausible que hayan recibido a los sistemas extranjeros para usar algunas de sus concepciones en la defensa de sus propias convicciones.

Todo ese cuerpo de discusiones teológicas, todas las especulaciones donde la creencia y la razón trataban de equilibrarse para imponer con argumentos racionales las convicciones propias a quien pensaba distinto, fue llamado Kalâm, cuyo significado, variado y muy amplio, es casi el de Λογος²³. Es por eso, que la palabra *Mutakalam*²⁴, designa al teólogo dogmático, escolástico, cuya misión es la de estudiar y exponer el dogma. Esta palabra tomó luego un sentido más restringido, aunque quedó una cierta concordancia con el primer significado. Se usó *Mutakalemim* para designar a aquellas personas que desarrollaban y defendían la religión frente a los ataques desde el exterior.

En tanto las discusiones entre los eruditos se limitaban a interpretar o corregir en tal o cual sentido los principios del Corán, estrictamente hablando, eso no era "filosofía".

Pero en los siglos VIII y IX empezaron a surgir tendencias disidentes en las distintas escuelas y, como resultado, se empezaron a producir cambios sociales importantes.

La llegada al poder de los califas abasíes, especialmente al-Mamun, produjo un cierto renacimiento del espíritu libre y de la cultura independiente enfrentado a la tiranía del Corán. En Bagdad, al-Mamun incorporó a estudiosos sirios y judíos; la filosofía griega penetró repentinamente en el mundo musulmán, y la ortodoxia misma pronto fue obligada a tenerlo en cuenta.

Con plena libertad para discutir en la Academia de Bagdad, se fue gestando un "frente de filósofos" propiamente dicho, los que abandonaron a Mahoma por Aristóteles, formando una escuela de

¹⁸ Schmoelders, p. 192.

¹⁹ De *kadr*, poder.

²⁰ De *djabar*, sometimiento.

²¹ De *cifât*, atributo.

²² Sobre todas esas sectas, ver Schmoelders, p. 192; Munck (*loc. cit.*) et Renan, p. 101 y siguientes. Las tres exposiciones coinciden en sus partes esenciales.

²³ Ver Renan, p. 105; Schmoelders, p. 138; Munck, *Mélangée*, p. 320.

²⁴ En plural, *Mutakalemin*. En la traducción de Brückner significa "elocuentes". La palabra *θεόλογος* empleada por Aristóteles (*Met.*, XII, 6) la usó Averroes como "Mutakalemim", que, aproximadamente, significa "gente de la escuela Kalâm"

teología racionalista y liberal, similar al protestantismo²⁵, Sus principales referentes eran los seguidores de Wasil ibn Ata, es decir, los Mutazelites.

Los mutazelites, no renegaron de la idea de Dios y su relación con el mundo tal como lo establece el Corán. Pero afirmaron que "todo el conocimiento necesario para la salvación es responsabilidad de la razón y que uno puede adquirirlo por sus propias luces."²⁶ Rectificaron la concepción musulmana de la divinidad, excluyendo de ella cualquier antropomorfismo y le devolvieron al hombre la intuición de sus acciones, en el nombre de la "justicia de Dios"

El mutazelismo reunió inicialmente a pensadores moderados, buscando combinar la cultura con la tradición religiosa, pero poco a poco fue virando hacia una "filosofía" propiamente dicha, utilizando una especulación puramente racional basada sobre las doctrinas griegas recientemente introducidas. No era que se tratase realmente de discutir los "atributos" de Dios, sino que se lo consideraba como un ser concreto, distinto del mundo, así como de las entidades metafísicas. Se discutió el dogma de su propia creación así como el de la supremacía divina: Filósofos como Al-Kindi²⁷, Al-Farabi²⁸, Ibn Sina²⁹ (Avicena) expusieron sus ideas casi sin intervalos y amenazaron al Islam en sus fundamentos. La reacción contra el Aristotelismo que sacaba al Corán del centro de la Teología, se llevó a cabo por la Mutakalam.

La Mutakalam se fue transformando lentamente de acuerdo con las circunstancias en que le tocaba argumentar contra los Mutazelites o contra los filósofos. Para rebatir los argumentos de los Mutazelites, adoptaron el atomismo (*jawahir wa a'rad*).

Una cuestión fue ¿De donde tomó la Mutakalam, la concepción atomista? Y ¿por qué? Si bien podría considerarse como una táctica adoptada para rebatir los argumentos de los Mutazelites, no podría ser un argumento adecuado para debatir contra los disidentes y los herejes del Islam. La oposición a Aristóteles no podía conducir necesariamente a teólogos espiritualistas como los Mutakalemim a adoptar, de golpe y por despecho, la filosofía más estrictamente materialista que se haya propuesto nunca, para la cual sólo hay átomos y vacío.

Una de las explicaciones que se han propuesto es que para adoptar el atomismo, la Mutakalam no tuvo en cuenta los antecedentes que provenían de Grecia, de Siria o de Egipto sino que la idea atomista *tuvo que entrar en Arabia bastante antes que la filosofía griega*. En el siglo X, Saadia

²⁵ Esta analogía relativa al rol que jugó una parte y otra, es sorprendente, y fue así indicada por todos los historiadores, Munck, Schmoelders, Renan, y otros. Renán dijo: «un protestantisme nuance Schleiermacher».

²⁶ **Baron Sivestre De Sacy, (1838):** *Exposé de la religion des Druses*, Potelet, Paris. (Introd., p. 37.)

²⁷ Abu Yousuf Yakub ibn Ishaq al- Kindi (801 – 873). Fue uno de los grandes sabios musulmanes. Trabajó en astronomía, cosmología y astrología, en filosofía, en química, física y matemáticas, en meteorología, en medicina y en música.

²⁸ Muhammad ibn Muhammad ibn Tarjan ibn Uzalag al-Farabi (872 – 950). Fue traductor y comentarista de los textos de Platón y de Aristóteles.

²⁹ Abu Alī al-Husayn ibn Abd Allāh ibn Sina (980 – 1037). Conocido como "El Aristóteles árabe", descolló como filósofo y político pero, por sobre todo, como médico. Su "*Canon de Medicina*" continuó usándose en las universidades europeas hasta bien avanzado el siglo XVII.

Gaon³⁰, habló de las teorías atomistas no como una novedad peligrosa, sino como una larga tradición y había que evitar que degenerara. Además de que el atomismo griego y el africano habían sido desplazado por el cristianismo, el atomismo proveniente de Egipto se desnaturalizaba a sí mismo, debido a que sus practicantes se dedicaban a la Alquimia (si los átomos son eternos, inmutables, indestructibles e increables ¿Como se puede transformar a los átomos de hierro para que se vuelvan de oro?)

En cambio, en la India, la doctrina corpuscular estaba afirmada desde hacía más de quince siglos. Varias sectas principales, incluida la de los Baudhas o budistas, la habían tomado de los Nyayas y los Vaîshikas. A lo largo de los siglos, esas sectas habían desarrollado argumentos consistentes para sostener el atomismo y, por lo visto, en la India el atomismo “funcionaba”. Esta teoría era conocida por los persas quienes, a su vez, la habrían transmitido a los árabes.

La Kalâm fue principalmente una escuela religiosa, y fue para combatir mejor a los filósofos que se agregó una filosofía. Es inútil buscar otra razón de las incoherencias y debilidades que vamos a exponer.

4.4. Doctrina atomística de los Mutakalemim

Si los Mutakalemim hubiesen utilizado al atomismo únicamente como argumento en sus controversias con el Hilomorfismo (*surah wa madah*), la teoría acerca de la materia y la forma que teólogos musulmanes adaptaron del aristotelismo, se habrían limitado a elegir entre las opiniones de los filósofos antiguos *sólo lo que creían que les podría ser útil*³¹, o tal vez a "modificar y cambiar el peripatetismo allí donde lo consideraban necesario, manteniendo el resto"³², su doctrina sería híbrida, cambiante, según las controversias y carente de franqueza y de nitidez. Por el contrario, no hubo nada más claro, más resuelto, que el punto de partida de su Física, y la uniformidad e identificación absoluta de todos los Mutakalemim con el principio que sería fundamental para ellos, y que sería una prueba de que se trataba de una adquisición extranjera, hecha de una sola vez y sin objeciones³³. Dos palabras resumen esta Física: *átomos y vacío*.

Si sólo se toma en cuenta este principio, el sistema adoptado por los Mutakalemim parecería idéntico al de Demócrito. Un análisis más profundo, permite establecer muchas diferencias entre ellos.

³⁰ Saadia ben Josef al Fayumi (892 – 942) fue un rabino y filósofo judío que intentó incorporar algunos conceptos de la filosofía griega a la Teología judía.

³¹ **Maimónides**. *Le Guide des égarés, de théologie et de Philosophie*, (Trad. de S. Munck.) 2 Vols., Otto Zeller, Osnabrück, (1855 – 1866), T. I., p. 341. El libro original estaba escrito en árabe. Poco antes de su muerte, Maimónides alcanzó a corregir su traducción al hebreo, cuyo título es *Moré nebujim*.

³² Schmolders, *Essai*, p. 134.

³³ Esto sería imposible si la doctrina se hubiese derivado de la tradición griega, no sólo porque no tenían a su disposición las obras originales de Demócrito, sino porque tendrían que haberlas recibido con todos los cambios introducidos por los comentaristas sirios, *quienes no le dejaron su integridad a ningún sistema*.

Rabi Moshe ben Maimun, (1135 – 1204) cuyo nombre helenizado es Maimónides, describió con gran detalle la filosofía atomista de los Mutakalemim. Hemos tomado su descripción de la traducción al francés de su libro *Le guide des égarés*, hecha por uno de los más grandes orientalistas del siglo XIX, Salomón Munk. No obstante, debemos aclarar que habiendo sido Maimónides un teólogo y filósofo judío, algunas de sus interpretaciones pueden tener un tinte controversial.

La teoría aceptada por la Mutakalam, quedó expresada mediante doce proposiciones.

La primera proposición de la Mutakalam³⁴ afirma la existencia de la sustancia simple, es decir, el átomo. "Todo el Universo, es decir, cada uno de los cuerpos que contiene, está compuesto por partículas muy pequeñas. Cada una de esas partículas carece de cantidad (dimensiones detectables) pero cuando ellas son reunidas unas con otras, ese conjunto tiene cantidad y es ahora un cuerpo... Todas esas partículas son parecidas e idénticas unas con otras y no hay entre ellas ninguna especie de diferencia. No es posible que exista algún cuerpo que se componga de tales partículas mediante su *yuxtaposición*³⁵; por lo que el *nacimiento*, es la reunión y la *destrucción*, es la separación."

La explicación no se refiere solamente a los cuerpos, sino que se extiende a todas las sustancias en general; el alma no es una excepción.

"Sobre el alma, dice Maimónides³⁶, las opiniones de los Mutakalemim están divididas: de acuerdo con la opinión predominante, *es un accidente existente en uno solo de todos los átomos*. En el hombre, por ejemplo, forma un compuesto, y al unirse se llama *animado*, y es porque este átomo es una parte. Hay quienes dicen que el alma es un cuerpo compuesto de átomos sutiles, átomos que, sin duda, resultan de un cierto accidente que les es particular y por el cual se convierten en un alma; y estos átomos, dicen, se mezclan con los átomos del cuerpo; Por lo tanto, ellos no renuncian a ver en el átomo un accidente. "

"No es que la Razón tenga a los átomos por sustrato ni es, en el fondo, una manera de ser. En cuanto a la *inteligencia*³⁷, estoy de acuerdo con la idea común de que *ella es un accidente (existente) en uno de los átomos del conjunto inteligente*"

Vemos que Maimónides manifiesta la existencia de un doble origen del atomismo árabe: los que dicen "que el alma es un cuerpo compuesto de átomos sutiles siguen, evidentemente, a Demócrito. En cambio, los que "hacen residir el alma en un solo átomo", siguen a los filósofos vaïshikas, cuya teoría ya analizamos cuando tratamos el atomismo hindú según la escuela de Kanada.

Pero, por una opinión o la otra, el principio fundamental adoptado por la Mutakalam está perfectamente determinado y no presenta ninguna relación con el peripatetismo bajo cualquiera de las formas que los comentaristas alejandrinos o sirios le podría haber dado.

³⁴ Por todas las teorías extraídas de Moré Nebujim, debemos rendir un homenaje de gratitud a Ad. Franck, cuyos informes en su *Philosophie et religion*, nos fue particularmente importante para descubrir sus sentidos ya que la confusión del texto hizo valiosa su ayuda.

³⁵ Nota de Munk: "Es decir, los átomos se unen los unos a los otros, pero no forman así una mezcla, sino que siendo indivisibles no son susceptible de unirse por fusión". (p. 378).

³⁶ Página 387.

³⁷ Página 388.

La segunda proposición es la afirmación de la existencia del vacío. “Ellos también creen que existe el vacío, es decir (que hay) uno o muchos espacios donde no hay absolutamente nada, que están vacíos de todo cuerpo y privados de toda sustancia. Esta proposición se hace necesaria para ellos tan pronto como aceptan la primera propuesta. En efecto, si el Universo estuviese lleno de esas partículas ¿Cómo podría moverse lo que se mueve? Ya que no se puede imaginar que los cuerpos entren unos en otros y esas partículas sólo se pueden reunir o separar mediante el movimiento.”

La tercera proposición dice: “que el tiempo está compuesto de instantes”. Es decir, que se compone de números pequeños tiempos que, a causa de su corta duración no dejan puntos de división. Esta proposición es igualmente necesaria debido a causa de la primera propuesta; ya que, probablemente, habrán visto las demostraciones por las cuales Aristóteles puso de manifiesto que la extensión, el tiempo y el movimiento local son tres cosas correspondientes en el ser [es decir, que están entre ellas en una sola relación mutua, y que cuando una de estas cosas se divide, otra también se divide en la misma proporción]. Ellos se vieron obligados a reconocer que, si el tiempo es continuo y susceptible de división hasta el infinito, se deduce que una partícula que hayan considerado indivisible es, necesariamente, divisible y, análogamente, si aceptaran que la extensión es continua, se verían forzados a admitir la divisibilidad del instante del tiempo que asumieron como indivisible, tal como Aristóteles lo explicó en su Física. Es por eso que postulan que la extensión no es continua, sino que consiste en pequeñas parcelas en las cuales la divisibilidad se detiene y al mismo tiempo da lugar a considerar momentos en los que no admiten la división.”

La cuarta proposición dice que los accidentes (cualidades) existen y son ideas añadidas a la idea de sustancia y que no hay cuerpo que esté enteramente exento de ellos. "Si esta proposición se mantuvo confinada dentro de estos términos, sería una propuesta verdadera, clara y evidente, que contendría nada dudoso u oscuro. Pero ellos dicen que si una sustancia (simple) no tiene ningún accidente en la vida, lo tendrá en la muerte.

Ante la pregunta ¿Por qué desde el punto de vista teórico y no el histórico, los Mutakalemin adherieron a este sistema? La explicación de Maimónides, consistió en afirmar que ellos sólo buscaban "cómo debe existir el ser para servir como prueba de la verdad de sus opiniones"³⁸ Renan intentó explicarlo desde el punto de vista práctico diciendo que "el atomismo era recomendable porque le daba un falso aire de claridad a la gente vulgar"³⁹. La respuesta a la pregunta anterior, quizás surja de comparar si el atomismo resultaba una propuesta mejor que otra para los teólogos del Islam.

¿Qué buscaba un teólogo árabe? Pues probar que Dios es el único principio, el único autor de todas las cosas. Pero si Dios está ocupado permanentemente en hacer que todos los entes del Universo funcionen armoniosamente, entonces está “obligado” constantemente a realizar una tarea. Por lo que la manera en que no tenga impuesta esa tarea, se logra reduciendo al máximo la parte material asociada con el plan divino de la Creación del Universo.

Esta idea es completamente opuesta a lo que sostuvo Aristóteles, quien colocó al dualismo en la base de todos los hechos, admitiendo la necesidad de una cooperación inicial de la materia con la

³⁸ *Guide des égarés*, t. 1, p. 344

³⁹ *Averroès*, p. 107.

Inteligencia suprema, para producir el Cosmos. La magnitud de esta cooperación fue sensiblemente aumentada por los peripatéticos posteriores, especialmente por Alejandro de Afrodisia —el más importante comentarista de la obra de Aristóteles— quien llegó a considerar que la materia es el verdadero principio del ser.

En resumen, Dios creó la materia y desde la Creación le impuso las normas que regulan su funcionamiento de modo de no tener que ocuparse que el Sol salga todos los días por el Este y se ponga por el Oeste. De este modo la Naturaleza tiene una existencia independiente de Dios y la actividad que desarrolla está regulada desde su origen. Así considerado, el atomismo no implica ninguna herejía. Reducida a corpúsculos inertes, que no pueden diferenciarse o asociarse sino por una intervención externa, la materia, conserva su sustancialidad (que ella toma de un acto creador que se renueva en cualquier momento), pierde toda su espontaneidad, su autonomía, su “suficiencia”, su *αὐτάρχεια*, como decían los griegos.

Todo lo que se forma es el resultado de una combinación cuyo cumplimiento requiere que se den las condiciones impuestas inicialmente por Dios y subsiste en tanto las reglas a la que está sujeto así lo establezcan.

Los Mutakalemim se convirtieron así, en fieles seguidores de una doctrina arribada de la tradición india y que la cierta filosofía griega les presentó bajo otra forma, doctrina a la cual atacaron los peripatéticos, enemigos del Islam.

También entendieron perfectamente las condiciones de la teoría: debido a su pequeño tamaño, el átomo no es un objeto de percepción. Ellos admitieron, como Demócrito y Kanada, que esta concepción es de origen racional, "Hay tres fuentes⁴⁰ de las que obtenemos nuestro conocimiento: los sentidos, el entendimiento y la revelación... los sentidos solos no perciben más que la materia⁴¹ sin entender las leyes a las que está sujeta⁴² ... no hay que olvidar que la razón está por encima de los sentidos y que ella es la que juzga y las percepciones sensoriales dejan de ser válidos cuando la razón se les opone. . . Siempre hay cosas que escapan a los sentidos, a causa de la debilidad de éstos".

Por lo tanto, las características esenciales de los átomos, se deducen de la razón y no de la experiencia. La primera es su indivisibilidad. Cuando Maimónides escribe: "Ellos argumentaron que todo el universo está compuesto por partículas muy pequeñas que, debido a su sutileza, no se pueden dividir⁴³" y esto parece indicar que esa característica no fue cuestionada. Sin embargo, Schmölders mostró que en eso hubo un cuestionamiento y un debate. Según él, existieron⁴⁴, otras opiniones sobre los cuerpos simples. La parte más dogmática de la Mutakalemim suponía que los cuerpos simples consisten en pequeñas partículas que no pueden someterse a ninguna división adicional, pero como cada cuerpo puede tener una forma dada, el número de estas partículas si bien debe ser grande es finito." En cambio, Ibrahim Ibn Sayar al-Nizam⁴⁵ parece haber querido conciliar los dos sistemas,

⁴⁰ Citado por Schmölders, p. 140 y siguientes.

⁴¹ Aquí se debe entender como *sustancias materiales compuestas*.

⁴² Es decir, que rigen la *composición atómica*.

⁴³ T. I, p. 377.

⁴⁴ *Essai*, p. 175.

⁴⁵ Doctor de la escuela Motazelita, vinculado a la Kalâm. Vivió en el siglo IX d.C.

admitiendo la realidad de los átomos, pero afirmando que, en cada cuerpo, el número es infinito. Lo que debe descartarse porque lo infinitamente pequeño puede ser admitido como posible, pero no es real.

En cuanto a la identidad de las partículas, la Mutakalam admitió la identidad de los átomos, "Todas esas partículas son parecidas e idénticas unas con otras y no hay entre ellas ninguna especie de diferencia", escribió Maimónides. Es justo añadir que esta identidad es sólo negativa, debido a que estos átomos carecen absolutamente de alguna determinación que pueda constituir su esencia: ni el peso, ni la forma ni la extensión.

En uno de los pasajes de *Moré nebujim*,⁴⁶ Maimónides describe la manera en que la Mutakalam "explicaba" la formación de un cuerpo: "Cada una de estas parcelas carece absolutamente de cantidad, pero cuando se unen unas con otras, este conjunto tiene una cantidad y entonces es un cuerpo. En la opinión de algunos, cuando dos de estas partículas se reúnen, cada una de ellas se convierte en un cuerpo, por lo que se forman dos cuerpos."

Parece imposible explicar cómo los átomos que no tienen dimensiones, al componerse, pueden formar un cuerpo extenso⁴⁷. Es de suponer que Demócrito se hubiese negado a dar esa explicación. Además, si los átomos carecen de dimensiones, formas, peso, y otras cualidades distintivas ¿Merecen ser llamados *sustancia*? Una de las características de las sustancias es su duración, es decir, la continuidad en el tiempo. Sobre esa base, el átomo de la Mutakalam no merece ese nombre, ya que el tiempo se divide, como el espacio, en fracciones indivisibles que llamamos instantes; cada átomo creado "dura" un instante y, si persiste, debe ser por renovación del acto creador. En el Vaisheshika, Kanada afirmó: 1º El primer elemento que constituye la materia carece de extensión y es imperceptible; 2º. Dos elementos de este orden forman el fenómeno de tener aspecto, una extensión simple; 3º. Para hacer un sólido, se necesitan tres átomos determinantes de las dimensiones.

En toda la filosofía griega, no vamos a encontrar alguna propuesta que pueda ser interpretada en este sentido. En todas partes, en Aristóteles como en Demócrito, en Platón, como en Epicuro, la extensión se consideró un atributo inseparable de la materia; todos los atomistas de la Antigüedad y de Alejandría lo reconocieron como tal. Esto es un indicio más de que no hubo gran vinculación de los Mutakalemim con la tradición helénica. Más bien, corrobora la influencia del atomismo hindú.

La quinta proposición de la Mutakalam dice: "En los átomos es donde residen los accidentes de los que son inseparables". La explicación y el sentido que da Maimónides de esta proposición es la siguiente: "Ellos dicen que cada uno de esos átomos que Dios creó tiene los accidentes de los que son inseparables como, por ejemplo, el color y el olor, el movimiento y el reposo, excepto la cantidad (dimensiones), ya que un átomo carece de cantidad y, en efecto, no se llama accidente a la cantidad, ... , algunos piensan que se puede decir que los accidentes existentes en un cuerpo cualquiera, serán propios del conjunto. Al contrario, según ellos, ese accidente existe en cada uno de los átomos que forman a ese cuerpo. En un montículo de nieve, por ejemplo, la blancura no existe sólo

⁴⁶ Maimónides, p. 377.

⁴⁷ Cf. Munck, nota sobre el *Moré Nebujim*, t. I, p. 377.

en el conjunto, sino que cada uno de los átomos de esa nieve es blanco, y esta es la razón por la que la blancura se encuentra en el todo.”

“En relación al movimiento de un cuerpo, ellos sostienen que son todos y cada uno de sus átomos los que se mueven, y por eso es que todo el conjunto se mueve. Según ellos, también existe la vida en cada átomo del cuerpo vivo, e incluso para ellos, en lo que hace a la sensibilidad, cada átomo en este conjunto está dotado de sensibilidad ... Pero se les objetó que los metales y las piedras, en la mayoría de los casos, están dotados de colores intensos que, sin embargo, se van tan pronto como se los reduce a polvo ... y, lo que es aún más evidente, que al cortar partes de seres vivos, esas partes no están vivas ... La respuesta que dieron fue que el accidente no tiene duración... ”

En otras palabras, los Mutakalemim admitían como sustancias sólo a los átomos, y consideraban a todos los cuerpos compuestos como accidentes que tomaban un aspecto especial a causa de la debilidad de nuestros sentidos, que sólo pueden distinguir a la masa.

Por lo tanto, por estas tres razones, la teoría de la sustancialidad parece fuera de discusión y llevaría a creer que los árabes solamente siguieron el rastro de los griegos. Pero a medida que profundiza más en el examen del sistema, las palabras y las cosas llevan a un significado completamente diferente.

La sexta proposición dice: “El accidente no dura más de dos tiempos”. Al no poder subsistir más de dos instantes, el accidente debe ser recreado continuamente. De esta manera se justifican los cambios en los cuerpos. Si por algún motivo un accidente no se reproduce, el cuerpo deja de existir como lo que era hasta ese instante.

No sólo los accidentes no están ligados a las sustancias, sino que no están ligados entre sí. Ninguna relación fija y necesaria los conecta⁴⁸ *"No podemos admitir que tal sustancia posee ciertos accidentes que le son particulares y mediante los cuales ellas están dispuestas y preparadas para recibir accidentes secundarios; porque de acuerdo a los Mutakalemim, un accidente no puede sostener a otro accidente. "*

La séptima proposición establece que “La privación de las capacidades son cosas reales existentes en los cuerpos y añadidas a esa sustancia. Que son accidentes que tienen, igualmente, una existencia real y, en consecuencia son continuamente recreados de modo que, cuando uno se elimina otro se crea”. Maimónides da la explicación: “Ellos no creen que el reposo sea una privación del movimiento, ni que la muerte sea una privación de la vida, ni que la ceguera sea una privación de la vista ni que haya similares privaciones de las capacidades”. Según ellos, la carencia de un accidente es también un accidente que, como tiene una duración de dos instantes, debe recrearse continuamente.

La octava proposición dice que “toda sustancia tiene accidentes y que las formas son también accidentes” Es decir, para la Mutakalam, no existe nada más que sustancia y accidente, y la forma física de las cosas corresponde a la clase de sus accidentes. Todos los cuerpos están formados por

⁴⁸ *Maim.*, t. I, p. 406.

átomos iguales —tal como sostiene la primera proposición— y sólo se diferencian por sus accidentes. Por lo tanto, según ellos, la cualidad de animal, de hombre, la sensibilidad, la razón, etc., son accidentes al igual que la blancura, la negrura, la amargura o la dulzura; de modo que los individuos de especies diferentes, no difieren entre si como no difieren entre si los de una misma especie. En consecuencia, la Mutakalam ellos ven en los cuerpos del cielo lo mismos que en los ángeles y en el pretendido trono celeste la misma sustancia que en cualquier insecto terrestre o en una planta cualquiera; todas esas cosas no difieren entre ellas más que en sus accidentes y todas tienen por sustancia a los átomos”.⁴⁹

Para los Mutakalemim, la presencia de accidentes específicos de cada átomo no determina la adición de nuevos accidentes: en el caso del color verde de la esmeralda, que desaparece tan pronto como la piedra se reduce a polvo, o en el caso del cuerpo vivo que pierde la vida si se lo parte, ellos no admiten, que el accidente "color" o el accidente "vida" implica a todos y no a las partes separadas.

Si los accidentes no suceden necesariamente, ni se pueden controlar, entonces desaparece la *causalidad*. Esta es la destrucción completa del determinismo mecánico organizado por Demócrito. Si ciertos hechos siguen de otros, sólo se lo puede imputar a la intervención divina. De ahí se deduce que la causalidad desaparece con la sustancialidad. Su religiosidad los lleva a sostener que si hubo un cambio en una cualidad sin que haya una causa que lo provocó, ese cambio se debe a la voluntad de Dios y lo ejemplifican diciendo que “cuando un hombre mueve una pluma, no es el hombre quien la mueve; porque este movimiento que nace en la pluma es un accidente que Dios ha creado. Del mismo modo, esto lo aplican para el movimiento de la mano... para ellos la mano no tiene alguna influencia o alguna causalidad en el movimiento de la pluma⁵⁰ ... No hay absolutamente ningún cuerpo que ejerza una acción: la última causa eficiente no es otra que Dios... en definitiva, en ningún caso, podemos decir: tal cosa es la causa de tal otra; esta es la opinión de la gran mayoría de los Mutakalemim⁵¹.”

La novena proposición dice que “ningún accidente puede constituirse en sustrato de otro”. Los Mutakalemim, sostenían que los accidentes están relacionados con la sustancia y no entre sí. Con esto querían evitar el tener que admitir que un accidente puede ser consecuencia de otro, pero lo justificaban diciendo que la sustancia puede existir durante un tiempo finito, pero ¿Cómo un accidente puede ser sustrato de otro si su existencia no dura más que dos instantes?

La décima proposición, establece que “la posibilidad de existencia de un objeto imaginado no depende de su conformidad a las leyes de la naturaleza. Esto se conoció como *teoría de la admisibilidad*. Maimónides lo interpretó como *Todo lo que es imaginable es también admisible por la razón*⁵² y dio como ejemplos de admisibilidad que ... “podría haber un ser humano del tamaño de una

⁴⁹ *Idem.*, t. I. pp. 398 – 399.

⁵⁰ *Maimónides.*, t.1, p. 393.

⁵¹ *Ibid.*, p. 395. La única excepción a esto, viene de los Ascharitas y concierne a la voluntad humana.

⁵² *Ibid.*, p. 400.

gran montaña, con múltiples cabezas y flotando en el aire; o bien, un elefante del tamaño de un mosquito y una mosca del tamaño de un elefante...”⁵³

Es fácil de entender que si la Mutakalam estableciera como principios algunos de esos casos, sus seguidores sólo reconocerían como admisibles aquellos que fueran consistentes con la realidad, tales como muestra la experiencia.

La Mutakalam dijo que este método de la "admisibilidad" de posibilidades es aplicable a todo el Universo, aunque sin preguntarse si la realidad confirma sus presunciones. Lo justificaban diciendo que una cosa existe con ciertas formas, dimensiones y propiedades constantes, solamente porque sigue la tendencia del hábito, a la manera como un rey cabalga por las calles de la ciudad, y nunca se le ve transitar por ellas de otra manera, aunque no haya razón alguna para que no pudiera andar a pie. Sin duda que podría hacerlo, y el intelecto admite plenamente esta posibilidad.

Sin embargo, aceptaron la existencia de ciertas imposibilidades: que la sustancia exista sin accidente o el accidente sin sustancia, que el accidente llegara a ser sustancia, o la sustancia accidente, porque la razón las rechazaría por imposibles.

Más allá de las críticas que despertaron los comentarios de Maimónides, resulta evidente que los Mutakalemim consideraron posible todo lo imaginable, correspondiese o no a la realidad, y como imposible todo aquello que no puede ser imaginado.

La undécima proposición dice que “La existencia del infinito (en el Universo) es imposible de cualquier manera que sea”. La explicación de Maimónides fue: “Se ha demostrado que es imposible que exista algo infinitamente grande o que exista algo donde el número de miembros sea infinito [a pesar de que cada uno de ellos sea de magnitud finita] y suponiendo que esas cosas infinitas existan simultáneamente. Del mismo modo, es inaceptable que haya causas hasta el infinito. Es decir, que una cosa sirva de causa a otra y, a su vez, esta última causa sea causa de otra y así sucesivamente hasta el infinito, de modo que el número de cosas existentes en un acto sea infinito. Y no importa que esas cosas sean cuerpos o sustancias separadas con tal que ellas sirvan de causas unas a otras. Ese es el método físico esencial aplicado mediante el cual se ha demostrado que el infinito es imposible.”

“En cuanto a si el infinito existe en potencia o accidentalmente, se ha demostrado, en parte, su existencia. Así, por ejemplo, se demostró que una magnitud es virtualmente divisible hasta el infinito, y que el tiempo también lo es. Pero en parte, esto da lugar a la especulación, por ejemplo, la existencia del *infinito por sucesión*, también llamado el *infinito por accidente*, es decir, cuando una cosa existe después que otra ha dejado de existir, y esa otra, después de que una tercera ha dejado de existir, y así sucesivamente (remontándose) hasta el infinito. Aquellos que pretenden haber demostrado la eternidad del mundo sostienen que el tiempo es infinito. De lo que se deduce que para ello no hay nada inadmisibile, porque, a medida que se produce una porción del tiempo, otra que la precedió desaparece; lo mismo ocurre, según ellos, con la sucesión de accidentes que se producen en la materia hasta el infinito, sin que resulte nada inadmisibile, puesto que no ocurren simultánea-

⁵³ *Ibid.*, p. 402.

mente, sino sucesivamente, por lo que su imposibilidad no ha sido demostrada en absoluto. Pero según los Mutakalemim, es indiferente que uno diga que existe una magnitud infinita, o que uno diga que los cuerpos o el tiempo son divisibles al infinito. Según ellos es igualmente indiferente (que uno suponga) la existencia simultánea de una serie de cosas infinitas en número y hablan, por ejemplo, del número de seres humanos existentes en este momento, o que uno diga que el número de cosas que existen en el Universo y que desaparecen sucesivamente es infinito, como decir, por ejemplo: Zeid y los hijos de ‘Amr (este último) hijo de Khâled, (este último) hijo de Bekr, y así sucesivamente remontarse al infinito ya que esto es, según ellos, tan inadmisibles como el primer caso [que existe un magnitud infinita]. Para ellos, estas clases de infinito son iguales.”⁵⁴

La décimosegunda proposición dice: “Los sentidos no dan siempre la certeza”. “De hecho, los Mutakalemim sospechan de la percepción de los sentidos en dos aspectos. En primer lugar, dicen, muchas cosas sensibles escapan a su control, ya sea debido a la sutileza del cuerpo perceptible [como ellos dicen acerca de (la hipótesis de) los átomos, tal como ya hemos expuesto] o porque están demasiado lejos para percibirlo. Así, el hombre no puede ni ver, ni oír, ni sentir, a una distancia de varias leguas, como tampoco el movimiento del cielo es perceptible. En segundo lugar, dicen, los sentidos engañan a sus percepciones. Así, por ejemplo, una cosa que es grande, el hombre la puede ver pequeña si está lejos de ella; una cosa pequeña, él la ve grande cuando ella está en el agua; en fin, a una línea recta el ve doblada cuando una parte de ella está en el agua y la otra parte está fuera del agua. Similarmente, uno que padece ictericia ve las cosas de color amarillo y cuando la lengua está embebida en bilis amarilla encuentra a las cosas dulces con gusto amargo. También enumeran una gran cantidad de cosas por el estilo; por eso, dicen, no se puede confiar en los sentidos para tomarlos como una forma de un principio de demostración.”⁵⁵

Estas fueron las doce proposiciones de la Kalâm, las que fueron usadas por los Mutakalemim como base de su sistema filosófico. Con estas proposiciones intentaron explicar sus ideas filosóficas y teológicas y rebatir las ideas de otras corrientes, por ejemplo, las ideas racionalistas de los Mutazelites o plantear los siete argumentos que, según ellos, prueban que el mundo fue creado de la nada y que el Universo no es eterno; o probar la unidad de Dios, “demostrando”, sobre la base de las proposiciones, que no puede haber dos dioses.

Siguiendo a sus proposiciones, afirmaron que hay dos clases de accidentes: los que pertenecen exclusivamente a objetos animados y los accidentes específicos de los objetos inanimados. A la segunda categoría pertenecen todas las cosas sensibles: sonidos, colores, olores, sabores, frío, calor, etc., y las apariencias físicas debidas a cuatro tipos de fenómenos: la conjunción, la disyunción, el movimiento y el reposo.

La analogía de esta división con la división correspondiente en Kanada es impresionante:

Los objetos sensibles, perceptibles por la vista son de dos tipos, a saber: percepciones inmediatas y mediatas. Inmediatamente percibimos la luz y los colores, y, a través de ellos, las formas y las

⁵⁴ *Maimónides*, T. I., pp. 415 – 416.

⁵⁵ *Idem.*, T. I., p. 417.

figuras. Entre las percepciones mediatas se encuentra el sonido. En una tormenta percibimos inmediatamente el rayo, pero el trueno lo escuchamos posteriormente.

Hay cinco colores: blanco, negro, rojo, amarillo y verde. Blanco y negro son los colores fundamentales, los otros no son más que una parte más o menos grande del negro sobre un fondo blanco.

Lo que los Mutakalemim llamaban "apariencia" es la existencia de una sustancia en un volumen, o más bien su entrada en un contenedor en el espacio. Conjunción, disyunción, movimiento y reposo, son fenómenos subordinados al término genérico de apariencia.

Por lo general definían el movimiento como "la aparición de una sustancia en un lugar después de haber estado en otro." Decían que una sustancia se encuentra en reposo "cuando se detiene en un lugar durante cierto tiempo."

Los accidentes pertenecientes exclusivamente a los seres animados eran, en primer lugar, las cualidades fisiológicas, tales como la vida, la muerte, la salud, la enfermedad, la fuerza, etc.

A la misma categoría pertenecían las cualidades características del alma, como la ciencia, la ignorancia, etc.

Para ellos, otra cualidad importante de los seres animados era la potencia, que, bajo el mismo nombre y con el mismo significado, se encuentra en Kanada⁵⁶: era "la facultad que hace que una persona sea capaz de actuar o dejar de actuar según su voluntad⁵⁷". La potencia no precede a la acción, ya que duraría más de un instante, "es simultánea con la acción; la acción es, por así decirlo, impulsada conjuntamente con la potencia de la nada".

Otra cualidad característica del alma, tanto para los Mutakalemim como en el Vaïśeṣika, es la voluntad, que es lo opuesto a la aversión. La voluntad es una condición de nuestra alma, una condición que depende de la ciencia o la opinión de que un objeto será, para nosotros, un bien. "La voluntad se manifiesta en forma aislada. Si después de varios intentos, se detiene en el mismo objeto, la llamamos intención, propósito. Hay que considerar al amor como una especie de voluntad".⁵⁸

A estos accidentes propios del alma, hay que agregarle también la facultad del *lenguaje*, el *placer* y el *dolor* y las *percepciones de los sentidos*.

A propósito de estos últimos hechos, notemos una nueva prueba de la comunicación entre la escuela atomística árabe y la escuela hindú. También aquí nos encontramos con la teoría extraña y paradójica de Kanada explicando la vista como "los rayos que salen del ojo y al alcanzar objetos externos, nos dan la percepción⁵⁹".

⁵⁶ « Sanskara ».

⁵⁷ Schmölders, *Essai*, p. 173.

⁵⁸ *Idem.*, p. 174.

⁵⁹ *Ibid.*, p. 174. Esta teoría es citada como una de las que distinguen a la Mutakalemim, pero es, manifiestamente, una adquisición extranjera.

La Mutakalam, opuso el atomismo al hilomorfismo (es decir, que el mundo está compuesto de materia y forma), que en Medio Oriente era propugnada por los Mutazelites y otras corrientes filosóficas menores. Esa disputa se trasladaría a Europa pero a fines del siglo XII y principios del siglo XIII el hilomorfismo de Averroes y especialmente el aristotélico, reinterpretado por Santo Tomás de Aquino, que luego sería la filosofía oficial de la Iglesia Cristiana, eclipsaron casi por completo las ideas atomistas.

4.5. Razi

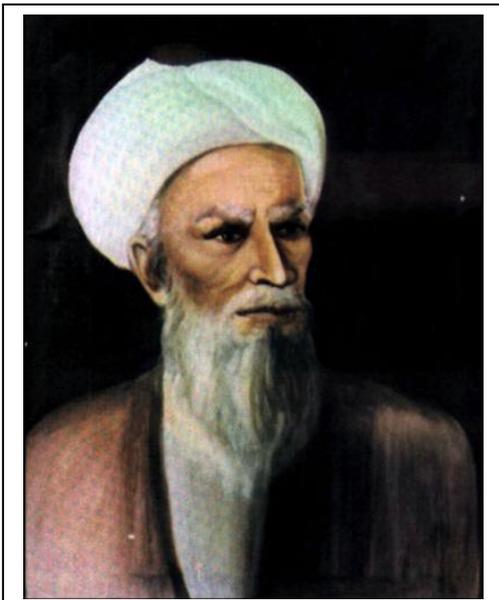


Figura 4.1 Razi (865 – 925)

Abu Bakr Muhammad ibn Zakariyya, nació en el año 865 en la ciudad de Ray, nombre antiguo de la ciudad de Rhague, cerca de Teherán. De allí que se lo conozca como “al Razi” (el hombre de Ray). En esa época, Ray era un importante centro cultural y Razi aprovechó las oportunidades intelectuales que la ciudad ofrecía. Estudió filosofía, lógica, metafísica y poesía y fue particularmente aficionado a la música, siendo un excelente intérprete del laúd. A los treinta años tuvo oportunidad de viajar a Bagdad y allí se interesó por la Medicina. Se dedicó con ahínco a su estudio destacándose en su práctica de tal manera, que su tratado sobre esta disciplina le daría una gran fama no sólo en los países musulmanes sino en toda Europa Occidental, cuando en el siglo XI fue traducido al latín. Todavía en el siglo XVII, algunos de los temas del Tratado de Medicina de Razi, como los referidos a ginecología y oftalmología,

eran de lectura obligatoria en las universidades de Holanda.

Al Razi, fue un firme partidario del atomismo. A diferencia de los mutakallemim consideró que los átomos son eternos y que tienen dimensiones finitas aunque muy pequeñas.

Al Razi discutió el carácter innato o intrínseco de movimiento, un punto delicado entre Demócrito y la física aristotélica; escribió varios tratados acerca de la naturaleza de la materia, y uno sobre las causas invisibles de movimiento. Argumentando sobre la base de los axiomas de Euclides, confrontó con la *Kalām*, que sostenía la adimensionalidad de los átomos. En su tratado sobre la diagonal del cuadrado defendió su idea sobre el atomismo contra la opinión de los pitagóricos de que el atomismo excluye la demostrada inconmensurabilidad entre la diagonal del cuadrado y su lado. Esta tesis la rebatió mediante la aceptación del vacío y rechazando la doctrina aristotélica de la relatividad del espacio. Para Razi, el espacio absoluto era un continuum y, a diferencia de los átomos, no necesitaba estar compuesto de unidades discretas e indivisibles.

Razi consideraba que existían cinco principios eternos: el Creador, el alma, la materia, el tiempo y el espacio. Los cuerpos estaban formados por cuatro elementos indivisibles y entre ellos el espacio estaba vacío. Esos elementos o átomos eran eternos y poseían cierto tamaño. Las características de cada elemento —tierra, aire, agua y fuego—, como ser, su levedad o pesadez, su transparencia, o color, o su dureza, estaban determinadas por el tamaño de los espacios que mediaban entre sus átomos. Esos espacios eran los que determinaban el sentido del movimiento de los elementos: el agua y la tierra se mueven hacia abajo. El aire y el fuego se mueven hacia arriba.

Razi adhirió a la concepción de Jabir⁶⁰ de que los metales, a diferencia de las demás sustancias, están formados por mercurio y azufre, pero le agregó un tercer principio: la sal. El mercurio aportaba las cualidades de metalinidad y volatilidad, el azufre la combustibilidad y la sal era la responsable de la solidez de los metales.⁶¹

Curiosamente, Razi creía que la transmutación era posible —si los átomos son eternos e indestructibles ¿Cómo puede transmutar un átomo de hierro a uno de oro?— y que, mediante elixires adecuados, podría lograrse no sólo la conversión de un metal en oro sino obtener esmeraldas o rubíes a partir de cuarzo o vidrio.

El Libro del secreto de los secretos de Razi semeja un manual de laboratorio. Los procesos químicos que describe incluyen: destilación, calcinación, disolución, evaporación, cristalización, volatilización y sublimación, filtración, formación de amalgamas y ceración⁶². Para los ensayos de transmutación, debía seguirse un cierto orden. Primero, cada sustancia a emplear debían purificarse por destilación, calcinación u otro proceso apropiado. Habiendo liberado a la materia de sus impurezas, la etapa siguiente era la ceración para que resulte un producto que funda fácilmente y que no libere humos cuando se lo deje caer sobre una placa metálica caliente. Después de la ceración, el producto debía disolverse en un medio alcalino, con soda o amoníaco. Luego se mezclaban las soluciones de las sustancias que intervienen en la formulación en las proporciones adecuadas de “espíritus” que poseían. La mezcla así obtenida debía coagularse o solidificarse. Si el experimento resultaba exitoso, el producto obtenido era un “elixir”.

Razi falleció en el año 925.



Figura 4.2. Razi. Tratado de anatomía.

⁶⁰ Jabir ibn Hayyan (721 – 815), conocido en Europa como Geber, célebre erudito musulmán que fue alquimista en la corte del Califa Harun al Raschid. Desarrolló la Alquimia sobre principios y empleando una metodología científica, cambiando la orientación que tenía esa práctica hasta entonces.

⁶¹ En el siglo XVI, Paracelso extendió la idea de esos tres componentes a *todas* las sustancias (*Tría prima*), sean metálicas o no.

⁶² Proceso de convertir una sustancia en un sólido pastoso y fusible.

Bibliografía

Ben Maimoun, M., (1856): *Le guide des égarés. Traité de Théologie et de Philosophie*, Traduit par Salomón Munck, Vol. I y II, A. Franck, Libraire, Paris.

Berthelot, M., (1887): *Collection des anciens alchimistes grecs*, Georges Steinheil, Editeur, Paris.

Gelland, Ch., Robert, A., “Atomism in Late Medieval Philosophy and Theology” en “History of Science and Medicine Library: Medieval and Early Modern Science, Vol. 9. 1 – 14. 2009.

Mabilleau, L., (1895): *Histoire de la philosophie atomistique*, Félix Alcan, Editeur, Paris.

Munck, S., “Arabes” en *Dictionnaire des Sciences Philosophiques*, 2a. ed. **1875**. Vol. 1. pp. 82 – 87.

Renan E., (1852): *Averroès et l'Averroïsme: essai historique*, Auguste Durand, Libraire, Paris.

Schmölders, A., (1842): *Essai sur les Ecoles philosophiques chez les Arabes*, Firmin Didot, Frères, Paris.

V CONCEPCIONES ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA MATERIA, EN OCCIDENTE, DURANTE LA EDAD MEDIA.

5. 1. Introducción

En muchos libros se suele afirmar que con la conversión de Constantino al cristianismo, las concepciones atomistas de la materia comenzaron a caer en el olvido y que con el auge del poder terrenal de la Iglesia esas ideas “desaparecieron” casi por completo. Con frecuencia, se ha dicho que el atomismo sólo volvió a aparecer durante el Renacimiento y después en la filosofía de la Edad Moderna y con el desarrollo de la Química. En rigor, el atomismo nunca dejó de existir como una teoría de la materia y del tiempo, tanto en la tradición occidental como en la filosofía medieval árabe y judía. En esa época se desarrollaron diferentes versiones del atomismo, tanto a partir de explicaciones teológicas, como mediante teorías matemáticas sobre la divisibilidad del continuum y teorías físicas que intentaban explicar los fenómenos naturales.

Como hemos tratado en la sección anterior, las primeras descripciones detalladas de atomismo provienen de los teólogos árabes del siglo IX y X, de Bagdad y Basora, seguidas inmediatamente por las escuelas de los eruditos judíos, especialmente en Egipto. También hubo un resurgimiento de esas ideas en el siglo XII, con los filósofos de Chartres hasta los teólogos cristianos del siglo XIV de Oxford y París. La mayoría de estas teorías atomistas medievales tienen muy poco en común con el atomismo antiguo, sino que estaban vinculadas con preocupaciones teológicas más complicadas, como la eternidad del mundo, la creación, la existencia de la materia prima, y más en general con la existencia finita de las cosas naturales.

En Europa hubo también filósofos árabes que se opusieron al atomismo. El más destacado fue Abū l-Walīd Muhammad ibn Ahmad ibn Muhammad ibn Rushd, más conocido como Averroes (1126 – 1198), quien desarrolló largas argumentaciones contra el atomismo de los Mutakalemin con el fin de restaurar el hylomorfismo aristotélico. Algunos de esos argumentos fueron adoptados por teólogos cristianos, lo que les generó un conflicto con la Iglesia, que en 1277 condenó al averroísmo cristiano afirmando que 219 de las tesis averroístas eran inaceptables.

Buena parte de las concepciones medievales acerca del atomismo fueron propagadas a través de dos investigadores del siglo XIX, Kurd Lasswitz y Léopold Mabileau. El primero a través de su obra *Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton* (1890, Leopold Voss, Hamburg) y el segundo mediante su libro *Histoire de la philosophie atomistique* (1895, Alcan, Paris).

5.2. Los primeros registros

En Europa, durante la Edad Media temprana, las concepciones acerca de la naturaleza de la materia fueron escasas.

5.2.1 Isidoro de Sevilla

Isidoro de Sevilla, (c.560 – 636)¹, conocido como *Isidorus hispalenses*, fue el primer clérigo cristiano que trató de compilar todo el conocimiento humano a la época en que vivió. Para ello escribió *Originum sive etymologiarum libri viginti* —más conocida como *Etymologiæ*—, una enciclopedia en 448 capítulos repartidos en 20 volúmenes.

También escribió *De natura rerum* (Sobre la naturaleza de las cosas), un libro de astronomía e historia natural dedicado al rey visigodo Sisebuto. En esta obra, analizó las concepciones atomistas que Tito Lucrecio Caro expuso en la obra homónima.

Desde el prefacio, Isidoro Hispalenses, recalca la importancia de los estudios acerca de la Naturaleza.

Analizó la Física de Demócrito y Epicuro que desarrolló Lucrecio, basada sobre la existencia de partículas indivisibles que se ponen en movimiento en el vacío a causa de la inclinación de la estructura del Universo, el *clinamen*, provocando choques aleatorios entre los átomos, de modo que el ordenamiento del Universo es espontáneo y, por lo tanto, precario. Pero en su obra, Isidoro expresó que el Dios cristiano, creó la Naturaleza, *ex nihilo*, de la nada y la creó según su propio designio, dándole al hombre el papel central de su creación. Mientras que para Lucrecio la criatura humana era un resultado más de la combinación de átomos sin un plan previo², para Isidoro, la Creación giraba alrededor de su mejor criatura, el hombre, que replicaba, en miniatura, la estructura perfecta del Cosmos³.

5.2.2. El Venerable Bæda

Bæda Venerabilis, El Venerable Bæde (672 - 735) —también llamado Saint Bede— fue un benedictino inglés, teólogo, historiador y científico. Se lo considera el padre de la historia inglesa por su obra "*Historæ ecclesiasticæ gentis Anglorum libri quinque*" (completada en 731) y uno de los mejores historiadores medievales. En su libro *De natura rerum* basado, principalmente, en la *Historia natural* de Plinio el Viejo y en el libro homónimo de Isidoro Hispalenses, mencionó las ideas

¹ En 1997, el Papa Juan Pablo II, lo nombró *Patrono de Internet*.

² e incluso admite la posibilidad de la vida en otras partes del Cosmos.

³ Isidoro, DNR, IX, 1, 2 – 6.

democriteanas, aunque las rechazó. En cambio, adoptó una posición plenista con cuatro elementos. Consideró que “existen cuatro elementos superpuestos según un orden que va del más grave al más leve. Esos elementos se pueden mezclar por efecto de una cierta proximidad entre ellos, la tierra seca y fría, se puede unir al agua que también es fría; el agua fría y húmeda, se puede mezclar con el aire húmedo, el aire húmedo y caliente, se une al fuego caliente y, por último, el fuego, caliente y seco, se combina con la tierra seca... El cielo es de una naturaleza sutil e ígnea”⁴.

Bæde también mencionó al atomismo en *De temporum Ratione* (725).

5.2.3. Hrabanus Maurus

Rhaban Maur (Hrabanus Maurus) (c. 776 – 856), fue Obispo de Maguncia. Entre el 842 y el 846, escribió una obra voluminosa, *De Universo*, en 22 libros. Esta es una obra enciclopédica al estilo de la *Etymologiae* de Isidoro de Sevilla. En el libro II, *De athomis*, dice que los filósofos llaman átomos a ciertas partes de los cuerpos del mundo que son tan pequeñas que no se pueden ver, ni seccionar, que tienen movimientos inquietos a través de todo el mundo, pero que se pueden percibir como “un polvo muy fino que entra por las ventanas con los rayos del Sol...”⁵. También explica que no sólo hay átomos en los cuerpos, sino que también los hay en el tiempo y en los números. Un cuerpo, tal como una piedra, se la puede dividir en partes y transformarla en granos como, por ejemplo, los de arena, y a estos se los puede dividir en trozos más pequeños, como un polvo, pero se llega a un punto en que es imposible seguir dividiendo, a esos pequeños trozos, escribe, se los llama *átomos corpóreos*. En el tiempo, también se llega al átomo: el año se divide en meses, los meses en días, los días en horas y las horas se pueden dividir hasta un cierto lapso en el que la división ya no es posible. Esa fracción indivisible, es un *átomo de tiempo*. Con los números sucede lo mismo: “ocho se divide en cuatro”, “cuatro se divide en dos”, dos se divide en uno. Pero uno no se puede dividir. Ese es un átomo numérico.⁶

En cuanto a los elementos, Rhaban Maur, reconoció los cuatro elementos aristotélicos, señalando que, cuando les conviene, los elementos se unen por razones de concordia y comunión.⁷

También escribió *De rerum naturis* donde usó la palabra *átomo* para referirse a la discontinuidad de los cuerpos, aunque puntualizó que los átomos fueron creados por Dios. Esta obra es similar a la de Isidoro de Sevilla.

⁴ Bedæ Venerabilis, *De natura rerum liber*, cap. IV: *De elementis*, y cap. V: *De firmamento*; *Opera Omnia*, T. 1, pp. 195-197.

⁵ Al igual que Kanada y Lucrecio, confunde el movimiento browniano de las partículas de polvo con el movimiento de los átomos.

⁶ *De Universo libri XXII*, Cap. II. *De Athomis.*, p. 146. Ed. Universidad de Alicante. 2008.

⁷ *De Universo libri XXII*, Cap. III. *De Elementis.*, p. 147. Ed. Universidad de Alicante. 2008.

5.2.4. Adelard of Bath

Adelard of Bath, nació alrededor de 1080. Siendo niño, estudió en la escuela de la Catedral de Bath y luego en la escuela de la Catedral de Tours, donde estudió los Trivium y Cuadradiun. Fue un miembro laico de los benedictinos y, en una misión pastoral, llevó a un grupo de estudiantes, incluyendo a su sobrino, a la escuela de la Catedral de Laon, en el norte de Francia. Si bien tuvo la mejor educación que podía adquirir en la Europa occidental, él tomó conciencia que los conocimientos que había adquirido eran insuficientes. En la búsqueda de nuevos saberes, se sintió atraído por los aspectos culturales que llegaron a Europa durante la invasión árabe. Eso lo indujo a viajar hacia lo que él consideraba el centro de la cultura musulmana y así recorrer el sur de Italia, el norte de África, Grecia, la península de Anatolia, Damasco, Jerusalem, Basora y Bagdad.

Su periplo, pagado por el rey Henry I, duró siete años, durante los cuales, habiendo aprendido el idioma árabe, pudo analizar textos en ese idioma que eran traducciones de obras clásicas griegas. A su regreso a Bath, trajo gran cantidad de material bibliográfico y comenzó a traducirlos al latín. Sus traducciones, escritas sobre pergamino, constituyeron un material valioso para los eruditos europeos. Quizás la más importante de sus traducciones fue *Los elementos de geometría* de Euclides, obra que se había perdido hacía mucho tiempo y cuya difusión en latín permitió resolver gran cantidad de problemas especialmente vinculados a la Arquitectura. Otra de sus traducciones importantes fueron las *Tablas astronómicas* de Abu Abdala Muhammad ibn Mussa al-Khwarizmi⁸ (c.780 – c.850). Pero su trabajo no se limitó a traducir sino que también produjo una cantidad de textos, de los cuales, los más importantes fueron *De regulæ abaci*, un manual de operatoria con el ábaco; *De opera Astrolapsus*, escrita para el Duque de Normandía, en el que explicó cómo manejar el astrolabio; *De eodem et diverso* (de lo semejante y lo diverso) fue escrita en forma de cartas dirigidas a su sobrino. En el prefacio, él mismo destacó que el título lo había elegido a la manera del Timeo de Platón. Según Adelard, el Alma del Mundo está formada por dos esencias: la esencia de la identidad y la esencia de la diversidad. De manera análoga, Adelard clasificó a las ciencias en dos grandes grupos: la filosofía que considera lo idéntico y la philocosmia, que estudia la diversidad. Esta introducción muestra que Adelard fue platonista y, a lo largo del libro, se evidencia su admiración por Platón.

En *De eodem et diverso* los principios de identidad y de diversidad están representados por dos vírgenes. El primer principio, la Filosofía, genera la unidad, lo permanente, lo inteligible. Por ello, está rodeada por otras siete vírgenes, cada una de ellas representando a una arte liberal. En cambio, lo diverso explica la multiplicidad, el movimiento, el cambio, lo sensible. La virgen que lo simboliza está rodeada de los bienes del mundo sensible, riqueza, poder, dignidad, gloria y placer, La mejor

⁸ Conocido en Europa como “Al Juarismi” considerado el padre del Álgebra.

expresión de este principio, la encuentra Adelard en las siete artes liberales, del *Trivium*⁹ o del *quadrivium*¹⁰, cada una de ellas representadas por otra virgen.

A modo de ejemplos, Adelard sostuvo que "la Geometría, da una idea de su valor, al enseñar el camino para resolver algunos problemas prácticos, como ser, medir la altura de una torre o la profundidad de un pozo". También "Si un hombre pudiera apropiarse de esta Astronomía, nada le será ocultado, no solamente el estado presente de las cosas del mundo inferior [sublunar], sino también sus estados pasados y futuros. De hecho, los diversos seres vivos superiores [los cuerpos celestes] son los principios y las causas de los entes inferiores que se encuentran en la Naturaleza"... "La gramática se presenta como una virgen (¿?) que está dando de mamar a las otras artes, incluso en sus cunas, con sus cuidadoras y/o los cuidadores. Por lo tanto, la gramática también es el alimento para las personas, ya que es la raíz de toda educación y de la civilización, principalmente, porque tiene el bendecido don del lenguaje racional".

La otra gran obra de Adelard of Bath es *Questiones naturales*, dedicada a Richard, Obispo de Bayeux y fue impresa en 1484. Está escrita en forma de diálogo entre Adelard y su sobrino. En ella, el sobrino le formula preguntas a Adelard que podrían poner en un aprieto a más de un entendido. Entre ellas, podemos mencionar:

- XXI. ¿Cómo oímos los sonidos que llegan a nosotros?
- XXII. ¿Cómo es que el sonido puede pasar a través de algún obstáculo?
- XXIII. ¿Cuál es la correcta teoría de la visión?
- XLVIII. ¿Cómo se sostiene el globo terrestre en el aire?
- LXI. Si cuando un átomo se mueve, se mueven otros y cuando un cuerpo está en movimiento mueve a otros ¿Por qué el movimiento no es infinito?

Adelard sostuvo la existencia de los cuatro elementos, pero afirmó que ellos son invisibles a los ojos. Que cuando vemos "tierra" vemos un material que contiene una proporción elevada del elemento tierra, por lo que a ese material habría que llamarlo "térreo".

Integró la corte de Henry II, a quien había dado instrucción cuando era joven y continuó asesorándolo en su reinado hasta 1150. Ese año Adelard falleció.

5.2.5. Guillaume de Conches

Se estima que nació alrededor del año 1100,¹¹ en la localidad de Conches cerca de Evreux. Fue discípulo de Bernard de Chartres. Alrededor de 1122 abrió una escuela en París que dirigió brillan-

⁹ La educación en la Edad Media se asentaba sobre dos grupos de asignaturas: *Trivium* (etimológicamente, tres vías) comprendía la Gramática —como la habilidad para comprender el lenguaje—, la Lógica —habilidad para establecer relaciones válidas en la argumentación—, y la retórica —habilidad para expresarse adecuada y correctamente al formular un argumento.

¹⁰ Luego de dominar el trivium, el educando se preparaba en cuatro asignaturas: Aritmética, Geometría, Música y Astronomía. Estos conocimientos lo preparaban para la filosofía —el arte liberal *par excellence*— y la Teología.

temente hasta que en 1139, ó en 1141, la cerró debido a los ataques de los Cornifucios¹², y se convirtió en tutor de Henri Plantagenet, quien luego sería Henry II, rey de Inglaterra.

Guillaume de Couches se inspiró en las obras de Johannitius¹³ (809 – 873), médico árabe que tradujo al siríaco y al árabe muchas obras de filósofos griegos, especialmente de Aristóteles y que, además de traductor, fue autor de una gramática siríaca, opúsculos de Lógica y de Física, varios tratados de Medicina, e incluso un comentario sobre el Τέχνη de Galeno.

Además de Johannitius, Guillaume se guió por las ideas de Constantino el Africano (1020 – 1087), un médico cartaginés que integró la famosa Escuela médica de Salerno, y que fue uno de los iniciadores de la escolástica latina sobre las teorías fisiológicas de los médicos griegos.

Sus principales obras fueron *Magna de naturis philosophia* y *Philosophia major*, que es un resumen de la primera. De estas obras es que se incluyen sus concepciones filosóficas dentro del neoplatonismo, aunque algunos estudiosos lo incluyeron dentro del escepticismo. Se le atribuye la autoría del libro *De Philosophia mundis*, obra que también se ha adjudicado al Venerable Bæda, a Honoré d'Autun (c.1080 – 1157) y a Guillaume d'Hirschau (c.1026 – 1091). Escribió un comentario sobre *La consolation de Philosophie* de Anicius Manlius Severinus Boethius (Boecio), y un comentario sobre el Timeo de Platón. Pero, desde el punto de vista de su concepción acerca de la naturaleza de la materia, interesa su obra *La philosophie naturelle*, más conocida como *Dragmaticon Philosophiæ*. Escrita a la manera de diálogo entre el Duque de Normandía y el autor. De esta obra¹⁴, extraemos los conceptos atomistas más importantes:

“Un elemento es lo que entra como primera cosa en la constitución de un cuerpo y el último que se obtiene en la resolución. Primera en la constitución es la que constituye pero no es constituida. Última en la resolución es la que divide pero no es dividida. Ahora como la razón demanda que así como cada cuerpo puede ser dividido en sus dos partes más grandes, así puede ser dividido en un número infinito de sus partes más pequeñas. Para cada cuerpo [la división] tiene un límite y un final. Por lo tanto, en cada cuerpo particular hay partículas que lo componen de tal manera que ellas mismas no están compuestas por partes. Ellas son las primeras en la constitución [de un cuerpo] y las últimas en la resolución.”

Guillaume, sostuvo que hay cuatro clases de elementos que pueden estar combinados en los cuerpos de distinta manera: “hay cuerpos que consisten en los mismos elementos, pero no de las mismas partículas. Mediante diversas combinaciones de esas cuatro categorías de partículas Dios ha creado cuerpos...”

Respecto a la eternidad de los átomos escribió: “Cuando los seguidores de Epicuro dicen que la Tierra consiste en átomos, están en lo correcto. Pero debe considerarse una fábula cuando dicen que

¹¹ Algunos historiadores, —como S. Charma, *Guillaume de Couches*. Bibliothèque de l'école des Chartres, (1858), Vol. 19; N° 1, pp, 311 – 312— consideraron que nació en 1080.

¹² La secta de los Cornificiens, seguidores de Quinto Cornificio (siglo I), condenaba y atacaba todo estudio que no fuera estrictamente utilitario y en particular a la Teología.

¹³ Adaptación latina del nombre árabe Honein, Abou Zeid Honein ben Ishac ben Soleiman ben Ejjub el Hadi.

¹⁴ Edición de Argenlorati, 1567.

esos átomos carecen de comienzo y que vuelan separadamente en todas direcciones a través de un gran vacío, hasta agruparse en cuatro grandes [clases de] cuerpos. Ya que nada puede carecer de comienzo y lugar excepto Dios.”

“Por lo tanto, decimos que Dios creó esas partículas simultáneamente y no de modo separado...”

Refiriéndose a la invisibilidad escribió: “Una cosa imperceptible es tal que sola o unida a otras de su misma clase, no puede ser percibida por ninguno de los sentidos del cuerpo, tal como ocurre con el alma, ya que ni un alma ni una multitud de almas pueden percibirse mediante los sentidos. Si una simple partícula no puede ser percibida por sí misma, podrá serlo cuando está unida a otras. Después de todo ¿Qué es un cuerpo si no partículas ligadas entre si?”

“Cuando los filósofos consideran los primeros principios de las cosas, transfieren los nombres a las *partículas* y las llaman ‘cuerpos’ agregando ‘simples’ para distinguirlos de los cuerpos compuestos.”

“El Creador creó esas partículas en un único y gran cuerpo. No estaban colocados en forma separada, sino totalmente mezclados entre sí de modo que no haya partículas fuera de la masa. Ese gran cuerpo ocupaba todo el lugar que hoy ocupan todos los cuerpos. Debido a la mezcla de todas las partículas, ese gran cuerpo ha sido llamado *caos* por los filósofos, lo que se puede traducir como *confusión*. Por estar juntos sin proporción ni espacio intermediario, las partículas frías y calientes chocaban continuamente, así como las partículas húmedas chocaban con las secas. Por lo que Ovidio dijo ‘Una masa áspera y confusa’ y agregó ‘Los elementos fríos luchaban con los calientes, los húmedos chocaban con los secos’. Pero de ese cuerpo tan grande, el Creador, inmediatamente creó los cuatro cuerpos que, hoy en día, algunas personas llaman elementos.”

Guillaume falleció en 1150¹⁵.

5.2.6. Nicolas d’Autrecourt

Nicolas nació, en Autrecourt, diócesis de Verdún, probablemente, entre 1295 y 1298. Estudió Teología en la Sorbonne y también obtuvo una maestría en Artes, especializada en Leyes. En 1338, Benedicto XII lo nombró Canónigo de la Catedral de Metz.

El aspecto central de la concepción de Autrecourt es que todo conocimiento *evidente* (excepcionalmente la “certeza de la Fe”) debe ser reducible al Primer principio (*primum principium*), es decir, al principio de no contradicción. Una inferencia da conocimiento evidente si sus premisas y la negación de su conclusión son contradictorias. Autrecourt decía que las premisas y la conclusión deben representar el mismo significado. En caso contrario, el argumento era contradictorio y, por lo tanto, inválido. Sobre la base de este principio, Autrecourt atacó la afirmación de muchos filósofos de que

¹⁵ Según otros historiadores, falleció en 1154.

se puede tener un conocimiento cierto de la existencia de sustancias y sus cualidades y certeza de las relaciones causales. Sostenía que, si A y B son dos entidades distintas, no se puede inferir con certeza la existencia de A a partir de la de B o viceversa, ya que la afirmación de una y la negación de la otra no implican, necesariamente, una contradicción.

Las opiniones de Nicolás de Autrecourt estaban en franca oposición a la doctrina aristotélica — en esa época, la doctrina filosófica oficial de la Iglesia— según la cual las relaciones causales existen realmente y pueden ser descubiertas mediante la inducción, de modo que la existencia de sustancias puede ser inferida de sus accidentes (*cualidades*) perceptibles. Por el contrario para Autrecourt no hay razones lógicas para suponer que hay una relación evidente entre una causa y lo que se considera su efecto, o entre una sustancia y un accidente.

Estas ideas de Autrecourt hicieron que muchos autores lo calificaran como el representante medieval del escepticismo. Su negación de la certeza de la implicación entre causa y efecto lo llevó a poner en duda a que los cambios materiales en el Universo obedecían a procesos de generación y corrupción y a rechazar la doctrina aristotélica sobre ese tema y a reemplazar, por el atomismo, la teoría del hilomorfismo, según la cual el “nacimiento” y la “muerte” de la sustancia se deben a formas que comienzan o dejan de existir en la materia. Para él, los cambios que ocurren en el mundo natural son causados por el movimiento de los átomos. Esos átomos, los entendió como porciones de materia infinitamente pequeñas que tienen propiedades específicas. Los átomos tienen libertad de movimiento y eso es lo que posibilita que los cuerpos, que son agregados de átomos puedan moverse. Por otra parte, la posibilidad de dividir a un cuerpo implica necesariamente que las partes separadas se puedan mover. Se opuso a la concepción de Aristóteles de que ningún continuo puede estar formado por indivisibles. También sostuvo que ninguna cualidad sensible es distinta a la sustancia que la posee. Así, explicaba que el calor que emite el fuego y el fuego no son distintos, como no son distintas el agua y su frescura. Por lo tanto, el movimiento no es distinto del cuerpo que se mueve.

Sus razonamientos lo llevaron a sostener la eternidad del mundo, así como a la existencia de indivisibles no sólo en la materia sino también en el espacio y en el tiempo.

En la Francia del siglo XIV contradecir públicamente al filósofo oficial de la Iglesia era una osadía que podía pagarse muy caro. El 21 de noviembre de 1340, estando en París, fue citado a presentarse ante la Corte Papal de Avignon, acusado de enseñar falsedades, contrarias a la Iglesia. La denuncia comprendía haber postulado 66 proposiciones (*articuli*) erróneas, tanto en forma escrita como oral, a través de sus enseñanzas. Una comisión de prelados y teólogos, presidida por el Cardenal Curti, discutió todos esos *articuli* y concluyó que contenían muchas afirmaciones falsas, peligrosas, presuntuosas, sospechosas, erróneas y heréticas. Autrecourt hizo su descargo ante la Corte Papal el 19 de mayo de 1346, pero el tribunal la declaró carente de valor y ordenó quemar los escritos que contenían esas afirmaciones. El 25 de noviembre de 1347, Autrecourt se retractó públicamente, confesó que las sus afirmaciones habían sido erróneas y él mismo quemó los textos donde las afirmaciones estaban escritas. La Iglesia lo condenó a ser expulsado de la Facultad de Teología de la Universidad de París, prohibiendo a esa institución su reincorporación en cualquier otro cargo.

La obra disponible de Nicolas d' Autrecourt es escasa. Se conservan algunas de las cartas que intercambi6 con Bernardo de Arezzo y un tratado titulado *Exigit Ordo*.

Falleci6 en Metz, el 16 de julio de 1369.

Bibliografía:

Bréhier, É., (1994): *Histoire de la philosophie I*, (7e édition).Éditeur PUF, Paris.

Charmam A., (1857): *Guillaume de Conches: Notice bibliographique littéraire et philosophique*, Hachette, Paris.

Cochrane, L. (1995):*Adelard of Bath: The First English Scientist*, British Museum Press, London.

Copleston F., (1984): *Historia de la Filosofía*, Vol. I. Ariel Filosofía. Teruel

Cousin, V., (1840): *Fragments philosophiques*, Philosophie scholastique. Seconde édition, Ladrance, Paris.

De Rijk, L. M., (1994): *Nicholas of Autrecourt. His correspondence with Master Giles and Bernard d'Arezzo*, Brill, Leiden.

Duhem, P., (1915): *Le système du monde*, Vol. 3, Libraires de S, M. le Roi de Suède, Paris.

Grellard, Ch., Robert, A., (eds.), (2009): *Atomism in late medieval philosophy and theology*, Brill, Leiden.

Guglielmi de Conchis: *Dialogus de substanciis physicis*, Argenlorati, Edición de 1567.

Hauréau, G. B., (1859): *Guillaume de Conches*, in: *Nouvelle biographie générale*, Firmin-Didot frères, Paris.

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

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

Schiaparelli, G. V., (1873): *I precursori di Copernico nell'antichità. Ricerche storiche*, Ulrico Hoepli, Milano.

Thorndike, L.,(1923): *History of Magic and Experimental Science: During the First Thirteen Centuries of Our Era*, Vol. II. Columbia University Press, New York and London.

VI. EL ATOMISMO DURANTE EL RENACIMIENTO

6.1. El “redescubrimiento” de Lucrecio y Epicuro



Figura 6.1. Poggio Bracciolini

A mediados del siglo XV, los escritos de Lucrecio eran solo conocidos en Europa por filósofos e historiadores. Su obra reposaba en algunas bibliotecas o en algunos monasterios. Dada la posición atomista del autor, en abierta oposición al hilomorfismo aristotélico sustentado por la Iglesia, hizo que esta última, con su poder terrenal, impusiera una veda tácita a su difusión.

Sin embargo, durante el siglo XV, el interés por la obra de Lucrecio —y luego por la de Epicuro— tuvo un crecimiento importante debido, principalmente, a dos factores: el descubrimiento de un manuscrito de “*De rerum natura*” del siglo II y al perfeccionamiento de la imprenta.

miento de la imprenta.

El descubrimiento del manuscrito lo hizo el humanista italiano Gian Francesco Poggio Bracciolini (1380 – 1459). Siendo uno de los secretarios apostólicos del Papa Bonifacio IX, Poggio Bracciolini exploró los monasterios de Europa buscando manuscritos latinos perdidos. Alrededor de 1415, encontró una copia de *De rerum natura* que, aparentemente, no evidenciaba interpolaciones ni enmiendas. El descubrimiento de esa copia motivó que el Papa Benedicto XIII, ordenase a sus teólogos que analicen el texto para buscar argumentos para su refutación. Esos estudios incrementaron el interés de otros filósofos por la obra de Lucrecia.

De rerum natura se publicó por primera vez, en Brescia, en 1473 y fue seguida por tres ediciones entre 1501 y 1507. De esta manera —y después de muchos siglos— se hizo accesible a los estudiosos occidentales un tratado completo de filosofía natural atomista.

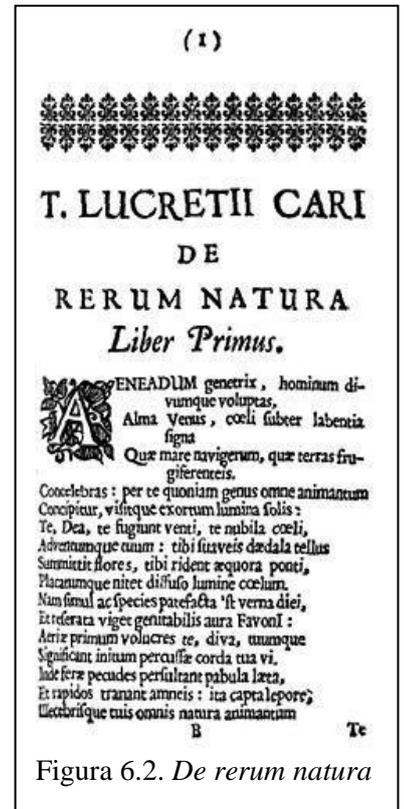


Figura 6.2. *De rerum natura*

6.2. Nicolás de Cusa

Durante el Renacimiento, varios pensadores esbozaron ideas acerca de la constitución de la materia. Entre ellos podemos mencionar a Nicolás de Cusa (1401 - 1464). Su nombre original era Nicolaus von Cryfts pero fue conocido como Nicolás de Cusa por la ciudad en que nació.

Filósofo y teólogo, en su juventud, además del *Trivium* y el *Quadrivium*, estudió hebreo y griego. Siendo muy joven, se doctoró en Derecho Canónico. Ingresó al clero en 1430. En 1448 fue nombrado cardenal y Obispo de Bresanona. Fue uno de los primeros filósofos en cuestionar el modelo geocéntrico del universo.

En el campo de la Filosofía reintrodujo la noción de *coincidentia oppositorum* (coincidencia de los opuestos) que había sido propuesta por Heráclito. Mediante esta noción se define una situación en la cual la existencia o la identidad de una cosa, depende de la coexistencia de, al menos, dos condiciones que son opuestas entre si relacionadas de manera que entre ella se genera una cierta tensión. Así, la noción de caliente, carece de sentido si no existe la noción de frío. A pesar de que la Iglesia sostenía las ideas de Aristóteles, Nicolás fue un reconocido filósofo antiaristotélico. También fue antiescolástico ya que al *suponer* que las premisas son verdaderas, si el argumento es válido, las conclusiones son también necesariamente válidas; pero eso *no garantiza* la verdad de las premisas.

En su obra "*De mente*" cap. IX, pág. 239 escribió: “*¿Qué entendemos por un átomo? Bajo consideraciones mentales, lo que es continuo se vuelve divisible y las parte se pueden volver a dividir y la multitud de partes progresa infinitamente, pero en una división real arribamos a una parte indivisible, a esa parte la llamo átomo. Por eso un átomo es una cantidad que tomando en cuenta su pequeñez es realmente indivisible*”.

Bibliografía:

Hopkins, J., (2000): *Nicholas of Cusa, Metaphysical Speculations*, Volume 2, A. J. Banning Press, New York.

Copleston, F., (2003): *A History of Philosophy*, Volume 3, *Late Medieval and renaissance Philosophy*, Continuum, London.

VII. EL ATOMISMO EN LA EDAD MODERNA

7.1. Girolamo Fracastoro

Girolamo Fracastoro (1478-1553) fue un médico italiano que, en 1530, escribió *Syphilis sive morbus Gallicus*, un poema sobre una enfermedad que se estaba propagando en Europa, la sífilis y otro donde desarrolló una hipótesis acerca de cómo se produce el contagio de una enfermedad, *De contagionibus* (1546). En ese libro hizo mención al atomismo. Al discutir el mecanismo de la infección, supuso la existencia de diminutas sustancias indivisibles que transportan la enfermedad. De hecho, la palabra *gérmenes* (de enfermedad) está asociada con su nombre (curiosamente, Lucrecio en el Libro VI de *De Rerum Natura* habló de los gérmenes que favorecen la vida y las semillas). En otro libro, publicado en 1545, *De simpatia et antipatia rerum*, Fracastoro expresó su acuerdo con la teoría de Demócrito y en el capítulo V expresó un punto de vista atomístico concerniente a las reacciones químicas:

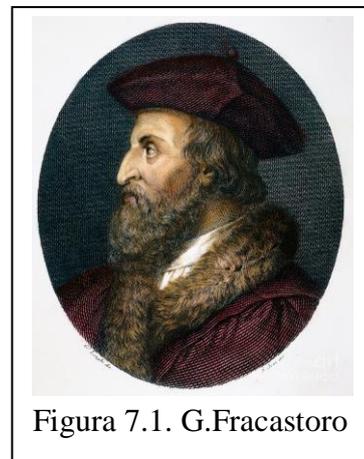


Figura 7.1. G.Fracastoro

Antiqui quidem, ut Democritus et Epicurus, quos e nostris Lucretius secutus est, effluxiones corporum, quas Athomos appellabant principum eius attractionis ponebant; quæ quidem effluxiones ne negandæ quidem sunt, ut most ostendemus, modus autem, quem ipsi tradebant, sat rudis et ineptus erat. Quem quonian tum Alexander Aphrodisiensis tum et Galenus satis aperte reprobant. A nobis prætermittetur. Verumtamen receptis Athomorum effluxionibus nos modum alium tradere posse videmur, quo attractio similium fiat: meminisse autem oportet eorum quæ supra dicta sunt de consensu et motu partium in toto.¹

7.2. Paracelso

En el siglo XVI, a partir de la obra de Paracelso —Teofrastus Bombastus von Hohenheim— (1493 – 1541) se produce el auge de la Iatroquímica. Entre los iatroquímicos —si bien no hubo unanimidad sobre cuáles son los principios elementales constituyentes de toda la materia— todos abandonaron el esquema aristotélico. Muchos recogieron el legado de los principios de la alquimia árabe —que los metales estaban formados por mercurio sal y azufre— y Paracelso popularizó la

¹ Los antiguos, tales como Demócrito y Epicuro, que fueron seguidos entre nuestros autores por Lucrecio, pensaban que el origen de esa atracción yacía en las efusiones de cuerpos que ellos llamaban átomos, y esas efusiones, como veremos en seguida no pueden ser negadas, si bien la manera en que los antiguos filósofos, era grosera e inepta. Como esta descripción fue rechazada de un a manera muy laxa por Alejandro de Afrodisias y Galeno, las voy a omitir. Sin embargo, una vez que aceptamos la doctrina de la efusión de átomos, me parece que podemos describir otra manera en que ocurre la atracción de sustancias similares, pero es necesario recordar lo que dije más arriba sobre la armonía y el movimiento de las partes en un conjunto.



Figura 7.2. Paracelso

idea de que esos tres principios no sólo eran los constituyentes de los metales sino que eran los constituyentes de toda la materia

Paracelso afirmaba que²:

“Entre todas las sustancias, hay tres que dan a cada cosa su cuerpo, es decir, que todo cuerpo consiste en tres cosas; sus nombres son azufre, mercurio y sal; o bien, antes de cualquier otra cosa, es necesario conocer estas tres sustancias y todas sus propiedades en el macrocosmos. Y entonces se las encontrará en el hombre (microcosmos) absolutamente semejantes.

Con el fin de comprenderlo mejor, pensad por ejemplo en la madera. Es un cuerpo. Quemadlo. Lo que arderá es el

azufre; lo que se exhala en humo es el mercurio. Lo que queda en forma de cenizas es la sal. Así nos encontramos con las tres cosas, ni más ni menos, separadas cada una de la otra. Es necesario remarcar que todas las cosas contienen estos tres principios de igual manera. Si no pueden percibirse de una manera inmediata con la vista, siempre se revelen bajo la influencia del arte que los aísla y los vuelve visibles. Lo que arde es el azufre. Todo lo que entra en combustión es azufre. Lo que se eleva en forma de humo es mercurio. Solamente el mercurio sufre la sublimación. Lo que queda en cenizas es la sal.”

De esta manera, en la concepción paracelsiana, el azufre representaba la combustibilidad, el mercurio la volatilidad y la sal la solidez. La combinación de estos tres principios daban como resultado las propiedades de cada cuerpo. Esos tres principios se conocen históricamente como *tría prima*.

De la obra de Paracelso no se infiere si había un límite a la división de la materia, es decir, si existían los átomos. Él consideraba posible la transmutación aunque aclaraba que era un procedimiento muy complicado en el que se debía ascender a una “escalera de la transmutación” en la que tenía siete “peldaños” o “grados principales” que eran: Calcinación, Sublimación, Solución, Putrefacción, Destilación, Coagulación y Tintura. A su vez, cada uno de estos grados tenía sus “miembros”. Por ejemplo: Los miembros de la calcinación son: reverberación, cimentación e incineración: con lo cual, en todas las operaciones que se hacen en este grado las cosas se convierten en cal o en cenizas. Para poder lograr la transmutación había que seguir atentamente el comportamiento que tenían en la Naturaleza las sustancias a transformar y el menor apartamiento de las acciones naturales haría fracasar las operaciones.³

² Metzger, H. Les doctrines chimiques en France du début du XVIIe à la fin du XVIII siècle. Ed. Albert Blanchard. París 1969 p. 348

³ Ya hemos mencionado que Paracelso consideraba que la transmutación era una actividad de importancia secundaria de la Alquimia. Al respecto escribió “Muchos han dicho que la Alquimia es el arte de hacer oro y plata. Para mí, este no es el objetivo sino que considero que es encontrar qué virtud y poder pueden yacer en las medicinas”

7.3. Bernardino Telesio

Otro estudioso que se dedicó al análisis de los escritos de Lucrecio fue Bernardino Telesio⁴ (1509 – 1588), quien se inspiró en *De rerum natura* para escribir *De rerum natura iuxta propria* (*De la naturaleza de las cosas según sus propios principios*), donde criticó fuertemente a la Física de Aristóteles, sosteniendo que antes de seguirlo a él, se debe seguir a la experiencia. Telesio sostuvo que hay tres principios, dos activos —el frío y el calor— y un principio pasivo: la materia. Que el espacio es un inmenso contenedor de cuerpos y que puede existir aún cuando no contenga cuerpos y que el tiempo transcurre aún en ausencia de eventos⁵. Para Telesio, no hay distinción entre el mundo sublunar y el supralunar, todo el Universo contiene átomos en movimiento, los que son específicamente distintos entre sí. Esos átomos se combinan o se separan mediante la acción de los principios activos, el frío y el calor.

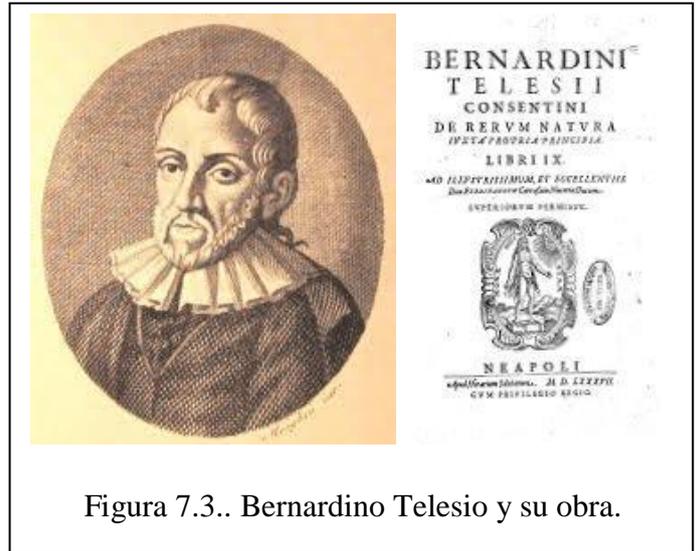


Figura 7.3.. Bernardino Telesio y su obra.

7.4. Petrus Ramus

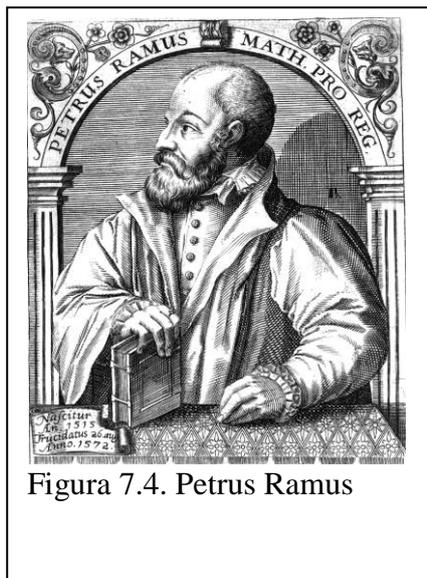


Figura 7.4. Petrus Ramus

Petrus Ramus, cuyo nombre fue Pierre de la Ramée (1515 – 1572), rompió con la teoría Aristotélica siendo muy joven. A los 21 años presentó su tesis doctoral basada en la idea de que *quaecumque ab Aristotele dicta essent commentitia esse*⁶. El jurado estuvo todo un día atacando sus ideas pero fue sistemáticamente refutado. Finalmente, no tuvieron más remedio que otorgarle el grado con honores. En 1543 escribió dos libros, *Dialecticæ Institutiones* y *Aristotelicæ Animadversiones* en los que atacó la teoría aristotélica, lo que provocó una violenta reacción de la Iglesia. Su publicación fue prohibida y sus libros quemados y Ramus fue obligado a guardar silencio por orden del Papa Francisco I. Luego de la muerte del Papa, Ramus retomó la docencia y fue nombrado profesor en 1551. Al abrazar la fe reformista (Martín Lutero había clavado sus “95 tesis” en la puerta de la iglesia de la Universidad de Wittenberg, el 31 de octubre de 1517) fue forzado a abandonar París. Su casa fue saqueada y sus libros quemados. Infortunadamente regresó a París donde fue herido de muerte en la masacre de San Bartolomé en 1572.

⁴ **Bernardino Telesio, (1565):** *De rerum natura iuxta propria principia*, H. Saluianum, Napoli

⁵ Estas concepciones, conocidas como *espacio absoluto* y *tiempo absoluto*, sería sostenidas un siglo más tarde por Isaac Newton.

⁶ *Todo lo que dijo Aristóteles es falso.*

Si bien no escribió explícitamente sobre el atomismo, se lo considera uno de los puntales del ataque a la teoría aristotélica.

7.5. El redescubrimiento de la obra de Diógenes Laercio



Figura 7.5. Fragmentos de “Vidas y muertes de filósofos” de Diógenes Laercio.

Otra fuente importante del pensamiento atomista del Renacimiento fue la *Vida de los filósofos*, escrita en el siglo III por Diógenes Laercio, impresa por vez primera en 1533. Las *Vidas* de Diógenes incluyen la de los atomistas de Abdera: Leucipo y Demócrito y el décimo libro está completamente dedicado a Epicuro de Samos. En él se encuentran cartas de Epicuro a Heródoto y Pitocles, siendo esta última una de las más claras y concisas exposiciones sobre la filosofía natural atomista. De modo que en el siglo XVI vastos escritos de los antiguos se volvieron accesibles para completar y estimular el interés por el atomismo

7.6. Giordano Bruno

En 1588, Giordano Bruno (1548 – 1600), escribió: “la división de las cosas naturales tiene un límite. La división de las cosas naturales llega a las partes últimas y más pequeñas que no son perceptibles aún con la ayuda de los instrumentos...”⁷ Para Bruno el atomismo fue el principio metafísico sobre la base del cual se podía demostrar la unidad subyacente en toda la naturaleza. En el mínimo átomo espiritual, o mónada, él vio el germen de toda la existencia. Bruno consideraba que el átomo, en su rol metafísico, es la matriz de toda la realidad y, más aún, es la sustancia del alma.

⁷ Debemos recordar que la Inquisición lo condenó a la hoguera por estas concepciones y por afirmar que gracias a la teoría copernicana estábamos en el Cielo.

A través de la gestión de la mónada, Dios se torna en la fuente de todos los cambios en la naturaleza, así como la causa de su existencia. Si bien en los escritos de Bruno el átomo sirvió para propósitos metafísico-teológicos —él sostenía que era la clave para entender el Universo y el Creador— también fue utilizado como estándar matemático. En su *De triplici minimo et mensura* el mínimo tiene tres sentidos: en física, en matemáticas y en metafísica.



Figura 7.6. Giordano Bruno

7.7. Sebastien Basson

Entre los partidarios del atomismo también se suele citar a Sébastien Basson, (1573 - ¿?) quien al igual que Ramus atacó la teoría aristotélica en su obra *Philosophiae naturalis adversus Aristotelem libri XII, in quibus abstrusa Veterum physiologia restauratur et Aristotelis errores solidis rationibus refelluntur*. En esa obra rechazó los principios aristotélicos de los cuatro elementos y el éter y mostró ser partidario de la *tria prima* paracelsiana. Escribió sobre las partículas de primero, segundo y tercer orden que tienen estructuras que unifican a los átomos (lo que hoy llamamos moléculas).

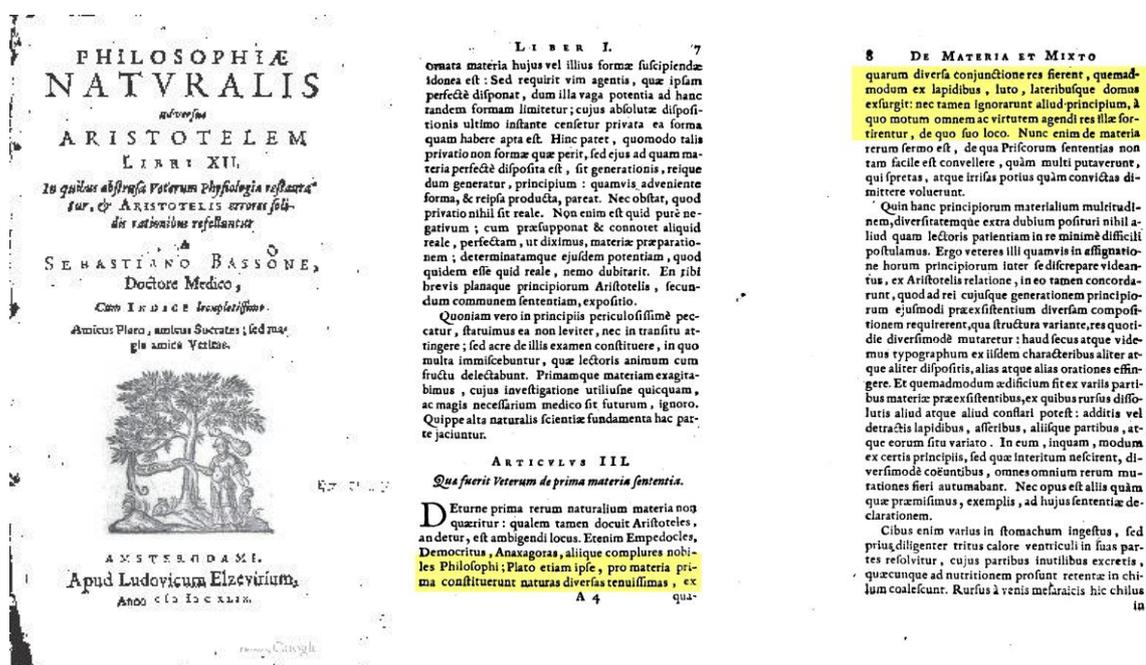


Figura 7.7. Reproducción de algunas páginas de *Philosophiae naturalis adversus Aristotelem*

Basson utilizó dos metáforas para describir a los átomos. La primera los consideraba como a las letras del alfabeto, cuya combinación da origen a distintas palabras. Mediante esta metáfora, Basson sugería la posibilidad de que hubiese *átomos diferentes* y que la diferencia entre los átomos permitiría que su conjunto tuviera sentido. En la segunda metáfora, Basson comparaba a los átomos con los ladrillos de un edificio. Aunque todos los ladrillos fueran idénticos, las edificaciones contruidas con ellos no tienen por qué ser iguales. Este *átomo ladrillo* daba la idea de una materia pri-

mordial homogénea, con lo que las diferencias entre los agregados era una mera cuestión de configuración.

Las metáforas usadas por Basson dividieron las opiniones de los corpuscularistas. Unos optaron por el átomo “alfabeto” y otros por el átomo “ladrillo”. Los que optaron por esta última imagen, según la cual las partículas últimas tienen solamente propiedades primarias —extensión, forma, impenetrabilidad y masa— han sido llamados “químicos mecanicistas”.

7.8. Daniel Sennert

Daniel Sennert (1572 - 1637) fue un filósofo, médico y decano de la Facultad de Medicina de la Universidad de Wittenberg. Escribió varios libros sobre Medicina, un libro sobre ciencias naturales, *Epitome Naturalis Scientiae* (1618) y un libro sobre Alquimia, *De Chymicorum cum Aristotelis et Galenicis consensu ac dissensu* (1619). Si bien en su juventud aceptó la teoría aristotélica, luego de recibirse de médico (1601) cambió su opinión y comenzó a experimentar sobre operaciones alquímicas. Con sus experimentos comprobó que las partículas del vapor del vino atraviesan cuatro capas de papel, con lo que demostraba la pequeñez de los átomos. Al límite de la división de la materia lo llamó *mínima naturalia*. Él sostuvo que los átomos de materiales diferentes eran diferentes y que se unían para formar compuestos diferentes. También consideró que los átomos retienen siempre su forma original, para demostrarlo fundía oro puro con plata pura hasta formar una aleación homogénea. Luego trataba la mezcla con ácido nítrico, la plata se disolvía mientras que el oro permanecía sólido.



Figura 7.8. Daniel Sennert

Sennert consideraba que los mixtos eran agregados y al plantear el problema de la identidad de tales agregados consideró que, al formarse un mixto, se conservaban las formas de los elementos aunque sus propiedades disminuían en intensidad. Al respecto daba como ejemplo que al disolver oro en agua regia sus propiedades se debilitan tanto que se vuelven imperceptibles, pero al recuperar el oro (de la solución) este recobra todas sus propiedades.

Tanto Daniel Sennert⁸ en 1631 como Sébastien Basson⁹ en 1636 pusieron sobre el tapete una pregunta que subsistió durante más de dos siglos ¿Qué relación existe entre los átomos y los cuerpos que tienen propiedades químicas específicas y que pueda ser detectable mediante experimentos?

⁸ Daniel Sennert. *De chymicorum cum aristotelicis et galenicis consensu et dissensu*. Witterberg, 1619.

⁹ Sébastien Basson. *Philosophiae naturalis adversus Aristotelem libri XII*. Elsevier, Amsterdam, 1636.

7.9. Francis Bacon

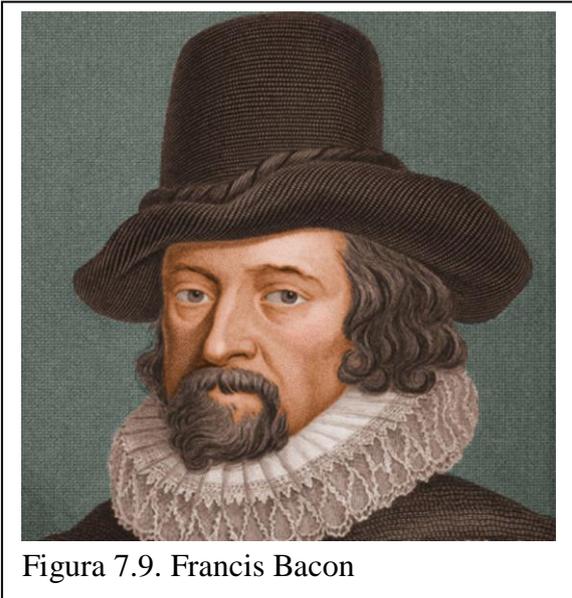


Figura 7.9. Francis Bacon

Francis Bacon (1561 – 1626) que, estrictamente, no fue filósofo ni científico, efectuó duras críticas a la lógica aristotélica y a las orientaciones filosóficas preponderantes en su tiempo. Criticó lo que él llamaba “dialéctica” aristotélica puntualizando su inutilidad para el avance del conocimiento, ya que con ella es imposible llegar a descubrimientos sobre el mundo. Al respecto afirmó: *"La lógica hoy en uso sirve más para fijar y consolidar errores, fundados en nociones vulgares, que para inquirir la verdad; de tal modo que es más perjudicial que útil"*¹⁰. Sostuvo que las aproximaciones al conocimiento basados sobre la lógica silogística no pueden probar los principios de la ciencia en que se fundamentan y están condenadas a dar vueltas en torno a una misma cantidad de conocimientos efectuando.

En cambio, para alcanzar una regularidad provisoria, propuso un método inductivo que contemplase los casos en los la regularidad no se cumple y aquellos casos en los que se cumple parcialmente. Los lineamientos de su empirismo científico basado sobre la inducción las volcó en su obra *Novum Organum* (1620). Sus ideas serían adoptadas por la gran mayoría de los científicos del siglo XVII.

7.10.. Johann Baptiste van Helmnont

En un contexto científico en el que se destacó la Iatroquímica y posteriormente la Teoría del flogisto hubo sostenedores y detractores de la teoría atómica.

Johann Baptiste van Helmnont, (1577 – 1644), si bien es considerado un *iatroquímico*, sostuvo que:

No es posible estar de acuerdo con la teoría de los tres principios. Tal y como demuestra la experiencia, no todas las materias pueden descomponerse en los tres principios. Hay muchas descomposiciones de sustancias en las que por ningún sitio aparece mercurio, azufre o sal.

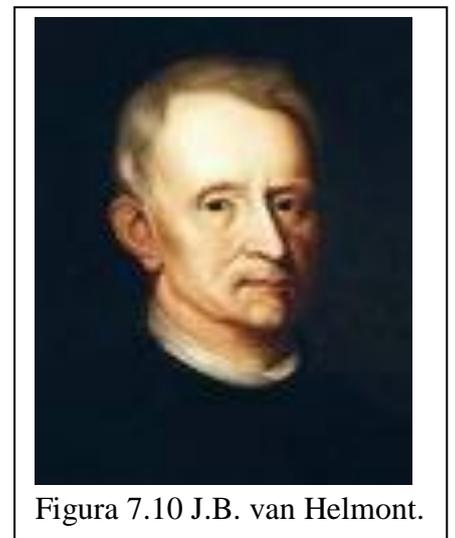


Figura 7.10 J.B. van Helmont.

Van Helmont, no sólo negó la teoría de la tría prima sino que tampoco aceptó la doctrina aristotélica de los cuatro elementos. Sostuvo que el fuego no es en absoluto un elemento. No es perma-

¹⁰ *Novum Organum*. Libro I, Aforismo 12.

nente: nace y se extingue. No tiene existencia material. Se trata simplemente de un agente de cambio, de un obrero de la naturaleza. El aire no es ninguna sustancia susceptible de sufrir modificaciones. Siempre seguirá siendo aire. Sus acciones son solamente de tipo mecánico. La tierra puede transformarse en agua, de manera que no es ningún principio elemental inmutable. Pero de lo que no cabe duda es que el agua está presente en todos los cuerpos. Todos los cuerpos tienen su origen en el agua y todos pueden volver a ser agua, por uno u otro camino.

“Todos los cuerpos mixtos, sea cual sea su naturaleza, opacos o transparentes, sólidos o líquidos, semejantes o diferentes, están materialmente compuestos de agua y pueden ser totalmente reducidos a agua insípida sin que quede de ellos la menor traza de materia térrea”.

Para confirmar su teoría de que el agua es el único constituyente de todos los cuerpos, Van Helmont se propuso demostrar la existencia de un disolvente universal al que denominó “alcagesto”, nombre con reminiscencias alquimistas y árabes. Según van Helmont, todos los procesos de disolución consisten en la disgregación del agua constituyente. El hallazgo de un disolvente en cuyo seno se disolvieran todas las sustancias, sólidas y líquidas, orgánicas e inorgánicas, evidenciaría la presencia de agua en todo sistema material. van Helmont dijo haber dispuesto durante unos cuantos días de un poco de alcagesto en un recipiente, pero no dio ninguna información acerca de cómo lo consiguió ni de los experimentos realizados (obviamente, tampoco explicó cómo se las ingenió para que el alcagesto no disolviera el material del recipiente).

Para explicar la diversidad de las sustancias, van Helmont elaboró dos teorías:

a) En cada cuerpo el agua presenta un grado de condensación diferente. En un trozo de hierro el agua está mucho más condensada que en un trozo de madera. Esto explica las diferentes densidades.

b) Si bien el agua es el único constituyente material de los cuerpos, en cada cuerpo hay un constituyente espiritual que le da al objeto su

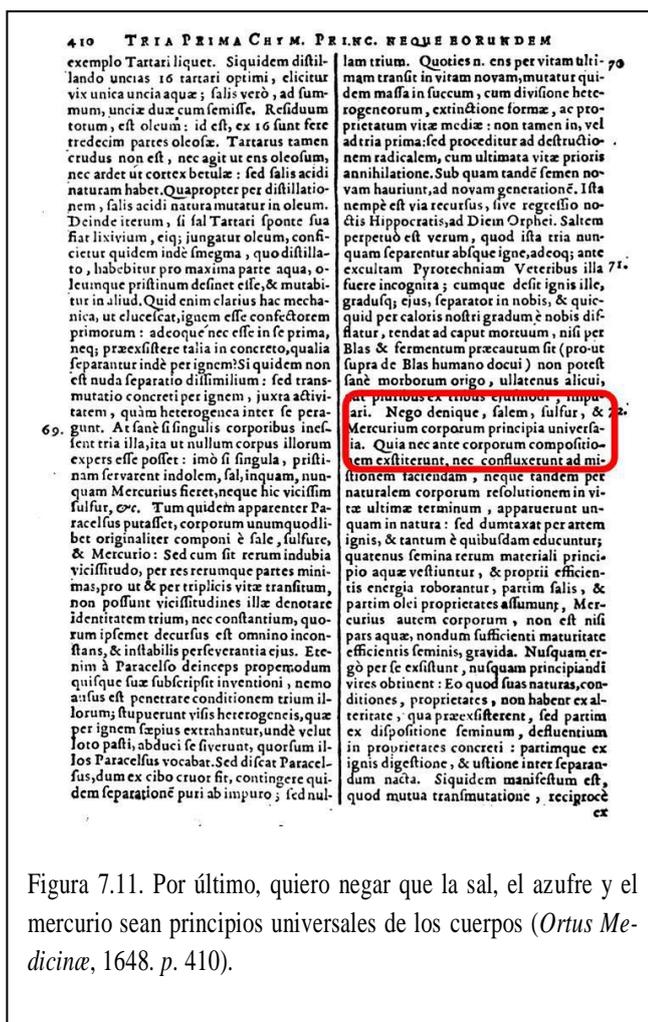


Figura 7.11. Por último, quiero negar que la sal, el azufre y el mercurio sean principios universales de los cuerpos (*Ortus Medicinæ*, 1648. p. 410).

carácter propio. Este constituyente espiritual ha sido creado por Dios y pueden pasar de una sustancia a otra dando lugar a los cambios químicos¹¹

7.11. Otto Tachenius

Ya en el siglo XVII, otros iatroquímicos consideraron a las reacciones químicas como el encuentro entre contrarios. El más conocido exponente de estas teorías fue Otto Tachenius, (1610 – 1680) quien afirmaba “De acuerdo con lo que muestra la experiencia, todos los seres sublunares están compuestos de dos cosas: el ácido y el álcali”. En su concepción, álcali no era solamente las cenizas de ciertos vegetales que se empleaba para hacer jabón sino toda aquella sustancia capaz de enfrentarse con un ácido. Por ello, como la mayoría de los metales producen efervescencia con los ácidos, Tachenius consideraba que los metales eran álcalis. En su concepción, reducía toda la variedad de sustancias a dos principios contrarios, que tienden a neutralizarse mutuamente.

La teoría de la dualidad ácido – álcali no suscitó muchas adhesiones. Ningún químico fue capaz de descomponer el oro en un ácido y en un álcali. Por otra parte, tampoco quedaba establecido que todos los ácidos, por el hecho de serlo, tuvieran un carácter elemental, no descomponibles en otras sustancias más sencillas.

Observamos así que si bien los iatroquímicos rechazaban la teoría aristotélica de los cuatro elementos, al suponer posible la transmutación, *tampoco adherían al atomismo clásico de unidades eternas, indivisibles e indestructibles*.

7.12. Johann Chrysostom Magnenus

Johann Chrysostom Magnenus (c.1590 – 1679) en 1646 publicó *Democritus reviviscens*. A despecho del título del libro, si bien era partidario del atomismo sus concepciones eran diferentes de las de Demócrito. Para Magnenus, los átomos son indivisibles sólo para tres de los elementos aristotélicos: la tierra, el agua y el fuego. Él sostuvo que los átomos son sustancias materiales, simples, homogéneas e indivisibles. Tienen una variedad de formas que —con excepción de la tierra cuyos átomos tienen forma cúbica— son inestables.

Mientras que para los atomistas los experimentos químicos jugaban un papel fundamental para estimar sus pesos y sus capacidades de combinación, Magnenus hizo poco uso de los experimentos y no recurrió a los principios de la Química para confirmar su teoría sobre la materia. Sus argumentos fueron casi todos especulativos. Mediante ellos, intentó calcular el tamaño de los átomos.

¹¹ Es probable que esta afirmación haya sido producto de su relación con la Iglesia. En 1621 había publicado *De magnetica vulnerum curatione*” donde intentó explicar científicamente algunos de los milagros relatados en la Biblia. Intervino la Inquisición y van Helmont fue hecho un prisionero virtual en su quinta de Vilvorde, hasta su muerte en 1644.

Magnenus rechazó la idea de Aristóteles de que existe una materia prima *in potentia*. Sostuvo que el aire no entra en la composición de los mixtos. Para él los elementos tienen tres clases de propiedades: cuerpo sustancial¹², sus respectivas cualidades primarias y en tercer lugar, un apetito¹³.

7.13. El átomo como herramienta explicativa

En los escritos de otros filósofos naturales de fines del siglo XVI y principios del siglo XVII, el átomo cumplió un papel totalmente diferente. Esos hombres utilizaron el concepto de átomo como una herramienta explicativa, una herramienta necesaria para lo que ellos consideraban la defunción del Aristotelismo. Entre estos nuevos atomistas sobresalieron tres: Galileo Galilei (1564 – 1642), Thomas Harriot (1560 – 1621), e Isaac Beeckman. (1588 - 1637).

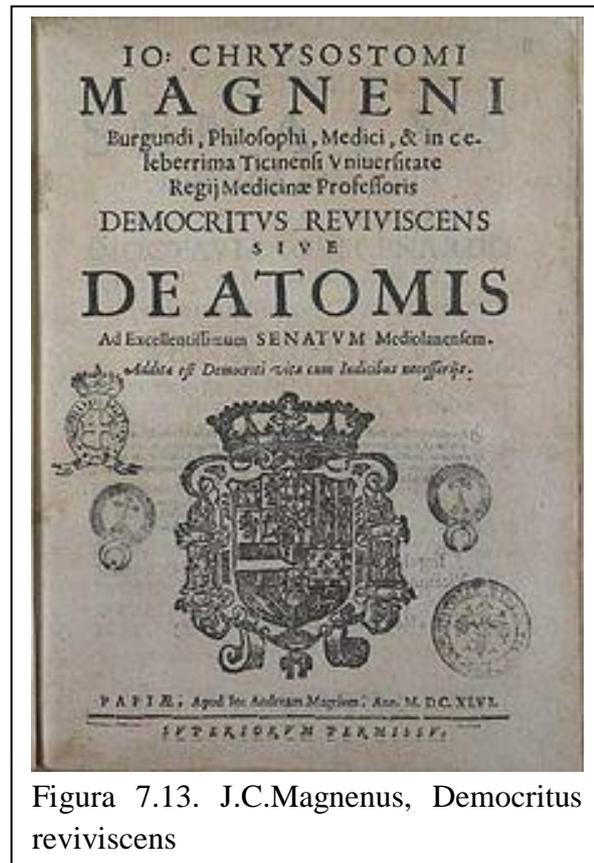


Figura 7.13. J.C.Magnenus, Democritus reviviscens

Beeckman comenzó a interesarse por el atomismo cuando estudiaba la obra de Galeno, de quien admiraba la profundidad de sus conocimientos médicos. Pero le llamó la atención la vehemencia con que ese médico criticaba a los atomistas, Demócrito, Epicuro y Asclepiades. Esto despertó su curiosidad y durante sus estudios de Medicina se convirtió en atomista. Beeckman fue Profesor de latín en Dordrecht y fue maestro de Des Cartes¹⁴, de Snell y de Stevin. En vida no publicó nada de valor científico. Fue sólo con la publicación póstuma de su *Diario* que muchas de sus interesantes e importantes investigaciones salieron a la luz. En su física subyace una visión de la naturaleza esencialmente mecánica. En oposición a Aristóteles, Beeckman sostuvo que en la naturaleza debe existir el vacío y consideraba que el movimiento de los cuerpos era su mejor prueba. En este vacío la materia consiste en partes atómicas. Las cualidades de los cuerpos dependen de la magnitud, disposición y movimiento de esos átomos. La humedad y la sequedad son meramente resultados de la figura o el contorno de las partículas atómicas. Los cuerpos secos están compuestos de átomos aguzados mientras que los cuerpos húmedos están formados por átomos redondeados. De hecho, Beeckman deducía que las propiedades de los así llamados, cuatro elementos aristotélicos se debían a los diferentes contornos de los átomos. Consideraba que la luz y el sonido tenían causas “materiales”. Por ejemplo, sostenía que los fenómenos de reflexión y refracción son causadas por la interacción de la

¹² Moles substantialis corporea.

¹³ Deseo de formar un mixto.

¹⁴ En septiembre de 1630, Des Cartes le escribió una carta insultante a Beeckman, en la que negó haber aprendido algo de él. Beeckman le contestó recordándole alguna de las cosas que le había enseñado en 1618. El 17 de octubre, Des Cartes le volvió a escribir una carta muy extensa e insultante, en la cual negó haber recibido alguna influencia, negó que Beeckman tuviera alguna capacidad intelectual consideraba que los manuscritos de Beeckman eran una colección de basura.



Figura 7.14. T. Harriot

luz con los átomos de la materia macroscópica. El atomismo de Beeckman, a diferencia del atomismo de Bruno, era una filosofía que tenía un propósito físico específico: reemplazar aquellas formas y cualidades de los escolásticos que eran inimaginables e irrepresentables.

Thomas Harriot (1560 – 1621) utilizó el atomismo como una hipótesis física útil para obtener desarrollos matemáticos entendibles y explicar fenómenos químicos y físicos. El 2 de octubre de 1606, su amigo Johannes Kepler le escribió una carta contándole que tenía dificultades en elaborar una teoría sobre el arcoiris. Harriot, que aplicando su concepción atomista, había encontrado 20 años antes que Snell, la relación

entre los senos de los ángulos incidente y refractado cuando la luz atraviesa un cuerpo transparente, le propuso a Kepler que hiciera un experimento imaginario en el que la luz impactase sobre los átomos de la superficie refractante y que la luz de cada color, al tener distintas cualidades se desviaría con distinto ángulo. En la carta escribió:

*Jam duxi te ad fores domiciliorum naturae ubi latent eius arcana. Si no possis intrare propter illarum angustias, tum mathematicè abstrahe et contrahe teipsum in atomum et intrabis facilè, et postquam egressuses dic mihi quae mirabilia vidisti!*¹⁵

El atomismo de Harriot era simple y se asemejaba a la visión que sostuvieron Demócrito y Hieron de Alejandría: el Universo está compuesto de átomos mediados por espacio vacío y las cualidades físicas de los cuerpos macroscópicos dependen de la magnitud, forma y movimiento de los átomos constituyentes.

Harriot no publicó nada específico referente a sus ideas atomísticas. En otra carta, le escribió a Kepler que no podía filosofar libremente sobre esos temas debido a que enfrentaba el mismo problema que muchos atomistas encontrarían a lo largo del siglo XVII: el atomismo con sus orígenes paganos y ateo era teológicamente sospechoso.

Galileo Galilei (1564 - 1642) creía en los átomos, si bien al igual que los primeros atomistas griegos parecía confundir la idea de la indivisibilidad física con la de tener dimensión física nula, es decir, los consideraba como puntos materiales. Sin embargo, sus ideas lo enfrentaron con la Iglesia. La convicción de la Iglesia romana tanto en la doctrina de la transustanciación —la creencia que el pan y el vino pueden convertirse literalmente en la

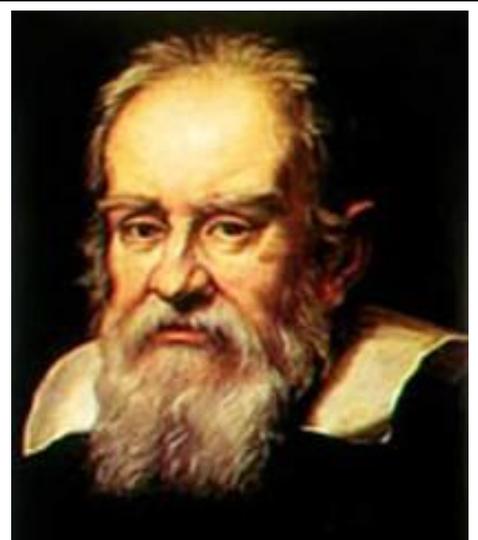


Figura 7.15. Galileo Galilei

¹⁵ Yo lo he conducido a las puertas de la casa de la Naturaleza, donde yacen sus misterios. Si Ud. no puede entrar porque las puertas son muy estrechas, entonces comprímase y contráigase hasta el tamaño de un átomo, y entrará fácilmente.

carne y la sangre de Cristo— como en la existencia del alma como ente inmaterial, eran difíciles de compatibilizar con la teoría de que sólo existen átomos indivisibles y vacío.

Galileo no desarrolló muy bien su concepción de átomo. En su *Discorsi e dimostrazioni ma-*

tematiche intorno a due nuove scienze dio su interpretación del atomismo. Transmitió la impresión de que los átomos, si bien son infinitamente pequeños¹⁶ tienen, dentro de esa escala, distintos tamaños y presentan distintas superficies y que la mayor o menor cohesión entre ellos depende de sus superficies. Sobre la base de esta hipótesis trató de explicar el “*horror al vacío*” razonando que cuanto menor es la masa de un cuerpo mayor es su superficie específica y que en el caso de los sólidos la cohesión de los átomos se debía a la succión del vacío entre superficies infinitamente pequeñas. Por supuesto, estaba en la pista equivocada. Irónicamente, muy poco después de su muerte, su discípulo Evangelista Torricelli (1608 – 1647) fue el primero en

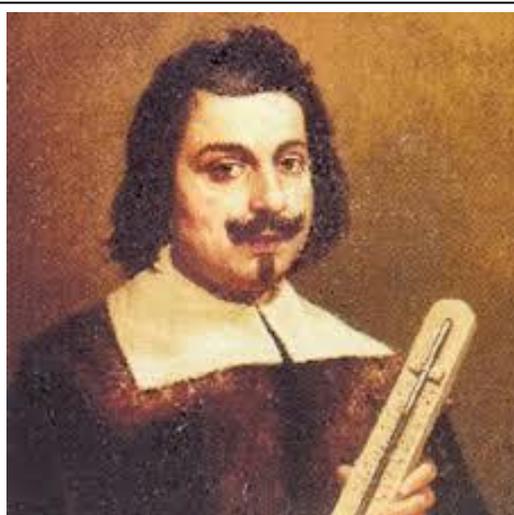


Figura 7.16. Evangelista Torricelli

darse cuenta que las fuerzas de succión eran, en realidad, un resultado de la presión atmosférica. Mediante su clásico experimento de invertir un tubo, de 1,20 m de altura y de estrecha sección, lleno de mercurio en una cubeta conteniendo mercurio y observar que la columna mercurial en el tubo descendía hasta unos 76 cm, Torricelli demostró que podía crearse el vacío, refutando la afirmación aristotélica, “la Naturaleza le tiene horror al vacío”. y, además, probó que la “fuerza del vacío” se debía al peso de la atmósfera¹⁷. Algunos autores¹⁸ fijan, precisamente, el renacimiento del pensamiento atómico con la invención del barómetro por Torricelli. (1643) Esta invención, y la de la bomba de vacío inventada en 1654 por Otto von Guericke (1602 – 1686) —que al extraer el aire de dos semiesferas encastradas no pudieron ser separadas por ocho caballos— hirieron severamente, si no hicieron desaparecer, la hipótesis de la no-existencia del vacío.



Figura 7.17. En el 2014, en el Parque de las Ciencias de Granada, se reprodujo el experimento de Otto von Guericke de 1654. Mediante 8 caballos se intentó separar dos semiesferas unidas a las que se le había hecho el vacío.

¹⁶ Dos Nuevas Ciencias pp. 52 – 53.

¹⁷ Ver “Letter to Michelangelo Ricci concerning the Barometer” (1644) Collected Works Vol. III (1919) en William Francis Magie, A Source Book in Physics (New York: McGraw-Hill, 1935).

¹⁸ J.R. Partington. A History of Chemistry. Mac Millan . 4 vol. 1961 – 1964.

7.14. Pierre Gassendi

Pierre Gassendi (1592 – 1655) es considerado por muchos como el que “revivió” al atomismo, aunque, como acabamos de ver, el atomismo nunca desapareció. Logró que el atomismo fuese mejor comprendido y aceptado, especialmente al separarlo de su identificación con el ateísmo.

La prédica de Gassendi a favor del atomismo fue riesgosa dado que en 1624 el Parlamento de París había sancionado un decreto que establecía que todo aquel que sostuviera públicamente, o enseñara, posiciones opuestas a Aristóteles (incluyendo el atomismo) era pasible de la pena de muerte. Gassendi sobrevivió a esa condena gracias a que tenía amigos muy influyentes. En 1649 publicó

su mayor obra sobre el atomismo, *Syntagma Philosophiae Epicuri*, dividida en tres secciones: Lógica, Física y Ética. Aún antes de exponer acerca de los átomos, Gassendi dedicó tres capítulos a discutir sobre el vacío y su necesidad, extendiéndose en el análisis de los experimentos de Torricelli.

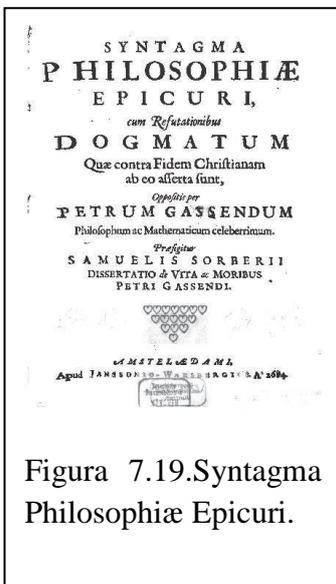


Figura 7.19. Syntagma Philosophiae Epicuri.

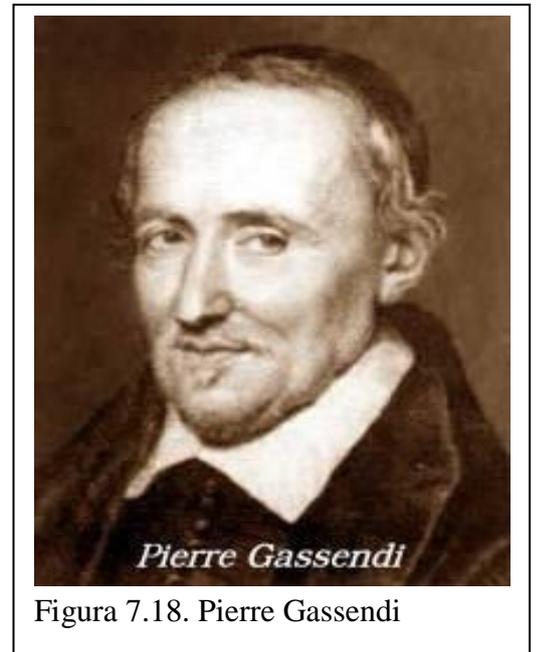


Figura 7.18. Pierre Gassendi

Explayándose en la tesis de Epicuro, Gassendi describió a los átomos diciendo que no pueden ser creados ni destruidos, tienen peso y no pueden ser subdivididos. No son como puntos geométricos sino que tienen un tamaño definido aunque muy pequeño. Donde se diferenció de la concepción griega es en cuanto a su origen: no han existido por siempre sino que fueron creados por Dios. Los átomos no se mueven “*a se ipsis*” (por sí mismos) sino por “*Dei gratia*” (por gracia de Dios). Esta es la idea que intentaba liberar al atomismo del ateísmo.

Todos los fenómenos físicos, afirmaba Gassendi, resultan de los diversos movimientos, figuras y pesos de una enorme cantidad de átomos indivisibles. Él confiaba fuertemente en la existencia de un *effluvia* material que efectuaban las fuerzas de la naturaleza en el mundo físico. Por ejemplo, las atracciones magnéticas y eléctricas eran causadas por exhalaciones de corrientes apropiadas de pequeñísimos corpúsculos de los cuerpos que interactuaban.

Gassendi consideró que los átomos pueden unirse formando grupos a los que llamó “*moleculæ*” o “*corpúscula*”. Sin embargo, estos grupos no se mantienen juntos por fuerzas atractivas sino que están como abrochados.

7.15. René Des Cartes

René Des Cartes (1596 – 1650), sostuvo una concepción diferente a la de Gassendi. El universo cartesiano estaba compuesto de una materia primigenia cuya característica esencial es su extensión.



Figura 7.20. R. Des Cartes.

El espacio posee también extensión y, consecuentemente, difiere de la materia sólo en la imaginación.

Las ideas de Des Cartes fueron completamente opuestas a las de los atomistas, especialmente a las de su maestro Isaac Beeckman. Ya en su tesis doctoral, Beeckman mencionó la necesidad de la existencia de vacío y sostuvo como prueba irrefutable de su afirmación, la capacidad de movimiento que tienen los cuerpos. Sostuvo que todas las cosas están formadas por átomos, los que tienen contornos diversos y esos contornos son los responsables de las cualidades macroscópicas de los cuerpos en que se encuentran. De modo que las diferencias en las formas y en las disposiciones espaciales hacen que algunos cuerpos sean opacos, otros que se pueden pulir hasta

que reflejen la luz y otros se muestran completamente transparentes.

En cambio, Des Cartes insistía en que la materia es infinitamente divisible y, dado que espacio y cuerpo son indistinguibles, no existe “espacio vacío” en la Naturaleza.

Des Cartes sostenía que el movimiento era posible sin necesidad de concebir el vacío. Para demostrarlo, proponía hacer un pequeño agujero en la base de un tonel completamente lleno de líquido, sólo si se hacía otro agujero en la parte superior para que entrara el aire —que para él era una sustancia extensa— el líquido podía salir. De ese experimento concluía que la falta de vacío no impide el movimiento y que el “lleno” es una de las condiciones para que haya movimiento.¹⁹

La de Descartes, es una concepción “plenista” de la naturaleza, en la que los cambios en los cuerpos macroscópicos no se deben a las cualidades, como sostenía Beeckman, sino que son el producto de transformaciones puramente mecánicas.

Buena parte de las concepciones cartesianas sobre la naturaleza de la materia, serían luego sostenidas por Gottfried Leibniz.

En 1644, Thomas Hobbes (1588 – 1679), que era amigo personal de Gassendi, tomó partido de éste contra Descartes. En esta época, Hobbes mostraba una clara creencia en los átomos y el vacío. Publicó su mayor obra, *De corpore*, que empezó a escribir en 1644 —cuando era partidario de Gassendi y los atomistas— pero que fue impresa recién en 1655. Pero para esta época había abandonado su concepción del vacío para creer en la existencia de un éter que impregnaba todo el universo, probablemente, porque la suposición de la existencia de ese medio le facilitaba enormemente sus explicaciones mecanicistas sobre las diversas fuerzas en la naturaleza, especialmente la interacción a distancia.

¹⁹ Des Cartes no se había enterado que en 1643, Torricelli había realizado su clásico experimento.

Después de la decapitación de Carlos I de Inglaterra, en 1649, los *émigrés* comenzaron a retornar a Inglaterra, llevando con ellos la filosofía atómica de Gassendi. Hobbes, Henry y Charles Cavendish, William Petty y otros, nucleados en el llamado “Círculo de Newcastle” fueron sus principales exponentes.

Thomas Hobbes postulaba un atomismo más radical, en el cual el alma del hombre era también material (luego, él le diría al Obispo Bramhall que aún Dios es material y corpóreo, por lo que fue acusado de hereje). Fue Walter Charleton quien trató de refutar las acusaciones de ateísmo que pesaban sobre el atomismo y sus practicantes. En 1654 escribió su *Physiologia Epicuro-Gassendo-Charltoniana* donde explicó que el atomismo epicúreo moderno había sido despojado de sus herejías paganas por la doctrina de Gassendi. Sostuvo que los átomos fueron creados *ex nihilo* por Dios quien les infundió una virtud motriz o “Energía interna”, que es la causa primera de todos los fenómenos naturales y que sólo un Ser Divino podría lograr que un sistema tan complejo como el Universo sea el resultado de millones y millones de átomos individuales.

7.16. Los filósofos mecanicistas

Todas las filosofías mecanicistas, incluyendo el atomismo ortodoxo, dependían, en última instancia, de corpúsculos inobservables cuya interacción era inaccesible a los filósofos naturales en una época en la que el empirismo comenzaba a expandirse por toda Europa. Algunos partidarios de esta filosofía argumentaron que esa falla era inevitable ya que, a nivel atómico, la filosofía natural, o de la “partículas últimas”, la certidumbre estaba excluida de la Física cuyos principios podían deducirse de la observación. Por ello, los partidarios de esas teorías se veían obligados a desarrollar *hipótesis* acerca de los posibles mecanismos internos del mundo natural, si bien las hipótesis tenían que ser consistentes con las experiencias macroscópicas y no debían llevar, por una deducción lógica, a un absurdo.²⁰ Dado que para explicar un hecho experimental se pueden formular hipótesis diferentes, la “Física hipotética”, como modo de explicación adolecía de poca capacidad de convicción en un mundo científico dominado por el empirismo. Eso llevó a que en la segunda mitad del siglo XVII, algunos científicos de peso se mostraran reticentes a aceptar el atomismo, entre ellos varios de los principales referentes de la Royal Society, como Robert Boyle. Otros *fellows* de esa Sociedad se propusieron poner en práctica (aunque no siempre con éxito) su lema *Nullius in verba*, entre ellos, Robert Hooke, Christaan Huygens, Christopher Wren, el propio Isaac Newton y otros. Algunos cifraban sus esperanzas de alcanzar el éxito utilizando los instrumentos ópticos que se estaban desarrollando en esa época. Christopher Wren, por ejemplo, creía que con el perfeccionamiento de los microscopios se podría establecer la forma de agregación de los constituyentes de la materia. Al respecto escribió:

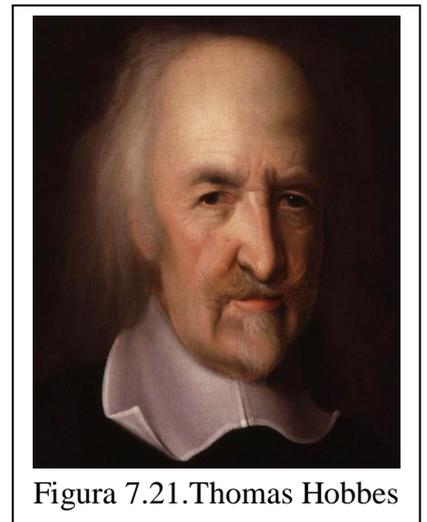


Figura 7.21. Thomas Hobbes

²⁰ “Hypothesis non fingo” fue la famosa frase de Newton para expresar su rechazo a las afirmaciones carentes de base empírica.

And indeed, of all the Arguments which the Learned of this inquisitive Age have busy'd themselves with, the Perfection of these two, Dioptricks, and the Elliptical Astronomy, seem most worthy our Enquiry, For natural Philosophy having of late been order'd into a geometrical Way of reasoning from ocular Experiment, that it might prove a real Science of Nature, not an Hypothesis of what nature might be, the Perfection of Telescopes, and Microscopes by which our Sense is so infinitely advanc'd, seems to be the only Way to penetrate into the most hidden Parts of Nature... ²¹

Pero en el siglo XVII cualquier intento de aislar con certeza un átomo de un elemento estaba condenado al fracaso.

7.17. Robert Boyle

Robert Boyle (1627 - 1691), fue un brillante experimentador que en su juventud estuvo a punto de perecer en un naufragio, a raíz de lo cual experimentó una conversión religiosa. Sin embargo, en los años 1647 – 1652 sus ideas fueron influenciadas por autores del siglo XVI y principios del siglo XVII como Paracelso, Bernardino Telesio, Francis Bacon, Tommaso Campanella y Johann Baptiste van Helmont. En los escritos de esa época, sin reparar en las connotaciones religiosas, Boyle expresó una cierta solidaridad con los “chymists” y expuso sus primeras ideas sobre el atomismo en su trabajo *Of the Atomicall Philosophy* (1652 – 54)²². En este trabajo tomó en gran parte las ideas atomistas de Daniel Sennert.



Figura 7.22. Robert Boyle

Sennert sostuvo que se podía dividir la materia hasta una *mínima naturalia*, aunque Boyle rehusó siempre pronunciarse sobre si esas *minima naturalias* debían considerarse *átomos* en el sentido estricto del término o no. Si bien era partidario de reformar la física hipotética para transformarla en una filosofía experimental, le resultó imposible probar experimentalmente tanto la existencia de los átomos como las hipótesis de Descartes. De allí que quedó a un camino intermedio entre esas dos posiciones extremas y su concepción se conoce como *corpuscularismo mecanicista*. En sus escritos trató de ilustrar las ideas de los filósofos mecanicis-

²¹ Ciertamente, de todos los argumentos con que los eruditos se han ocupado en esta época inquisitiva, el perfeccionamiento de la Óptica y la Astronomía elíptica nos parecen los más valiosos para nuestras investigaciones. Ya que la filosofía natural, habiendo sido últimamente encarada de un modo geométrico racional a partir de experimentos oculares han de probar una Ciencia de la Naturaleza real y no una hipótesis de lo que la Naturaleza podría ser; el perfeccionamiento de los telescopios y microscopios, a través de los cuales nuestros sentidos han estado avanzando infinitamente, parecen ser el único modo de penetrar en las partes más ocultas de la Naturaleza... **Christopher Wren: Parentalia, or Memoirs of the Family of the Wren.** London. 1750. Vol I. Pág. 204.

²² En el manuscrito de este texto, Boyle agregó: “These Papers are without fayle to be burn’t” *Works*, vol.13, pp. 225 – 35. Se supone que, por escribir ese trabajo, Boyle fue criticado como “ateísta”.

tas y, de esta manera, demostrar que la filosofía corpuscular tenía su fundamento en los experimentos. Al respecto escribió

Espero poder al menos hacer algún servicio, que no sea inapropiado, a las filosofías corpusculares ilustrando algunas de sus nociones mediante experimentos sensibles”²³.

Boyle se oponía a las concepciones de los escolásticos y de los seguidores de Paracelso, quienes explicaban las cualidades de un cuerpo (frío, calor, fragilidad, fusibilidad, etc.) a partir de las cualidades propias de cada elemento. Sostenía, en cambio, que las cualidades de los cuerpos eran el producto de las *diferentes agregaciones de partículas* y no de la combinación de las cualidades de las supuestas sustancias elementales. Para demostrarlo repitió un experimento de Sennert. Disolvió plata con ácido nítrico. A la solución de nitrato de plata le agregó carbonato de sodio, precipitando el carbonato de plata. Una vez filtrado, calentó el carbonato de plata en un crisol recuperando la plata metálica. Con esa plata se podía repetir indefinidamente el experimento. De esta manera demostraba que la plata puede perder sus cualidades y sus formas y seguir siendo plata. En su concepción, las propiedades químicas de los cuerpos macroscópicos eran el resultado de las propiedades e interacciones *mecánicas* de los corpúsculos que los forman. Al igual que otros baconianos suponía posible encontrar esa relación, pero una cosa era exponer esta hipótesis y otra comprobarla experimentalmente.

Boyle hizo suya la concepción mecanicista de Des Cartes. Para Des Cartes, el Universo era una suerte de mecanismo de relojería gigante. Según él, el mundo se reduce a materia en movimiento. Su mecanicismo se fundamentaba en unos pocos principios físicos y metafísicos, algunas teorías auxiliares, datos de observación y normas epistemológicas derivadas de sus principios metafísicos.

- i) La esencia de la materia es su extensión.
- ii) La materia es infinitamente divisible.
- iii) Espacio y materia es son dos aspectos de una misma entidad.

Según Des Cartes, hay 3 tipos de partículas, caracterizadas por sus propiedades geométricas y cantidad de movimiento. El primer género de materia se caracteriza por sus dimensiones ínfimas. Son producidas por roces y raspaduras de partículas más grandes y se mueven a tal velocidad que al chocar con otros cuerpos son deshechas a tamaños aún menores. El otro género de materia está constituido por partículas esféricas y muy pequeñas y, por su tamaño, se mueven a velocidades menores y tienen menor probabilidad de desintegrarse e un choque. Un tercer género consta de partes de materia, que, por ser más gruesas y por su figura no son tan apropiadas para el movimiento como las precedentes. Las partes más gruesas forman los planetas, cometas, etc. En los intersticios de este tipo de materia, se encuentra el éter —que es lo que forman los cielos— y en los intersticios del éter, se encuentra la luz —que es lo que forman al Sol y a las estrellas fijas.

²³ *The Works of the Honourable Robert Boyle*, Thomas Birch, (ed.), 6 vols. (London, 1772); reimpresión de la edición de 1744 por George Olms, (1966), Vol. I, pág. 356.

Los principios físicos que constituyen la base de la teoría mecanicista de Des Cartes son:

El Principio de inercia “Cualquier cosa, en tanto que es simple e indivisible, siempre permanece en las mismas condiciones sin cambio a no ser que intervengan fuerzas externas”.²⁴

El Principio de movilidad rectilíneo: “Ninguna porción de materia considerada en si misma (*sin intervención de un agente exterior*) tiende a continuar su movimiento de forma curva sino que lo hace en línea recta”.

El principio de la conservación de la cantidad de movimiento. “Cuando un cuerpo en movimiento se encuentra con otro, si este tiene menos “fuerza” para continuar en línea recta que el otro para oponérsele entonces es reflejado a otro lugar manteniendo su movimiento aunque pierda la dirección del mismo; sin embargo, en caso de tener más fuerza que el otro objeto, entonces lo mueve consigo mismo y pierde tanto movimiento como el que transmite al otro cuerpo”.

Boyle utilizó esta concepción para justificar el movimiento que hacen los “corpúsculos” del aire cuando se comprime o se expande sin comprometerse en la aceptación de la existencia del vacío.

En la profusa obra de Boyle, no hay ninguna mención al vacío. Sólo tomando en cuenta la profunda religiosidad de Boyle puede entenderse como, luego de comprobar experimentalmente las relaciones de compresibilidad del aire, se resistía a aceptar la idea del vacío.

Boyle llevó a cabo una gran variedad de experimentos mediante los cuales comprobó que los ni los elementos aristotélicos ni los de los alquimistas eran tales. Más aún en toda su obra no hay mención a una sustancia simple a la cual él haya considerado un “elemento”

Entonces ¿de dónde surge la tan conocida definición de elemento atribuida a Boyle?

En su libro *THE SCEPTICAL CHYMIST: Or CHYMICO – PHYSICAL Doubts & Paradoxes Touching The SPAGIRIST’S PRINCIPLES Commonly Call’d HYPOSTATICAL As They Are Wort To Be Propos’d And Defended By The Generality Of ALCHYMIST*, Boyle se explaya en argumentos para rebatir las teorías de la existencia de principios o elementos aristotélicos o paracélicos que se encuentren en todos los cuerpos mixtos. En la página 350 de este libro menciona la definición de “elemento” o “principio” que daban los químicos de la época:

*“And to prevent mistakes, I must advertize You, that I now mean by Elements, as those Chymists that speak plainest do by their Principles, certain Primitive and Simple, or perfectly unmingled bodies, which not being made of any other bodies, or of one another, are the Ingredients of which all those call’d perfectly mixt Bodies are immediately compounded and into which they are ultimately resolved: now whether there be any one such body to be constantly met with in all, and each, of those that are said to be Elemented bodies, is the thing I now question.”*²⁵

²⁴ Este enunciado fue formulado por Des Cartes en 1644, pero se le atribuye a Newton quien lo publicó en sus *Principia* en 1687

²⁵ Y para prevenir confusiones, debo advertirles que ahora llamo elementos, como lo que los químicos expresan lla-

Nótese que no da una definición propia de “elemento” sino que, para exponer sus argumentos, toma la que usan “aquellos químicos que hablan llanamente de sus principios” como cuerpos simples y que forman *todos* los compuestos.

En la parte final de este párrafo, Boyle también se pregunta si existe o no un cuerpo elemental que esté presente en *todos* los cuerpos. Es decir, se pregunta si existe un “átomo ladrillo”. Si, realmente, el sustrato último de la materia estaba constituido por corpúsculos homogéneos, que sólo difieren en su disposición, eso explicaría la transmutación.

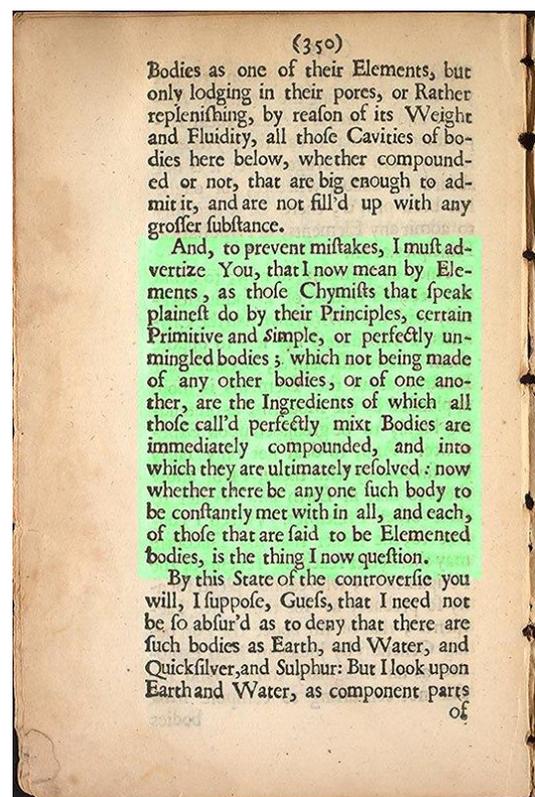
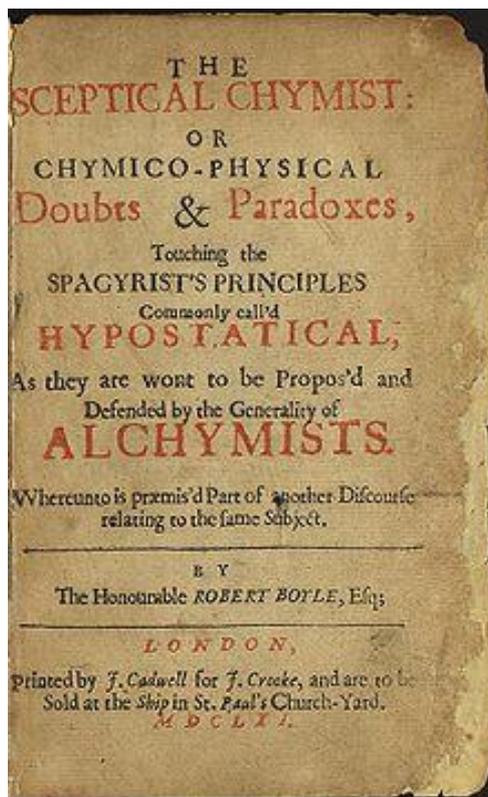


Figura 7.23. *The Sceptical Chymist* y la página 350.

La posibilidad de la transmutación chocaría frontalmente con la tesis sostenida por los atomistas de que los átomos son inmutables²⁶.

namente como principios, a ciertos cuerpos primitivos y simples perfectamente puros y sin mezcla; que no están formados por ningún otro cuerpo, ni unos por otro, que son los ingredientes a partir de los cuales se componen todos los que llamamos mixtos perfectos, y en los que finalmente estos se pueden descomponer: y lo que me pregunto ahora es si existe un cuerpo de este tipo que se encuentre de manera constante en todos, y en cada uno, de los que consideramos constituidos por elementos.

²⁶ De hecho, en su trabajo *Of a Degradation of Gold made by an anti-elixir: a strange chymical narrative*. London, 1678; Boyle sostuvo haber logrado la transmutación del oro en un metal vil.

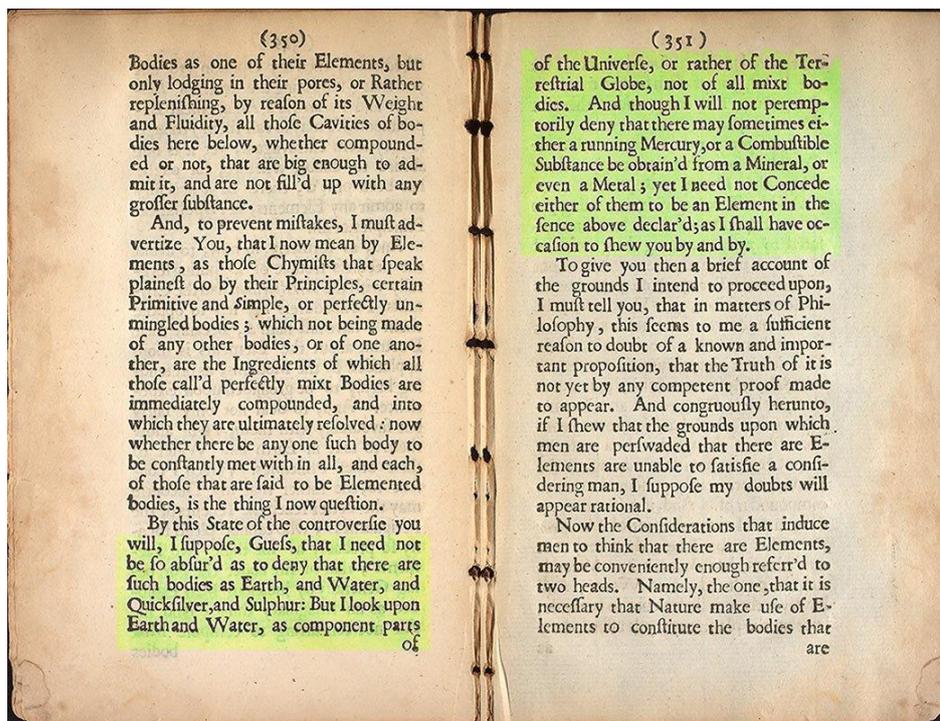


Figura 7.24. *The Sceptical Chymist*, páginas 350 y 351.

Refiriéndose a la existencia de cuerpos simples, Boyle expresó:

*I need not be so absur'd as to deny that there are such bodies as Earth, and Water, and Quick-silver, and Sulphur: But I look upon Earth and Water, as component parts of the Universe, or rather of the Terrestrial Globe, not of all mixt bodies. And though I will not peremptorily deny that there may sometimes either a running Mercury or a Combustible Substance be obtain'd from a Mineral, or even a Metal; yet I need not Concede either of them to be an Element in the sence above declar'd; as I shall have occasion to shew you by and by.*²⁷

Más adelante, Boyle explica que, a través de sus experimentos con zapallos, menta y otros vegetales, él ha comprobado la transmutación del agua:

*For by those experiments its seems evident that Water may be Transmuted into all the other Elements, for whence it may be inferr'd, both, That 'tis not every Thing Chymists will call Salt, Sulphur, or Spirit, that needs always be a Primordiate and Ingenerable body.*²⁸

²⁷ No voy a ser tan absurdo de negar que hay tales cuerpos, como la tierra y el agua y el mercurio y el azufre: pero considero a la tierra y el agua como partes componentes del Universo, o mejor del Globo terrestre, y no como parte de todos los cuerpos mixtos. Y si bien no voy a negar imperiosamente que, a veces, pueda obtenerse mercurio o una sustancia combustible de un mineral, o aún de un metal, no necesito conceder que cualquiera de ellos sea un elemento en el sentido más arriba declarado (como constituyente de todos los cuerpos mixtos), como tendré ocasión de mostrarle una y otra vez.

²⁸ Mediante esos experimentos, resulta evidente que el agua puede ser transmutada en todos los otros elementos, de donde se puede inferir que no cada una de las cosas que los químicos llaman sal, azufre o espíritu necesita ser siempre un cuerpo primordial e ingenerable.

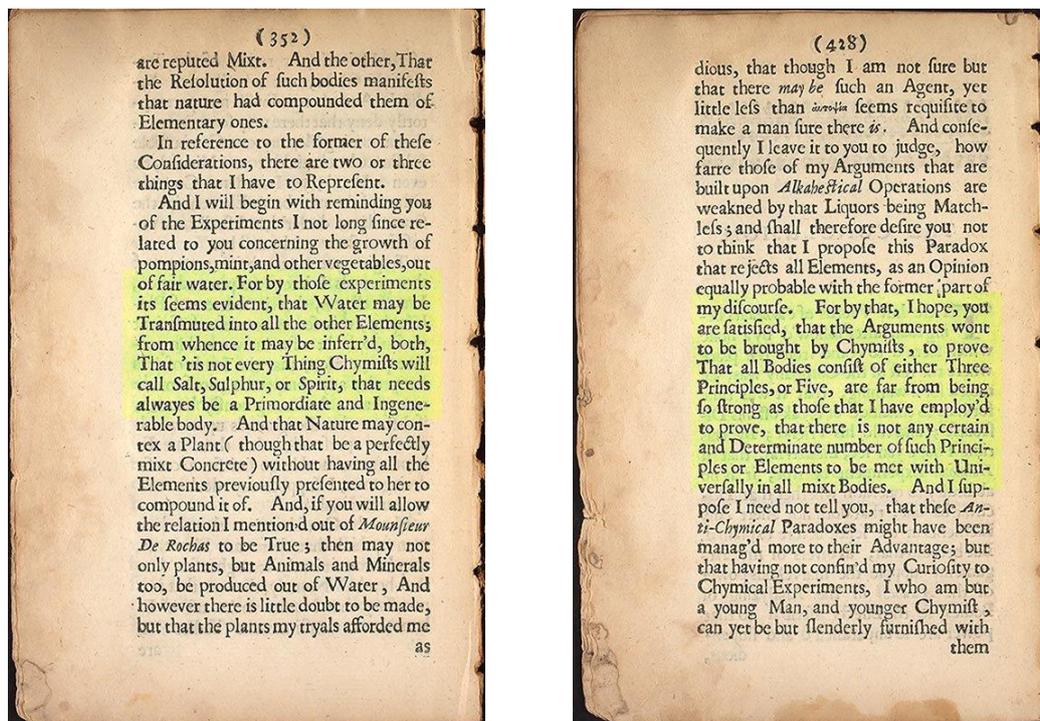


Figura 7.25. *The Sceptical Chymist*, páginas 352 y 428.

The Sceptical Chymist, más que un intento de establecer nuevos conceptos sobre la constitución de la materia, trata de probar que no existe un número reducido de principios que constituyan todos los cuerpos. En la “Conclusión” Boyle expresa:

*For by that, I hope, you are satisfied, that the Arguments wont to be brought by Chymists, to prove That all Bodies consist of either Three Principles, or Five, are far from being so strong as those that I have employ'd to prove, that there is not any certain and Determinate number of such Principles or Elements to be met with Universally in all mixt Bodies.*²⁹

Boyle no intentó dar una definición novedosa de elemento, (como lo haría posteriormente Lavoisier). Sólo explicitó la formulada en 1632 por Joachim Junge³⁰ y otros alquimistas de la época.

En la opinión de Junge se requería una concepción distinta de las ciencias naturales en cuanto a la existencia de un número finito de principios. Sostuvo que, así como la geometría euclidiana se basa sobre un pequeño número de entidades básicas, las ciencias naturales deberían estructurarse tan axiomáticamente como lo es la geometría. Insistió en que sólo la experiencia sensorial y una metodología inductiva podían conducir a la identificación de esas “unidades últimas de la realidad”. Encontró que fibras textiles, o superficies pulidas, que a simple vista parecían homogéneas resulta-

²⁹ Por lo tanto, espero que estén satisfechos, con que los argumentos que acostumbran a usar los químicos para probar que todos los cuerpos consisten en tres principios, o cinco, distan mucho de ser tan fuertes como los que he empleado para probar que no hay ninguna certidumbre y número determinado de tales principios o elementos que puedan encontrarse universalmente en todos los cuerpos mixtos

³⁰ **Joachim Junge**. “Experimente und Gedanken zur Begründung der Chemie als Wissenschaft.” Analizado por Hans Kangro: “Ein Beitrag zur Geistesgeschichte des siebzehnten Jahrhunderts”, *The British Journal for the History of Science* 4 (4) (1969), 409 – 411.

ban heterogéneas cuando las observaba con el *anchiscopium*. Junge, llegó a establecer que hay un número de sustancias (plata, oro, mercurio, azufre, sal, antimonio y algunas otras), que no podían ser sujetas a posteriores *diacrisis*, como por ejemplo, mediante ácidos o el fuego. De modo que postuló que eran realmente homogéneas y, por lo tanto, elementos verdaderos.

No obstante los múltiples experimentos químicos que Boyle realizó, en ninguna de sus publicaciones hizo referencia explícita a qué cuerpos él pudiese considerar como elementos. Sólo al comentar que había repetido el experimento del sauce de van Helmont³¹ concluyó que la materia que formaba su planta provenía principalmente de *polvo del aire*. Su concepción baconiana lo hizo dudar si cada elemento entra o no en la constitución de todos los cuerpos, de la función del elemento en las reacciones químicas e incluso de la existencia de esos cuerpos “elementales”. Su empirismo lo llevó a ser escéptico respecto a la posibilidad de desarrollar una teoría, aristotélica, parceliana o cartesiana, de la naturaleza íntima de la materia y sus transformaciones sobre la base de experimentos químicos.

En una carta fechada un día antes de la muerte de Boyle, Leibniz le dijo a Huygens³² que estaba “asombrado” por el hecho de que Boyle “que había realizado tan detallados experimentos no haya llegado a (exponer) alguna teoría química luego de haber meditado tanto tiempo sobre ellos. Sino que, en sus libros, y por todas las consecuencias que extrajo de sus observaciones, él concluyera solamente en lo que todos sabemos, que todo ocurre mecánicamente”.

“Sus libros” como le hizo notar Huygens a Leibniz a la muerte de Boyle “están llenos de experimentos. Pero la experimentación era lo único que a Boyle realmente le interesaba”³³. Él tenía un cierto fervor en propagar la concepción corpuscularista, pero no estaba interesado en construir una teoría detallada sobre la relación entre los átomos y las propiedades químicas.

7.18. Isaac Newton

Ya más avanzado el siglo XVII, Isaac Newton (1642 - 1727) expuso una perspectiva corpuscularista. Esta opinión no sólo se limitaba a la materia perceptible como tal sino que incluía hasta los fenómenos luminosos. La comprobación experimental de Newton de que la difracción de la luz “blanca” da lugar a un conjunto de haces de diversos

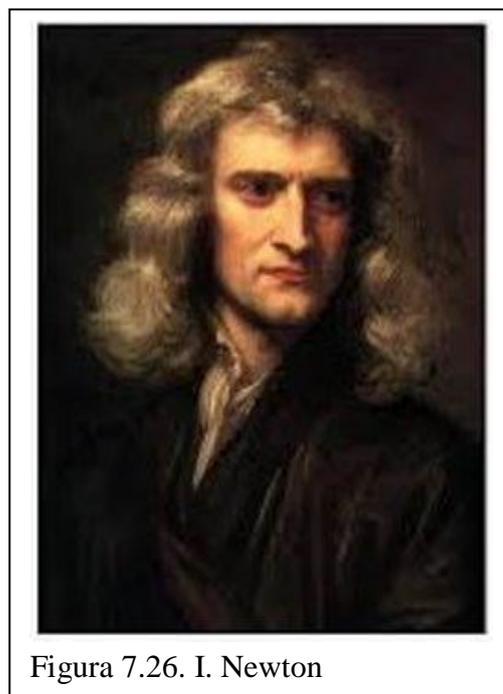


Figura 7.26. I. Newton

³¹ En vez del sauce, Boyle usó una planta de caña que empleaba un tiempo menor para crecer (*The Sceptical Chymist...* 1661. p. 107)

³² Leibniz a Huygens, 29 de diciembre de 1691, en Huygens, Christiaan., 1888, *Oeuvres Complètes*, 30 vols., La Haye: Martinus Nijhoff, 1888-1950 Vol 10 p. 228).

³³ Huygens, Christiaan., 1888, *Op. cit.* Vol 10. p. 239.

colores que van desde el rojo al azul, lo llevó a razonar que siendo el color una *cualidad* y que sólo los objetos poseen cualidades, la luz es de naturaleza material consistente en pequeñísimas partículas materiales emitidas por los cuerpos luminosos. Sobre esta base pensó que esas partículas podrían recombinarse formando materia sólida. En consecuencia, los cuerpos consistentes y la luz eran interconvertibles. Por ello, las partículas de la luz y las de los cuerpos sólidos interactuaban: la luz agitando y calentando a las de los cuerpos y estos últimos atrayendo o repeliendo a la luz. Curiosamente, Newton aceptó la idea de la polarización de la luz, fenómeno característico de las perturbaciones ondulatorias.

En su *Óptica* (libro 3 Parte 1) Newton expresó:

Quest. 31. *Have not the small Particles of Bodies certain Powers, Virtues, or Forces, by which they act at a distance, not only upon the Rays of Light for reflecting, refracting, and inflecting them, but also upon one another for producing a great Part of the Phænomena of Nature?*

*For it's well known, that Bodies act one upon another by the Attractions of Gravity, Magnetism, and Electricity; and these Instances shew the Tenor and Course of Nature, and make it not improbable but that there may be more attractive Powers than these. [...] For we must learn from the Phænomena of Nature what Bodies attract one another, and what are the Laws and Properties of the Attraction, before we enquire the Cause by which the Attraction is perform'd. The Attractions of Gravity, Magnetism, and Electricity, reach to very sensible distances, and so have been observed by vulgar Eyes, and there may be others which reach to so small distances as hitherto escape Observation; and perhaps electrical Attraction may reach to such small distances, even without being excited by Friction.*³⁴

De hecho, si bien las fuerzas que ligan a los átomos en las moléculas no pueden entenderse propiamente sin la mecánica cuántica, muchas de esas fuerzas son fuerzas eléctricas de corto rango – fuerzas entre cuerpos que carecen de carga eléctrica neta pero tienen distribución su carga eléctrica. Esas fuerzas pueden caracterizarse como “*atracción eléctrica ejercida a muy pequeñas distancias*”. Llama la atención que Newton dejó la puerta abierta para el descubrimiento de otras fuerzas de corto rango, las que fueron finalmente descubiertas en la década de 1930.

³⁴ “Cuestión 31 ¿No tienen las pequeñas partículas de los cuerpos ciertas potencias, virtudes o fuerzas mediante las cuales actúan a distancia, no sólo en los rayos de luz, reflejándolos, refractándolos e inflectándolos, sino también produciendo, unas sobre otras, una gran parte de los fenómenos de la Naturaleza?”

“Bien se sabe que los cuerpos actúan unos sobre otros por la atracción de la gravedad, magnetismo y electricidad y esas instancias muestran el tenor y curso de la Naturaleza y hace que no sea improbable que haya más fuerzas atractivas que esas... Por lo que debemos estudiar de los fenómenos de la Naturaleza qué cuerpos se atraen unos a otros y cuáles son las leyes y propiedades de la atracción antes de inquirir la causa por la cual esa atracción se lleva a cabo. Las atracciones de la gravedad, magnetismo y electricidad se ejercen a distancias muy sensibles y así se han observado a simple vista y debe haber otras que se ejercen a distancias tan pequeñas que, hasta la fecha, escapan a la observación y quizás la atracción eléctrica pueda ejercerse a tan pequeñas distancias aún sin ser excitadas por fricción”. Newton, I. *Opticks*, Libro 3, Parte 1. 4ª edición, London, 1730, pp. 375 – 376.

Newton desarrolló el argumento que suponer la existencia de fuerzas de atracción entre partículas sugiere explicaciones muy naturales para varios fenómenos físico - químicos, como la deliquesencia, la facilidad de destilación y el calor de disolución.

For when Salt of Tartar runs per Deliquium, is not this done by an Attraction between the Particles of the Salt of Tartar, and the Particles of the Water which float in the Air in the form of Vapours?

*And whence is it but from this attractive Power that Water which alone distils with a gentle luke-warm Heat, will not distil from Salt of Tartar without a great Heat? [...] and when Water and Oil of Vitriol poured successively into the same Vessel grow very hot in the mixing, does not this Heat argue a great Motion in the Parts of the Liquors? And does not this Motion argue, that the Parts of the two Liquors in mixing coalesce with Violence, and by consequence rush towards one another with an accelerated Motion?*³⁵

Evidentemente, Newton se había dado cuenta que el calor es movimiento molecular y como este calor es generado cuando moléculas disímiles que se atraen unas a otras son mezcladas, de modo que su energía potencial se traduce en energía cinética cuando se mueven unas hacia las otras.

Una pregunta interesante la formuló en la *Cuestión 30*

Are not gross Bodies and Light convertible into one another, and may not Bodies receive much of their Activity from the Particles of Light which enter their Composition? ...

The changing of Bodies into Light, and Light into Bodies, is very conformable to the Course of Nature, which seems delighted with Transmutations...³⁶

A pesar de la visión aguda de Newton debemos tener presente que Newton no creía en el movimiento de las partículas gaseosas. Si el movimiento es energía y esa energía provoca calor, el hecho que una masa gaseosa permanezca a temperatura constante le hizo pensar que los átomos de un gas permanecen en forma más o menos estática y que la presión que ejercen proviene de la repulsión mutua entre partículas vecinas.

³⁵ “Por cuanto la sal del tártaro corre *per deliquium*, ¿esto no está provocado por la atracción entre las partículas de la sal del tártaro y las partículas de agua que flotan en el aire en la forma de vapores?...”

“¿Y de donde viene, si no es de su fuerza atractiva, que el agua que destila sola con el calentamiento suavemente templado, no destila de la sal del tártaro sin un gran calentamiento? ... Y cuando el agua y el aceite de vitriolo se vuelcan sucesivamente en el mismo recipiente crece mucho la temperatura en la mezcla, ¿acaso esta temperatura no argumenta un gran movimiento en las partes de los licores? Y acaso este movimiento no argumenta que las partes de los dos licores en la violenta mezcla coalescente no se precipitan unas hacia las otras con un movimiento acelerado?” Newton, I. *Opticks*, Libro 3, Parte 1. 4ª edición, London, 1730, p. 378.

³⁶ ¿Acaso la luz y los cuerpos voluminosos no son convertibles unos en otros y acaso los cuerpos voluminosos no reciben mucha de su actividad de las partículas de la luz, las que entran en sus composiciones? ...

El cambio de cuerpos en luz y de luz en cuerpos está muy de acuerdo con el curso de la Naturaleza, la que parece estar encantada con las transmutaciones ... ”*Idem*. P. 374.

Newton era extremadamente corpuscularista. Creía firmemente que tanto la luz como la materia estaban formadas por partículas materiales³⁷ —dos siglos y medio después, la teoría dualista de la luz le daría una cuota de razón— y estaba convencido que buena parte de la Química podía ser explicada en términos de la mecánica de corpúsculos. Sin embargo, para él había algo más importante y más difícil de explicar, una suerte de espíritu vital que era la base de la vida y que estaría de algún modo conectado con los elementos de los alquimistas: el mercurio, la sal y el azufre. Creyó que estos eran la llave para descubrir la manera en que Dios le dio forma al Universo. Sostenía que la mera interacción mecánica entre los corpúsculos no podría generar las riquísimas variedades de la vida. Esto hizo que, especialmente cuando fue nombrado *Master of the Mint*³⁸ se dedicara de lleno al estudio de la Alquimia para descifrar el misterio de la creación divina del Universo. Según algunos autores³⁹ Newton “puso a prueba toda la vasta literatura de la antigua alquimia como nunca había sido experimentada anteriormente o después”. Utilizó en sus investigaciones las más precisas medidas cuantitativas que, sin embargo, no le dieron la noción de la conservación de la masa sobre la que trabajaría Lavoisier un siglo después —probablemente porque Newton no contabilizaba los distintos gases absorbidos o emitidos a los que consideraba incidentales y no realmente importante para sus reacciones, o porque no tenían un olor muy grato⁴⁰.



Figura 7.27. Daniel Bernoulli

Newton pagó un alto precio por su curiosidad científica. Una intoxicación mercurial obligo a internarlo durante un par de años y, según sus historiadores, su capacidad intelectual quedó resentida⁴¹.

Daniel Bernoulli (1700 - 1782) fue uno de los científicos más relevantes del siglo XVIII. Hijo y nieto de científicos famosos, ganador 10 veces del Gran Premio de la Academia de París, siguiendo a Newton adhirió a la teoría corpuscular de la materia. En 1734 escribió en San Petesburgo su obra más famosa; “*Hydrodinámica*”, aunque se publicó recién en 1738. En el Capítulo X discutió las bases de la teoría cinética de los gases, estableciendo las leyes básicas del comportamiento gaseoso. A diferencia de Newton sostuvo que la presión era el resultado de los múltiples choques de los átomos contra las paredes del recipiente que los contiene. También expuso, aunque no con todos los detalles, que cuando la presión es elevada las interacciones entre los átomos afectan a la presión. Además hizo notar la importancia relativa del volumen propio de los átomos al volumen total. Estas observaciones serán las bases de la ecuación que en 1873 enunciaría Johan Diderick van der Waals.

³⁷ Dado que en su concepción sólo existían partículas y vacío, uno de sus grandes problemas fue explicar la “acción a distancia”

³⁸ Administrador de la Royal Mint, Organismo dedicado a la acuñación de moneda en Inglaterra y Escocia.

³⁹ Richard Westfall “Never at Rest”. pp. 290

⁴⁰ Una receta para preparar fósforo que Newton tomó de Boyle, comenzaba con “Tome un barril de orina ...” Richard Westfall “Never at Rest”. p. 285.

⁴¹ Johnson, L.W., and M.L. Wolbarsht. 'Mercury Poisoning: A Probable Cause of Isaac Newton's Physical and Mental Ills.' Notes and Records of the Royal Society 34 (1979): 1 – 9.

7.19. Antoine Laurent Lavoisier

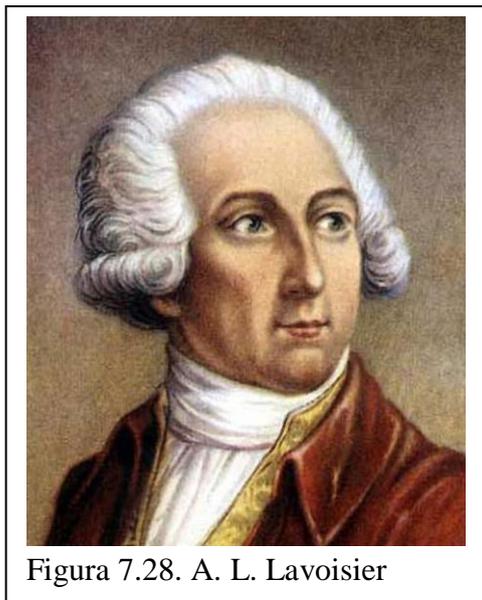


Figura 7.28. A. L. Lavoisier

El primer paso realmente importante hacia la química cuantitativa moderna fue dado por Antoine Laurent Lavoisier (1743 - 1794) hacia fines del siglo XVIII. Él comprendió que la combustión es una reacción química entre un material que se quema y un componente del aire. Llevando a cabo reacciones químicas en recipientes cerrados de manera de poder cuantificar las masas de las sustancias actuantes, comprobó que la masa final de todos los productos era igual a la masa total de los reactantes. Esto lo indujo a pensar la Química en términos de átomos indestructibles e increables. Mediante una experimentación cuidadosa estableció que el agua pura no se transmuta en tierra por calentamiento, como se suponía desde hacía largo tiempo. Repitió en forma cuantitativa y meticulosa los experimentos de Cavendish para analizar las propiedades del hidrógeno, constató la experiencia de Cavendish de que el agua no es un elemento. Corroboró la afirmación de Robert Hooke de que el fuego no es un elemento y los experimentos de Joseph Priesley de que el aire tampoco es, sino que es una mezcla de dos componentes, uno de los cuales ayuda a la respiración y a la combustión al que bautizó “aire vital” “aire eminentemente respirable” y, más tarde, “oxígeno”. En 1783, conjuntamente con Laplace usó por primera vez un conejo de la India para medir cuantitativamente la relación entre el oxígeno inspirado y el dióxido de carbono producido. Su obra, lamentablemente interrumpida por la guillotina, hizo que quedase completamente descartada, por medio del análisis, la teoría aristotélica de los cuatro elementos.

Corroboró la afirmación de Robert Hooke de que el fuego no es un elemento y los experimentos de Joseph Priesley de que el aire tampoco es, sino que es una mezcla de dos componentes, uno de los cuales ayuda a la respiración y a la combustión al que bautizó “aire vital” “aire eminentemente respirable” y, más tarde, “oxígeno”. En 1783, conjuntamente con Laplace usó por primera vez un conejo de la India para medir cuantitativamente la relación entre el oxígeno inspirado y el dióxido de carbono producido. Su obra, lamentablemente interrumpida por la guillotina, hizo que quedase completamente descartada, por medio del análisis, la teoría aristotélica de los cuatro elementos.

Gracias a la concepción impuesta por Lavoisier de que el objetivo de la Química es descifrar la relación entre las propiedades de la materia y su naturaleza mediante el análisis cuantitativo, la Química cobró un impulso notorio. En su *Traité*, escribió:

« *La Chimie marche donc vers son but & vers sa perfection, en divisant, subdivisant, & resubdivisant encore & nous ignorons quel sera le terme de ses succès. Nous ne pouvons donc pas assurer que ce que nous regardons comme simple aujourd'hui le soit en effet : tout ce que nous pouvons dire , c'est que telle substance est le terme actuel auquel arrive l'analyse chimique , & qu'elle ne peut plus se subdiviser au-delà dans l'état actuel de nos connaissances. ...* »⁴²

A partir de las enseñanzas de Lavoisier, las balanzas, los “bertholímetros”, los “eudiómetros”, pasan a ser instrumentos infaltables en cualquier laboratorio y de esta manera se llegan a enunciar varias “leyes” empíricas que se conocen, hoy en día, con el nombre de “Leyes gravimétricas”.

⁴² La química avanza hacia su objetivo, dividiendo, subdividiendo y volviendo a subdividir y no sabemos cuál será el término de ese suceso. No podemos asegurar que lo que hoy consideramos como sustancia simple lo sea en efecto: todo lo que podemos decir, es que tal sustancia es el término actual al que arriba el análisis químico y que, en el estado actual de nuestros conocimientos, ella no puede subdividirse más. **Lavoisier, A. L.**, *Traité élémentaire de Chimie*, T. 1, Couchet, Paris, (1789), p. 194.

Estas leyes enuncian relaciones entre *masas* de distintas sustancias en distintos procesos de síntesis, descomposición o combinación.

Los enunciados de estas leyes, que suelen ser un trabalenguas para nuestros estudiantes, fueron la base del establecimiento de una teoría acerca de la naturaleza de la materia que, si bien ha sido completamente reinterpretada, permitió un avance espectacular en el desarrollo de la Química.

Las leyes gravimétricas se asientan en una ley empírica enunciada por Lavoisier referida a la constancia de la masa en los procesos químicos:

« ... car rien ne se crée, ni dans les opérations de l'art, ni dans celles de la nature, et l'on peut poser en principe que, dans toute opération, il y a une égale quantité de matière avant et après l'opération ; que la qualité et la quantité des principes est la même, et qu'il n'y a que des changements, des modifications.

*C'est sur ce principe qu'est fondé tout l'art de faire des expériences en Chimie. »*⁴³

Enunciada como “ley empírica de la indestructibilidad de la materia” en el texto citado, su traducción a un lenguaje contemporáneo puede expresarse como:

“ La masa de un sistema aislado permanece constante cualquiera sea las transformaciones físicas o químicas que en él ocurran ”

7.20. Jeremiah Benjamin Richter

Otras de las leyes gravimétricas fue enunciada por Jeremiah Benjamin Richter (1762 - 1807) quien encontró una relación matemática entre los “equivalentes” de una misma sustancia al reaccionar con sustancias diferentes. En esa época se entendía por “equivalente” a la masa de un ácido requerida para neutralizar una masa dada de álcali. Hoy en día se ha extendido el concepto llamando equivalente a la masa de un elemento que se combina con (o que sustituye a) 1,0 g de hidrógeno, u 8 g de oxígeno o 35,5 g de cloro en un determinado compuesto.

En el año 1795⁴⁴ Richter enunció; “*Si P es la masa de un elemento determinante y a, b, c, d, e, etc.; las masas por él de-*



Figura 7.29 . J. B. Richter

⁴³ Porque nada se crea, ni en las operaciones del arte, ni en las de la Naturaleza, es que podemos poner como principio que en toda operación hay una cantidad igual de materia antes y después de la operación; que la calidad y la cantidad de los principios es la misma y que sólo hay intercambios, modificaciones.

Es sobre este principio que está fundamentado todo el arte de hacer experimentos en Química. **Lavoisier, A. L.**, *Traité élémentaire de Chimie*, T. 1, Couchet, Paris, (1789), p. 141.

⁴⁴ Ueber die Neuern Gegenstände der Chymie, 1795, IV, 67

terminados y si Q es la masa de otro elemento determinante y $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$, etc., representan las masas del mismo elemento y si, las masas de compuestos neutros $P + a$ y $Q + \beta$, $P + a$ y $Q + \gamma$, $P + c$ y $Q + \delta$, $P + a$ y $Q + \varepsilon$, etc. se descomponen por doble afinidad, de modo que los productos resultantes sean neutros, se verifica que las masas a, b, c, d, e , etc., tienen entre sí las relaciones cuantitativas iguales a las correspondientes entre las masas $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$, etc., o inversamente”. Muy claro ¿no? Este jeroglífico, traducido al lenguaje químico moderno dice que

“Los equivalentes químicos de un mismo elemento en compuestos distintos guardan entre sí una relación sencilla”.

En 1802 Ernst Gottfried Fischer (1754 – 1831) tradujo al alemán el libro de Berthollet *Recherches sur les Lois de L’Affinité* en el cual agregó una tabla única de pesos equivalentes de ácidos y bases referidos a 1000 partes de ácido sulfúrico⁴⁵. Esta tabla se reproduce parcialmente en la Figura 7.30. De la tabla se observa, por ejemplo, que para neutralizar 859 partes en peso de soda (NaOH) se requieren 427 partes en peso de lo que se llamaba en ese entonces ácido fluórico (HF), 577 partes en peso de ácido carbónico (H₂CO₃), etc., o para neutralizar 1405 partes en peso de ácido nítrico (HNO₃) se requieren 525 partes en peso de alúmina (Al₂O₃.H₂O), 615 partes en peso de magnesia (Mg(OH)₂), etc.

Richter mismo publicó una tabla en el año 1803 que contenía 18 ácidos y 30 bases. Estas determinaciones experimentales, en el siglo siguiente, ayudarían a determinar los pesos atómicos de algunos elementos.

Bases		Ácidos	
Alúmina	525	Fluórico	427
Magnesia	615	Carbónico	577
Amoníaco	672	Muriático	712
Cal	793	Oxálico	755
Soda	859	Fosfórico	979
Estronciana	1329	Sulfúrico	1000
Potasa	1605	Nítrico	1405
Barita	2222	Acético	1480

Figura 7.30. Tabla de equivalentes de Fischer.

7.21. Joseph Louis Proust

Otro de los científicos que contribuyó a la elucidación de las características de los átomos de los elementos fue Joseph Louis Proust (1754 - 1826). Él realizó un gran número de investigaciones sobre la composición de sustancias minerales de origen natural y artificial y encontró que varios me-

⁴⁵ Ueber die Gesetze der Verwandtschaft. Claude Louis Berthollet. Berlin. 1802. p.229

tales pueden formar más de un óxido y más de un sulfuro, cada uno de los cuales tiene una composición definida. En 1797 enuncia explícitamente lo que hoy se conoce como la *Ley de las proporciones constantes* de la siguiente forma: “*Debemos reconocer una mano invisible que maneja la balanza en la formación de los compuestos. Un compuesto es una sustancia a la cual la naturaleza asigna relaciones fijas, o sea un ser al cual la Naturaleza crea siempre con una balanza en la mano, pondere et mesura*”. En nuestro lenguaje moderno:

“*Cada sustancia tiene una composición en peso definida*”.

Esta ley encontró una encendida oposición en Claude Louis Berthollet (1748 - 1822) quien, a través de su libro *Statique Chimique*, sostenía que: “*Los metales como el cobre, estaño y plomo, al ser calentados al aire pueden absorber oxígeno continuamente en proporciones que van aumentando hasta un cierto límite superior fijo, dando de este modo, una serie continua de óxidos, como queda evidenciado, en el caso del plomo, por el cambio de color.*”

Proust, en una serie de artículos que aparecieron entre 1802 y 1808, demostró que esos óxidos eran mezclas de un número pequeño de óxidos definidos y distinguió cuidadosamente entre mezclas (*mélanges*) y soluciones (*dissolutions*) por una parte y compuestos químicos (*combinaisons*) por otra. Así, de esta manera, los términos de la supuesta serie de óxidos de estaño eran mezclas de dos óxidos definidos, el subóxido (80 % de estaño y 20 % de oxígeno) y del protóxido (estaño 72% oxígeno 28%). Analizando sulfuros metálicos encontró casos análogos de mezclas.

También refutó Proust las opiniones de Berthollet sobre la composición variable de ciertas sales de cobre, de nitratos de mercurio, etc. Sin embargo, no pudo refutar empíricamente la hipótesis de Berthollet según la cual las aleaciones metálicas y los vidrios eran “compuestos” formados en proporciones indefinidas⁴⁶.

En los albores del siglo XIX, no sólo Proust sino un gran número de químicos habían reconocido que los elementos pueden combinarse en más de una proporción para dar compuestos distintos. Sin embargo, no llegaron a establecer claramente las relaciones entre las masas de un elemento que se combinaba con la misma masa de otro formando compuestos distintos. Sería Dalton el que llegara por primera vez a una conclusión correcta al respecto lo que le permitió el “salto creativo” hacia la enunciación de su Teoría Atómica.



Figura 7.31. J. L. Proust

⁴⁶ Hoy en día se conoce un gran número de sustancias naturales (por ejemplo, muchos silicatos) y un elevado número de sustancias artificiales que no tienen composición definida, a pesar de lo cual se las considera “sustancias”. Los compuestos que tienen composición definida se llaman “daltónidos” en homenaje a Dalton quien fue un firme defensor de la teoría de Proust. Las sustancias que tienen composición variable se llaman “berthólidos” en homenaje a Berthollet.

Bibliografía:

Katz, M., (2016): *Temas de historia de la Química*, ebook, A.Q.A., Buenos Aires.

Leicester, H. M., (1956): *The Historical Background of Chemistry*. John Wiley & Sons. Ltd. Toronto.

Partington, J. R., (1945): *Historia de la Química*. Espasa – Calpe Argentina S.A., Buenos Aires.

Perrin, J., (1948): *Los Principios de la Química Física*, Espasa Calpe Argentina S.A, Buenos Aires.

Thomson, T., (1831): *The History of Chemistry*, Vol. II. Colburn & Bentley, London.

VIII. JOHN DALTON Y LA TEORÍA ATÓMICA



Figura 8.1. John Dalton

8.1. John Dalton

Dalton nació en Eaglesfield un pueblo de Cumberland el 5 de septiembre de 1766. Fue el quinto hijo de una familia cuáquera de condición humilde. Desde muy chico tuvo que dedicarse a las tareas rurales pero no dejó de concurrir a la escuela cuáquera de Pardshow Hall donde su maestro, John Fletcher, le enseñó matemática, lengua inglesa, latín, griego y ciencias naturales. A los doce años dirigió una escuela donde los alumnos eran, generalmente, mayores que él.

En 1785 abrió otra escuela en Kendall que dirigió hasta 1793 en que se mudó a Manchester, donde ejerció la docencia en una escuela presbiteriana.

Desde niño fue aficionado a la meteorología y a lo largo de su vida hizo más de 200.000 observaciones meteorológicas cuidadosamente anotadas en su diario de trabajo. En 1793 publicó, en Manchester, su primer libro: *Meteorological Observations and Essays*. En 1799 se retiró de la escuela y se dedicó a dar clases particulares y a investigar privadamente temas relacionados con el comportamiento de los gases en la atmósfera.

En 1802 enunció su “Ley de las presiones parciales” y al año siguiente, en la parte final de un trabajo sobre la ley de Henry, publicó su escala de pesos atómicos aunque no expuso los fundamentos de esa escala.

En 1808 se publicó su obra más importante, el Volumen 1 de *A New System of Chemical Philosophy* que, a pesar de los trabajos de Gay Lussac sobre las relaciones de volúmenes en las combinaciones entre gases, suscitó una gran adhesión de la comunidad científica de la época. Las comprobaciones de Berzelius, Davy, Wollaston y otros científicos sobre la ley de las proporciones múltiples, hizo que durante la década siguiente a la publicación de su obra, su fama se extendiese a toda Europa. En 1822, viajó a París donde fue nombrado miembro de la Academia Francesa de Ciencias y fue agasajado por los más importantes científicos franceses, encabezados por Laplace.

A pesar de su fama, vivió una vida pobre dando clases particulares de aritmética. Recibió una medalla de oro de la Corona Británica, fue nombrado Fellow de la Royal Society y recibido personalmente por el Rey William IV.

En 1837 sufrió una parálisis parcial y su salud comenzó a deteriorarse. Sin embargo, no dejó de hacer observaciones meteorológicas un solo día, incluso el de su muerte, el 27 de julio de 1844.

Fue su interés por la controversia entre Proust y Berthollet la que concitó su atención sobre la naturaleza de las partículas que forman la materia. La hipótesis de que todos los átomos de un mismo elemento son iguales en peso, forma, etc., rondaba aparentemente en la cabeza de Dalton ya en 1802, pues comenzó a trabajar en su laboratorio tratando de relacionar masas de combinación. Si todas las partículas últimas, como él las llamaba, de un mismo elemento tienen el mismo peso y si cuando los elementos se combinan para formar un compuesto lo hacen en una relación numérica definida, la composición de la sustancia resultante debe ser constante. De allí que más adelante escribiría “...*Las opiniones a que me refiero en particular son las de Berthollet sobre las leyes de la afinidad química, como son que la afinidad química es proporcional a la masa y que en todas las uniones químicas existen grados insensibles en las proporciones de los principios constituyentes. La inconsistencia de estas opiniones, tanto con la razón como con la observación, pienso que no pueden dejar de llamar la atención de cualquiera que adquiera una visión apropiada de los fenómenos....*”¹

Los químicos de la época expresaban el resultado del dosaje de las sustancias compuestas refiriéndolas a 100 partes de la misma. Se decía que en 100 partes de gas de los pantanos (metano) existen 75 partes de carbono y 25 partes de hidrógeno. El “*gas olefiante de los holandeses*” (acetileno) contiene 92,3 partes de carbono y 7,7 partes de hidrógeno. Expuestos los datos de este modo no se presentaba ninguna relación simple. Dalton —matemático al fin— comparando los dos hidrocarburos citados, averiguó qué masas de carbono se hallan combinadas con la misma masa de hidrógeno. Un cálculo simple de las proporciones le demostró que, dentro del límite de precisión de las mediciones, una de estas masas podía considerarse como el cuádruple de la otra. Reproduciendo cuidadosamente en su laboratorio los análisis de pares de sustancias binarias distintas formadas por

¹ A New System of Chemical Philosophy, Manchester. Vol I. 1808

los mismos elementos lo llevaría, años más tarde a formular la Ley de las proporciones múltiples a la que nos referiremos más adelante.

En octubre de 1803, el germen de la Teoría Atómica bullía en la cabeza de Dalton aunque no le podía dar la forma científica adecuada para presentarla en sociedad.

El 21 de ese mes leyó ante el auditorio de la Philosophical Society de Manchester el artículo “*Sobre la Absorción de los gases por el agua y otros líquidos*” donde corroboró los experimentos de William Henry y que hoy se conoce como “Ley de Henry”² y estableció lo que hoy se conoce como “Ley de las presiones parciales”³.

En este artículo recurrió a la hipótesis “*de la acción independiente de los fluidos elásticos al ser mezclados*” y a la hipótesis del comportamiento de los gases como un conjunto de partículas en movimiento. Afirmó que “... *Todos los gases que penetran en el agua y otros líquidos por medio de una presión, están mezclados mecánicamente con el líquido y no combinados químicamente con él... Los gases mezclados de esta manera con el agua, etc., retienen la elasticidad o poder repulsivo entre sus propias partículas exactamente lo mismo en el agua que fuera de ella. El agua no interviene ni tiene mayor influencia al respecto que el mero vacío... Una partícula de gas que presione sobre la superficie del agua es semejante a una única bala que presiona sobre la cumbre de una pila de balas de base cuadrada...*” Aquí subyace la concepción mecánico - cinética⁴ de que los gases están formados por partículas en movimiento y vacío”. Finalmente comentó: “...*la mayor dificultad concerniente a la hipótesis mecánica surge de que los diferentes gases cumplen leyes diferentes ¿Por qué el agua no admite el mismo volumen de cualquier clase de gas? He considerado debidamente esta cuestión, y aunque no puedo darme todavía por satisfecho estoy casi persuadido de que la circunstancia depende del peso y número de las partículas últimas de los diferentes gases: son menos absorbibles aquellos cuyas partículas son simples y más livianas y las otras son tanto más a medida que aumentan en peso y complejidad. Una investigación sobre los pesos relativos de las partículas últimas de los cuerpos es un tema, que yo sepa, enteramente nuevo: he estado últimamente realizando esta investigación con éxito notable. El fundamento de ella no tiene cabida en este escrito, solamente incluiré los resultados que parezcan confirmados por mis experimentos...*”

A final agregó la tabla de la Figura 8.2. ⁵

² “La solubilidad de un gas en un líquido es directamente proporcional a la presión que ejerce ese gas sobre el líquido”

³ La suma de las presiones parciales de los gases constituyentes de una mezcla gaseosa es igual a la presión total”.

⁴ Es notoria la influencia de la Hidrodinámica de Bernoulli (1738)

⁵ Dalton no explica cómo obtuvo la tabla, pero hizo una referencia al método en un par de conferencias dictadas en la Royal Institution (London) en diciembre de 1803 y enero de 1804.

Tabla de los pesos relativos de las partículas últimas de cuerpos gaseosos y de otro tipo

Hidrógeno	1
Azoe	4,2
Carbono	4,3
Amoníaco	5,2
Oxígeno	5,5
Agua	6,5
Fósforo	7,2
Hidrógeno fosforado	8,2
Gas nitroso	9,1
Éter	9,6
Óxido de carbono gaseoso	9,8
Óxido nitroso	13,7
Azufre	14,4
Ácido nítrico	15,4
Ácido carbónico	15,3
Alcohol	15,1
Ácido sulfuroso	19,9
Ácido sulfúrico	25,4
Hidrógeno carburado de aguas estancadas	6,3
Gas olefiante	5,3

Figura 8.2.

Curiosamente, el conocimiento de los principios de la Teoría Atómica de Dalton no se debió a su autor sino a Thomas Thomson (1773 - 1852) quien en 1807, en la tercera edición de su libro *A system of Chemistry* expuso las suposiciones que se deben efectuar respecto de la composición de las sustancias para deducir a partir de los análisis cuantitativos de las mismas los pesos atómicos de los elementos.

En 1808, cinco años después de aquella lectura en la Philosophical Society Dalton publicó su teoría en el Volumen I de la primera edición de *A New System of Chemical Philosophy*. Tanto su austero espíritu cuáquero como la meticulosidad de los experimentos con que intentó corroborar sus hipótesis fueron los responsables de esa demora. De esa edición rescatamos los siguientes párrafos que sintetizan los postulados de la teoría y algunas de sus hipótesis auxiliares.

“El preguntarse si las partículas últimas de un cuerpo, tal como el agua, son todas semejantes, esto es, de la misma forma y peso, reviste bastante importancia. De lo que conocemos, no tenemos razón para suponer alguna diversidad en estos aspectos: si ella existe en el agua, debe existir igualmente en los elementos que constituyen el agua; a saber, hidrógeno y oxígeno. Ahora bien, es casi imposible concebir cómo los agregados de partículas diferentes pueden ser tan uniformemente iguales. Si alguna de las partículas de agua fuese más pesada que las otras y si alguna porción del

líquido estuviera, en alguna ocasión, constituida principalmente por estas partículas más pesadas, debe suponerse que esto afectará al peso específico de la masa, circunstancia no conocida. Por lo tanto, podemos concluir que las partículas últimas de todos los cuerpos homogéneos son perfectamente iguales en peso, forma, etc. En otras palabras, cada partícula de agua es igual a toda otra partícula de agua, cada partícula de hidrógeno es igual a toda otra partícula de hidrógeno, etc....”

“...Cuando un cuerpo existe en estado elástico, sus partículas últimas están separadas una de otra por una distancia mayor que cualquier otro estado. Cada partícula ocupa el centro de una esfera relativamente grande y sostiene su posición manteniendo a todas las demás... a una distancia considerable. El intentar concebir el número de partículas en un gas es algo así como si intentásemos concebir el número de estrellas en el Universo... pero si tomamos un volumen dado de cualquier gas, nos parece que si hacemos las divisiones muy pequeñas el número de partículas debe ser finito lo mismo que en un espacio dado del Universo el número de estrellas y planetas no puede ser infinito.”

“...El análisis y la síntesis química consisten en la separación de las partículas unas de otras y de su reunión. Ninguna creación o destrucción de materia está dentro del alcance de la acción química... Los cambios que podemos producir consisten tan sólo en separar las partículas que estaban en estado de cohesión o de combinación y unir aquellas que previamente estaban separadas.”

“... Uno de los grandes objetos de este trabajo es mostrar la importancia y la ventaja de asegurar los pesos relativos de las partículas últimas, tanto de los cuerpos simples como de los compuestos, el número de partículas simples elementales que constituyen una partícula compuesta y el número de partículas menos compuestas que entran en la formación de una más compuesta”.

A continuación enuncia ciertas hipótesis para tratar de establecer esos pesos relativos.

“Si hay dos cuerpos A y B que tienden a combinarse, el orden según el cual los componentes pueden formarse, comenzando por el más simple, es el siguiente:

1 átomo de A + 1 átomo de B = 1 átomo de C, binario

1 átomo de A + 2 átomos de B = 1 átomo de D, ternario

2 átomos de A + 1 átomo de B = 1 átomo de E, ternario

1 átomo de A + 3 átomos de B = 1 átomo de F, cuaternario

3 átomos de A + 1 átomo de B = 1 átomo de G, cuaternario

Las siguientes reglas generales pueden ser adoptadas como guía en todas las investigaciones relativas a la síntesis química:

1º) Cuando puede obtenerse un solo compuesto de dos cuerpos, se supondrá binario a menos que alguna causa indique lo contrario.

2º) Cuando se observen dos compuestos, se los supondrá a uno binario y al otro ternario.

3º) Cuando se obtienen tres compuestos podemos esperar que uno de ellos sea binario y los otros dos ternarios.

4º) Cuando se observan cuatro compuestos, deberían esperarse uno binario, dos ternarios y uno cuaternario, etc.

5º) Un compuesto binario deberá tener siempre un peso específico mayor que la mezcla de los dos ingredientes.

6º) Un compuesto ternario deberá tener siempre un peso específico mayor que la mezcla de un binario y uno simple que de combinarse lo formarían.

7º) Las reglas y observaciones anteriores se aplican igualmente cuando se combinan dos cuerpos tales como C y D, D y E, etc.

Por la aplicación de estas reglas a hechos químicos ya bien establecidos, deducimos las siguientes conclusiones:

Que el agua es un compuesto binario de hidrógeno y oxígeno y los pesos relativos de los átomos elementales están aproximadamente 1:7

Que el amoníaco es un compuesto binario de hidrógeno y azoe y los pesos relativos de los dos átomos están aproximadamente como 1:5....”

De los tres primeros párrafos se pueden extraer tres hipótesis que pueden considerarse el “núcleo duro de la teoría”.

Todos los cuerpos están constituidos por un vasto número de partículas, o átomos de materia, que —en el caso de sólidos o líquidos— se mantienen unidos por fuerzas de atracción más o menos potentes o —en el caso de los gases— se mantienen a distancias considerables.

Los átomos de un mismo elemento son perfectamente iguales entre sí (en peso, forma, volumen, etc.), pero distintos a los átomos de otros elementos.

Los átomos son indivisibles, indestructibles e increables. El análisis y la síntesis química consisten simplemente en la separación o unión de átomos.

El cuarto párrafo podría sintetizarse

Los átomos se combinan en proporciones numéricas sencillas (1:1, 1:2, 2:1, 2:3, 3:2, etc.)

acompañado de varias “*reglas generales que pueden ser adoptadas como guía en todas las investigaciones relativas a la síntesis química*”.

Los primeros tres enunciados constituyen un modelo hipotético que se diferencia de la imagen griega en que incorpora las fuerzas de atracción como causa de unión de los átomos (supuesta ya por Newton), considera a los átomos gaseosos en posiciones fijas (hoy sabemos que esto es erróneo) y sostiene que los átomos de elementos distintos son de naturaleza diferente. Cabe preguntarse entonces: ¿Cuál es la diferencia fundamental entre esta teoría y la concepción griega? ¿Por qué se considera a Dalton el padre de la teoría atómica, cuando un siglo y medio antes, científicos distinguidos como Boyle y Newton ya habían recurrido a la representación corpuscular de la materia?

En primer lugar, la teoría griega no fue una teoría científica en la medida que no estaba fundamentada o corroborada por una experimentación cuidadosa, sino que se basaba sobre simples conjeturas. La respuesta al segundo interrogante quizás no satisfaga plenamente al lector no avezado en ciencias: simplemente, porque encontró que los diversos datos experimentales pueden ser resumidos en un conjunto limitado de generalizaciones acerca de la naturaleza y comportamiento de la materia.

Las distintas publicaciones científicas presentan un considerable número de artículos que describen técnicas de investigación, experimentos y sus resultados, tablas de valores, datos estadísticos, etc. De cuando en cuando algún científico descubre alguna relación de causalidad entre los experimentos descritos en distintos artículos y les da coherencia bajo la forma de un enunciado general. ¿Cuál es su mérito? Su mérito es precisamente ese: darle unidad a un conjunto de datos experimentales dispersos mediante una “explicación” de por qué se obtienen esos resultados experimentales. Ese enunciado constituye una *hipótesis general*. Un conjunto articulado de hipótesis generales acerca de un campo de la realidad constituye una *teoría científica*. A partir de allí los trabajos de investigación sobre los temas de ese campo de la realidad se facilitarán enormemente por una razón muy simple: existe una teoría al respecto.

Un párrafo aparte merece el cuarto enunciado. Suponer que los átomos se combinan en proporciones numéricas sencillas fue en su momento algo arbitrario. Sin embargo, le permitió a Dalton inferir las propiedades de los átomos a partir del análisis químico. Este enunciado está basado sobre el *Principio de mayor simplicidad* y no es la primera vez que la convicción en la simplicidad de las leyes de la Naturaleza hace posible el acercamiento a la solución de un problema.

A diferencia de Richter —quien pudo establecer una escala de pesos equivalentes usando, simplemente, un indicador ácido-base que le permitía determinar qué masa de una especie neutralizaba una cierta masa de la otra—, Dalton carecía de un indicador que le permitiese conocer la relación numérica de los átomos en los compuestos. De allí que haya utilizado todo ese conjunto de reglas auxiliares —que ni siquiera se cumplen en los ejemplos propuestos— para calcular los pesos atómicos relativos del oxígeno y del nitrógeno a partir de considerar al agua y al amoníaco compuesto binarios. Como dato anecdótico podemos mencionar que, en 1818, cuando Louis Jacques Thenard le comunicó su síntesis del agua oxigenada (H_2O_2), Dalton supuso que la relación de 1 a 1

entre los átomos se cumplía en esta sustancia y no en el agua, aunque mantenía para el oxígeno un peso atómico relativo igual a 7.

Fue el mismo Berthollet, quien en el prólogo a la traducción francesa del libro de Thomson, *A system of Chemistry*, explicitó lo arbitrario de las reglas de simplicidad y advirtió al lector que hipótesis de ese tipo pueden dar lugar a cálculos erróneos en los pesos atómicos relativos.

Una buena teoría debe justificar las leyes experimentales. Veamos cómo a partir de los postulados de Dalton, pueden inferirse algunas de las ya estudiadas.

Si los átomos son indivisibles, indestructibles e increables, el número de átomos de cada elemento presente en un sistema cerrado permanecerá constante, cualquiera sea la modificación física o química que en ese sistema se produzca. Entonces, la masa de cada elemento (que es la suma de las masas de todos sus átomos) se mantendrá constante y la masa del sistema, que está dada por la suma de las masas de todos los elementos, también se mantendrá constante. Es decir se debe cumplir la *ley de Lavoisier*.

Si todos los átomos de un elemento A son iguales entre sí y todos los átomos de otro elemento B son iguales entre sí y, además A y B se combinan para formar un compuesto C cuyas partículas son iguales entre sí, los átomos de A y de B se combinan según una relación numérica definida. Todas las partículas resultantes tendrán los mismos números y clases de átomos. Si todos los átomos de un mismo elemento tienen la misma masa, cada partícula resultante tendrá una composición en peso definida. Por lo tanto, la sustancia —que es el conjunto de todas esas partículas— tendrá una composición constante y definida. Es decir, se debe cumplir la *ley de Proust*.

Dalton tuvo que recurrir al cuarto enunciado aún no estando plenamente convencido de su validez pues era la única forma que podía relacionar porcentajes en peso de los compuestos con los números de los distintos átomos que forman sus partículas y a partir de eso establecer una escala arbitraria de pesos atómicos. La tabla original publicada en el Volumen I fue modificada en ediciones posteriores sobre la base de datos de la bibliografía y de análisis propios.

Veamos como elaboró su tabla de pesos atómicos. El agua era el único compuesto conocido que contiene oxígeno e hidrógeno. Por el cuarto enunciado, Dalton supuso que es un compuesto binario. La relación de pesos de oxígeno e hidrógeno que se combinan para formar agua será la misma que la de los pesos de sus átomos. Si se toma como unidad de referencia el peso de un átomo de hidrógeno, el valor obtenido da el peso atómico relativo del oxígeno. Mediante consideraciones análogas, supuso que el amoníaco es un compuesto binario (en rigor está formado por 4 átomos) y calculó partiendo de la composición en peso del amoníaco el peso atómico relativo del nitrógeno. De esta manera fue elaborando una escala de pesos atómicos relativos.

Supongamos que los átomos de dos elementos A y B, se pueden combinar para dar dos compuestos diferentes C y D. Sean p y q los átomos de A que se combinan con el mismo número n de átomos de B respectivamente. Si el cuarto enunciado es válido y se aplican las reglas, p y q deben ser números pequeños.

$$p : n / q : n = p / q$$

tiene que ser una relación de números enteros. Ahora bien, consideremos una masa m_B de la sustancia B en la que hay $z \cdot n$ átomos, cada uno de ellos de masa α_B . Resulta evidente que

$$m_B = z \cdot n \alpha_B$$

Con esos $z \cdot n$ átomos de B se combinan $z \cdot p$ átomos de A para dar C y $z \cdot q$ átomos de A para dar D. Las respectivas masas de A, m_A y m'_A que se combinan con m_B serán

$$m_A = z \cdot p \cdot \alpha_A$$

y

$$m_B = z \cdot q \cdot \alpha_A$$

donde α_A es la masa de cada átomo de A. Dividiendo miembro a miembro estas dos igualdades se tiene que

$$\frac{m_A}{m'_A} = \frac{p}{q}$$

que es una relación de números enteros. Por lo tanto:

Cuando dos sustancias simples, A y B, se combinan entre sí para dar más de un compuesto, las masas de una de ellas m_A y m'_A que se combinan con la misma masa de la otra, m_B , guardan entre sí una relación de números enteros y pequeños.

Esta es la ley de las proporciones múltiples y que fue predicha por Dalton utilizando los postulados de su teoría. Los resultados de esta predicción fueron probados experimentalmente por Thomas Thomson⁶ y William Hyde Wollaston⁷ en 1808, y especialmente por Jöns Jakob Berzelius (1779 – 1848) entre 1808 y 1811. La confirmación de la predicción de Dalton contribuyó notablemente a la difusión y aceptación de su teoría atómica. Sin embargo el mismo Dalton sabía que podía ser objetada debido a las aproximaciones experimentales. En efecto, la relación p/q estará comprendida entre dos números que serán tanto más próximos cuanto mayor sea la precisión experimental. Ahora bien, existe una infinidad de fracciones ordinarias comprendidas entre dos números por próximos que estos sean. Por lo tanto la razón p/q podrá suponerse igual a una cualquiera de dichas fracciones⁸. Otra pregunta que cabría hacerse es ¿cuando un número deja de ser pequeño? Existen polisulfuros metálicos donde la relación entre el número de átomos de azufre y el del metal fluctúa de 1 a 8. ¿Una relación 8:1 puede considerarse como de números pequeños?

Todos los postulados de Dalton tuvieron que modificarse a la luz de los resultados experimentales posteriores. Sin embargo, constituyeron durante más de un siglo los pilares sobre los que se

⁶ Thomson corrobora la ley analizando la composición de los oxalatos y oxalatos ácidos de varios metales.

⁷ Wollaston W. H. On super-acid and sub-acid salts. London. 1808

⁸ Un análisis más profundo sobre la inconsistencia del enunciado de la Ley de las proporciones múltiples puede encontrarse en Perrin, J. *Los Principios de la Química Física*. Espasa Calpe Argentina S.A. Buenos Aires, 1948.

asentó la investigación química y tienen, aún hoy, un cierto grado de validez en lo que respecta a la descripción macroscópica de muchas reacciones químicas.

8.2. Leyes de la combinación en volumen

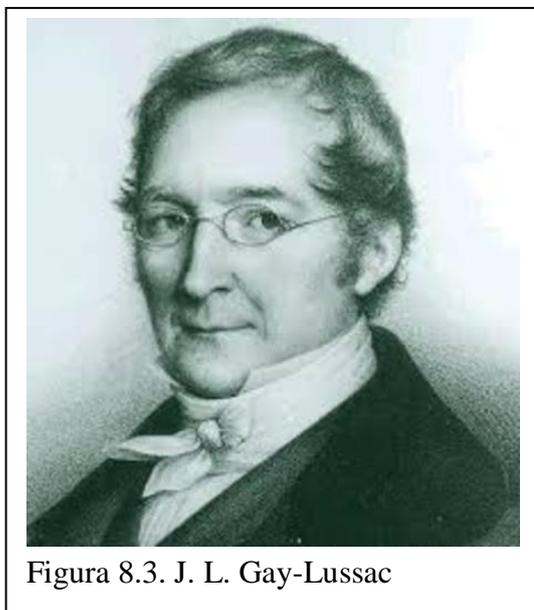


Figura 8.3. J. L. Gay-Lussac

Al regreso de su viaje por América, el naturalista Alexander von Humboldt solicitó la colaboración de Joseph Louis Gay-Lussac (1778 - 1850) para analizar varias muestras de aire, tomadas de distintos lugares con el fin de comprobar si la constitución de la atmósfera es constante o variable. Gay-Lussac decidió utilizar el método eudiométrico de Cavendish, consistente en mezclar el aire con una determinada masa de hidrógeno en un tubo graduado, hacer saltar una chispa en su interior para convertir todo el oxígeno en agua y, midiendo la contracción de volumen, deducir la proporción del oxígeno en el aire. De sus experimentos comprobó no solo la constancia de la constitución de la atmósfera sino, además, que el hidrógeno y el oxígeno se combinan en una relación de volúmenes de 2 a 1, cualquiera sea la proporción de los gases mezclados inicialmente y siempre

que se midan los volúmenes en las mismas condiciones de presión y temperatura. Entre 1805 y 1808, extendió sus investigaciones a la combinación de otros gases comprobando que

Cuando dos sustancias gaseosas se combinan, lo hacen en una relación de volúmenes sencilla, siempre que los volúmenes se midan a la misma presión y temperatura. Además, si los productos de la reacción son gases, sus volúmenes guardan relaciones sencillas con los de los gases reaccionantes, siempre que se midan a la misma presión y temperatura.

Estos dos enunciados se conocen como *leyes de la combinación en volumen* de Gay-Lussac, quien las comunicó en la *Société Philomatique D' Arcueil* el 31 de diciembre de 1808⁹, es decir pocos meses después de la aparición de “*A New System of Chemical Philosophy*”

8.3. Dificultades en la teoría atómica

Las leyes de la combinación en volumen guardan una cierta analogía con los postulados de la teoría atómica. En efecto, las primeras establecen relaciones sencillas entre *volúmenes* de gases reaccionantes, mientras que la teoría atómica postula relaciones sencillas entre los *números de átomos* reaccionantes. Por otra parte las reacciones estudiadas por Gay-Lussac incluían la síntesis del

⁹ Mémoires de la Société d'Arcueil, tomo II.

bicarbonato de amonio y carbonato de amonio en las que se requiere, respectivamente, un volumen de amoníaco por volumen de dióxido de carbono y dos volúmenes de amoníaco por volumen de dióxido de carbono. Es decir, cuando dos sustancias gaseosas se combinan para dar más de una sustancia compuesta, los *volúmenes* de una de ellas que se combinan con el mismo *volumen* de la otra guardan entre sí una relación sencilla (medidos a igual temperatura y presión). Notemos la semejanza de este enunciado con el de la ley de las proporciones múltiples.

Las semejanzas observadas despertaron la curiosidad de los investigadores de la época. Surgió así la necesidad de establecer alguna correlación entre los volúmenes de los gases y los números de átomos en ellos presentes. Veamos como puede llegarse a ella.

Experimentalmente se comprueba que, a la misma presión y temperatura, un volumen de gas cloro reacciona con un volumen de gas hidrógeno, lo que reafirma a la ley de Gay-Lussac. Si suponemos que un átomo de cloro reacciona con un átomo de hidrógeno, relación sencilla según el postulado de Dalton, resulta evidente que el número de átomos de cloro presentes en un volumen cualquiera V de ese gas, debe ser igual al número de átomos de hidrógeno presentes en el mismo volumen V de hidrógeno.

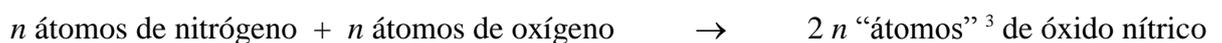
Berzelius empleó ese mismo razonamiento para distintos resultados experimentales y su lógica fue tal que lo llevó a formular la siguiente hipótesis:

“Volúmenes iguales de gases distintos, medidos a la misma presión y temperatura, tienen el mismo número de átomos”

Esta misma suposición ya la había planteado Dalton al intentar coordinar las leyes de Gay-Lussac con su propia teoría atómica. Para ello consideró la relación de volúmenes en la síntesis del óxido nítrico. Según los resultados experimentales de Gay-Lussac, a la misma presión y temperatura



Si la hipótesis de Berzelius es correcta



por lo tanto



Ahora bien, ¿cuántos átomos de nitrógeno y oxígeno hay en un “átomo” de óxido nítrico? Si la hipótesis de Berzelius fuese cierta, en cada átomo de óxido nítrico debería haber *medio* átomo de cada elemento, lo que está en contradicción con el postulado de la indivisibilidad del átomo.

Debido a esa contradicción, Dalton rechazó de plano la hipótesis de Berzelius y hasta llegó a afirmar que los resultados experimentales de Gay-Lussac eran erróneos.

Dado que los experimentos de Gay Lussac eran inobjetable y que distintos científicos comprobaban relaciones sencillas de combinación entre los volúmenes de otros gases, Dalton introdujo una hipótesis *ad hoc* para salvar su teoría de la refutación. Propuso que las partículas últimas de cada cuerpo gaseoso contienen una cantidad de “calórico” que le son características. Esta cantidad de calórico es la responsable de mantener a las demás partículas a una cierta distancia. La mayor o menor atracción por el calórico de las partículas compuestas resultantes de la combinación es la responsable de la variación de las distancias entre esas partículas compuestas¹⁰. Sin embargo, le resultó infructuosa la búsqueda de una ley que vinculase la cantidad de calórico con las distancias entre las partículas, lo que le hubiera dado una corroboración independiente a la hipótesis *ad hoc*.

8.4. La hipótesis de Avogadro



Figura 8.4. L. R. A. C. Avogadro

El aparente desacuerdo entre los resultados experimentales de Gay-Lussac y los postulados de la teoría atómica fue ingeniosamente obviado por un filósofo y jurista italiano Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro di Quaregna e di Cerreto (1776 - 1856). En 1811 publica en el *Journal de physique*¹¹ un artículo bajo el título de “*Ensayo sobre una manera de determinar las masas relativas de*

¹⁰ Tomado de W. Ostwald “Die Grundlagen der Atomtheorie. 3a. ed. Leipzig Akademische Verlagsgesellschaft. 1921.

¹¹ *Journal de physique*, **73**: 58-76 (1811)

las moléculas elementales de los cuerpos, y las proporciones en las que ellos entran en estos compuestos”. En este artículo, en lugar de admitir que los átomos de las sustancias simples gaseosas son partículas libres, Avogadro supuso que se encuentran asociados en número limitado, constituyendo cada asociación una partícula independiente, para la cual usó la denominación de Gassendi, molécula (del latín pequeña masa). Las sustancias simples gaseosas son un conjunto de moléculas formada cada una de ellas por un reducido número de átomos iguales. Al producirse una transformación química los átomos de las moléculas se disocian entre sí recombinándose con los átomos de otros elementos originando así las moléculas de las sustancias compuestas. En su trabajo, Avogadro expresó:

“ M. Gay-Lussac ha mostrado en una Memoria interesante que los gases siempre se unen en una proporción muy simple de volumen, y que cuando el resultado de la unión es un gas, su volumen también está relacionado de manera simple a aquéllos de sus componentes. Pero las proporciones cuantitativas de las substancias en compuestos sólo parecen depender del número relativo de moléculas que se combinan, y en el número de moléculas compuestas que resultan. Debe admitirse entonces que también existen relaciones muy simples entre los volúmenes de las substancias gaseosas y los números de moléculas simples o compuestas que los forman. La primera hipótesis que se presenta a partir de esta conexión, y aparentemente incluso la única admisible, es la suposición que el número de moléculas íntegras en cualquier gas siempre es el mismo para volúmenes iguales, o siempre proporcional a los volúmenes. Por el contrario, si fuéramos a suponer que el número de moléculas contenidas en un volumen dado es diferente para gases diferentes, sería escasamente posible concebir que la ley que regula la distancia entre moléculas pudiera dar en todos los casos relaciones tan simples como aquéllas que los hechos que acabamos de detallar nos compelen a reconocer entre el volumen y el número de moléculas. Por otro lado, es muy bien concebible que estando las moléculas de los gases a semejante distancia, su atracción mutua no pueda ejercerse, su atracción variable por el calórico pueda limitarse a condensar una cantidad más o menos pequeña alrededor de ellos, sin que la atmósfera formada por este fluido tenga una magnitud mayor en un caso que en el otro, y, por consiguiente, sin que varíen las distancias entre las moléculas; o, en otras palabras, sin que el número de moléculas contenido en un volumen dado sea diferente. Dalton, es verdad, ha propuesto una hipótesis directamente opuesta a esto, a saber, que la cantidad de calórico siempre es el mismo para las moléculas de todos los cuerpos en el estado gaseoso, y que la mayor o menor atracción por el calórico sólo resulta en producir una mayor o menor condensación de esta cantidad alrededor de las moléculas, y por lo tanto variando así la distancia entre las moléculas. Pero en nuestra actual ignorancia de la manera en que esta atracción de las moléculas por el calórico se ejerce, no hay nada que nos decida a priori en favor de una de estas hipótesis en lugar de la otra; y deberíamos inclinarnos mejor por adoptar una hipótesis neutra según la cual la distancia entre las moléculas y las cantidades de calórico varían más bien según leyes desconocidas, si la hipótesis que acabamos de proponer estuviese basada sobre esa simplicidad de relación entre los volúmenes de los gases en combinación que parece no poder explicarse de otro modo”.

Con una claridad realmente sorprendente establece un método para determinar las masas relativas de los átomos que forman las sustancias simples gaseosas

“... Partiendo de esta hipótesis, está claro que tenemos los medios de determinar de manera muy fácilmente asequible, las masas relativas de las moléculas de las substancias en el estado gaseoso, y el número relativo de estas moléculas en compuestos; pues **la proporción de las masas de las moléculas será entonces igual a la relación de las densidades de los diferentes gases a igual temperatura y presión, y el número relativo de moléculas en un compuesto es dado enseguida por la proporción de los volúmenes de los gases que lo forman.** Por ejemplo, dado que los números 1,10359 y 0,07321 expresan las densidades de los gases oxígeno e hidrógeno comparados con la densidad del aire atmosférico que se toma como unidad, y la proporción de los dos números representa, por consiguiente, la relación entre las masas de volúmenes iguales de estos dos gases, también representará, en nuestra hipótesis, la proporción de las masas de sus moléculas. Así la masa de la molécula de oxígeno es aproximadamente 15 veces la masa de la molécula de hidrógeno, o más exactamente, como 15.074 a 1. De la misma manera la masa de la molécula de nitrógeno será a la del hidrógeno como 0.96913 a 0.07321, es decir, como 13, o más exactamente 13.238, a 1. Por otro lado, dado que sabemos que la proporción de los volúmenes de hidrógeno y oxígeno en la formación de agua es 2 a 1, se sigue que el agua resulta de la unión de cada molécula de oxígeno con dos moléculas de hidrógeno. Semejantemente, según las relaciones en volumen establecidas por M. Gay-Lussac para los elementos del amoníaco, óxido nitroso, gas nitroso, y el ácido nítrico, el amoníaco será el resultado de la unión de una molécula de nitrógeno con tres de hidrógeno, el óxido nitroso de una molécula de oxígeno con dos de nitrógeno, gas nitroso de una molécula de nitrógeno con uno de oxígeno, y ácido nítrico de uno de nitrógeno con dos de oxígeno....”.

El párrafo resaltado se conoce hoy en día como *Principio de Avogadro* y se enuncia en términos modernos como

“Volúmenes iguales de gases distintos, medidos a la misma presión y temperatura, contienen el mismo número de moléculas”¹²

A continuación describió minuciosamente como se calculan, a partir de medidas de densidades relativas al aire, las masas atómicas relativas de distintos elementos presentes en los óxidos de nitrógeno, en el trióxido de azufre, en el dióxido de carbono, en los óxidos de fósforo, el distintos compuestos de cloro, de mercurio, de hierro, de plomo, de plata, etc., comparando los resultados de sus cálculos teóricos con los publicados por Dalton en “*A New System of Chemical Philosophy*”

Aún cuando no se puede dar una prueba directa de la hipótesis de Avogadro, todas las consecuencias que de ella se deducen fueron siempre corroboradas experimentalmente, no estando además, en contradicción con ningún resultado empírico conocido. Por estas causas y por su importancia fundamental en el desarrollo de la Química, se le adjudica el carácter de un *Principio*.

¹² Debemos mencionar que en 1814 André Marie Ampère (1775 - 1836) llegó a la misma conclusión que Avogadro a partir de otras consideraciones.

8.5. ¿Cómo llegó Dalton a enunciar su teoría?

Es notoria la influencia que ejerció Newton en el pensamiento de Dalton¹³. El comportamiento mecánico de las partículas descrito por Newton, analizado por Daniel Bernoulli en su *Hydrodinámica* y que fuera magistralmente expuesto por M. L. Lomonosov (1711 - 1765), quien desarrolló la teoría cinética de los gases admitiendo la agrupación de “imperceptibles partículas de materia” en partículas compuestas¹⁴ eran temas que habían impresionado profundamente a Dalton, que como meteorólogo trató siempre de descifrar el comportamiento del aire y, por extensión, de los gases. También Lavoisier —fundamentalmente por su teoría de la combustión— tuvo gran influencia en su concepción de la teoría atómica¹⁵.

Una de las incógnitas planteada desde hace un siglo y medio es “¿Cuál fue el camino seguido por Dalton para concebir su teoría?”

En la Memoria de 1803 sobre absorción de los gases hay una discontinuidad notoria entre la última conclusión y la presentación de una tabla de pesos de partículas últimas calculadas según “*fundamento que no tiene cabida en este escrito...*”

Según H. E. Roscoe y A. Harden¹⁶:

“No parece haber duda que la idea de la estructura atómica surgió en la mente de Dalton como una concepción puramente física sugerida por su estudio de las propiedades físicas de la atmósfera y de otros gases. Habiéndose encontrado en el curso de estos estudios con el problema de asegurar los diámetros relativos de las partículas que, según estaba firmemente convencido, formaban todos los gases, recurrió a los resultados del análisis químico. Auxiliado por la suposición de que las combinaciones se realizan siempre de la manera más simple posible, concluyó que las combinaciones químicas se producían entre partículas de peso diferente, y esto es lo que diferencia su teoría de las especulaciones históricas de los griegos. La extensión de esta idea a la generalidad de las sustancias lo condujo necesariamente a la ley de las combinaciones en proporciones múltiples y la comparación de los datos experimentales confirmó brillantemente la verdad de sus deducciones. Una vez descubierto el principio de las uniones atómicas, se mostró susceptible de aplicación universal.”

La versión de Roscoe y Harden no fue aceptada plenamente. Desiderio Papp¹⁷ propuso una idea distinta sobre el origen de la teoría. Supuso que Dalton llegó a ella exclusivamente por el

¹³ En el Libro 2, proposición 23, teorema 18 de sus *Principia*, Newton demuestra que un fluido gaseoso cuyas partículas se atrajeran en razón inversa de la distancia cumpliría con la Ley de Boyle - Mariotte. Dalton trató de conciliar el teorema de Newton con la mezcla de gases, lo que lo lleva a encontrar experimentalmente la Ley de las presiones parciales.

¹⁴ A. T. Grigoryan. “M. V. Lomonosov and his physical theories” .Archives Internationales d’Histoire de la Science. N° 62. pp. 53- 60 . 1963

¹⁵ Para Dalton, el “calórico” de cada especie gaseosa es el responsable de la repulsión de las partículas.

¹⁶ H. E. Roscoe - A. Harden. *A New View of the Origin of Dalton’s Theory*. Macmillan & Co. London . 1896

método hipotético deductivo partiendo de dos principios muy antiguos: el de la indestructibilidad de los átomos y el de la persistencia de la materia a los cuales le agregó como hipótesis auxiliar el principio de la simplicidad de las leyes naturales. Esto le habría permitido enunciar su teoría *a priori* para tratar de corroborarla posteriormente mediante los resultados del análisis químico.

Henri Guerlac¹⁸ encaró el interrogante como un ejercicio de aplicación del método histórico para examinar las evidencias a favor y en contra de que Dalton conociera los trabajos de Richter cuando estableció su primera tabla de pesos atómicos relativos.

En 1805 apareció publicada en *Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester* un trabajo de Dalton titulado “*Experimental enquiry into the several gases or elastic fluids*” donde analizó la formación de los ácidos nítrico y nitroso a partir de óxido nítrico y concluyó que “*Los elementos de oxígeno pueden combinarse con cierta porción de gas nitroso o con el doble de esa cantidad, pero no con alguna cantidad intermedia*”. Esta sería la primera corroboración experimental de la ley de las proporciones múltiples hecha por el propio Dalton.

Sin embargo, la corroboración más importante de la teoría atómica de Dalton y de la ley de las proporciones múltiples no ocurrió hasta 1862, cuando el químico belga Jean Servais Stas (1813 – 1891) publicó los resultados experimentales¹⁹ con la determinación de pesos atómicos más precisos que se realizaron durante el siglo XIX. Tomando como patrón al oxígeno al que asignó una masa atómica relativa de 16,00000, Stas realizó procedimientos analíticos y sintéticos minuciosos con sustancias de extremada pureza²⁰ no sólo para determinar la escala de masas atómicas relativas sino para establecer la validez de la Ley de Proust en los compuestos que hoy llamamos daltónidos.

¹⁷ D. Papp .“¿Cuál es el origen gnoseológico de la teoría de Dalton?”. *Archives Internationales d’ Histoire de la Science*. N° 23- 24 pp 232 - 248. 1953

¹⁸ H. Guerlac. *Some Daltonian Doubts*. *Isis*. 52. pp 544 - 554. 1961.

¹⁹ Comentados en “*Memorial Lecture sobre Stas*”, J. Mallet *J. Chem. Soc* 1893. p.1

²⁰ Para tener una idea de la precisión de sus trabajos, podemos mencionar que Stas encontró que las masas de plata combinadas con la misma masa de cloro en el cloruro de plata y en el clorato de plata guardan la relación 1:1 con un error de 1 /10.000.000 (J. Perrin, *Los Principios de la Química - Física*. Espasa - Calpe Argentina Bs. Aires, 1948)

Bibliografía:

Halperin de Destailats, L., (1998): *Teoría atómico molecular*, Instituto Politécnico Nacional, México.

Henry, W. Ch., (1854): *Memoirs of the Life and Scientific Researches of John Dalton*, The Cavendish Society, London.

Katz, M., (2016): *Temas de historia de la Química*, ebook, A.Q.A., Buenos Aires.

Leicester, H. M., (1956): *The Historical Background of Chemistry*. John Wiley & Sons. Ltd. Toronto.

Partington, J. R., (1945): *Historia de la Química*. Espasa – Calpe Argentina S.A., Buenos Aires.

Perrin, J., (1948): *Los Principios de la Química Física*, Espasa Calpe Argentina S.A, Buenos Aires.

Roscoe, H. E. – Harden, A., (1896): *A New View of the Origin of Dalton's Theory*, Macmillan & Co, London

Thomson, T., (1831): *The History of Chemistry*, Vol. II. Colburn & Bentley, London.

IX. WILLIAM HIGGINS

9.1. William Higgins

William Higgins nació en 1766, en Country Sligo, Irlanda. Era sobrino de un partidario de la teoría del flogisto, el Dr. Bryan Higgins, de quien recibió su primera instrucción en Química. De aquí que en su libro “*A Comparative View...*” en el que encara un ataque a la teoría del flogisto, haya escrito: “He escrito con convicción y sin prejuicio (de otro modo sería natural suponer que me habría adherido a mi compatriota en defensa de tal doctrina en la cual tuve mis primeras instrucciones en Química)”.

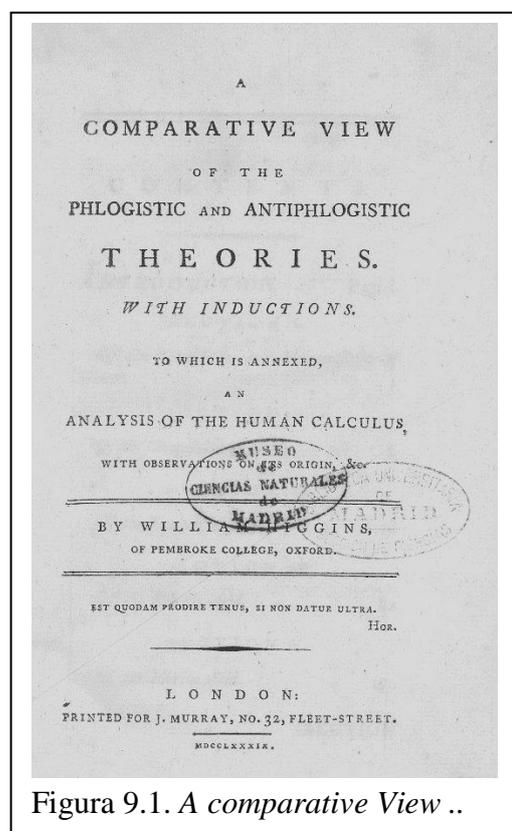


Figura 9.1. *A comparative View ..*

Concurrió al Pembroke College, Oxford desde 1787 hasta agosto de 1788 matriculándose previamente en el Magdalen Hall en 1786 y actuó como “operator” (asistente de conferencias) del popular Dr. Thomas Beddoes, el docente que sucedió al Dr. Austin como profesor de Química. Dejó Oxford sin obtener el grado académico, debido, probablemente, a las controversias con su tío. Al dejar Oxford fue a Londres. Estando allí escribió y publicó (1789) su libro “*A Comparative View. of the phlogistic and antiphlogistic theories*” que se volvió a editar en 1791. En esta obra presentó un vigoroso apoyo experimental a los principios de Lavoisier —lo que influyó bastante para que Kirwan y otros notorios partidarios del flogisto tuvieran que retractarse— y aportó contribuciones importantes a la teoría atómica.

En enero 1792 Higgins fue nombrado químico en el Apothecary’s Hall, de Dublín, con un sueldo de £200 al año, incluyendo “apartamentos, carbón y velas”, rentando un “pequeño cuarto de atrás” donde acondicionó un laboratorio. El pago de su sueldo comenzó a atrasarse, y en

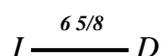
1795 Higgins pidió el pago en tales términos que su empleo fue cancelado, y el gobernador tuvo que pedir prestado £200 para pagarle. En 1795 fue nombrado “Chymist” de tiempo parcial en el Irish Linen Board, con un sueldo de £100 al año, empleo que mantuvo hasta 1822. Realizó una cantidad considerable de trabajos para el Board y en 1799 publicó “*Essay on Bleaching*”. Sus méritos fueron apreciados por Kirwan, un flogistonista cuyas teorías Higgins había atacado en su libro de 1789. Gracias a la recomendación de Kirwan, en 1795, Higgins fue nombrado para dirigir la Co-

lección Leskean de minerales de la Royal Society de Dublín, siendo nombrado también Profesor de Química y Mineralogía por un Acta del Parlamento irlandés de 1796. Comenzó a disertar en 1797. Ya había sido nombrado miembro de la Real Academia irlandesa en 1794 y en 1806 fue elegido F.R.S. (su certificado de la nominación fue firmado por Humphry Davy), aunque la admisión plena la obtuvo en mayo de 1807.

En 1814, publicó "*Experiments and Observations of The Atomic Theory and Electrical Phenomena*" donde reivindicó su paternidad sobre la Teoría Atómica y en el que acusó a Dalton de haberle plagiado las ideas".

Aunque Higgins vivió en cuartos alquilados en Dublín, a su muerte, en 1825, dejó una cantidad considerable de propiedades; sólo durante 1818 - 23 había comprado tierras por £2.000 y £6,800. Tenía reputación de excéntrico, y eran corrientes muchas anécdotas de él.

"A Comparative View of the Phlogistic and Antiphlogistic Theories", es, básicamente, una réplica a un libro de Kirwan, "An Essay of Phlogiston" publicado en 1787. En este trabajo aparece el germen de la teoría atómica moderna. Si bien no usaba la terminología moderna, usó símbolos que dos décadas más tarde propondría Berzelius. Utilizó el símbolo I para el "*inflammable air*" o hidrógeno y el símbolo D para el "*dephlogisticated air*" u oxígeno. S para el azufre, N para el nitrógeno, etc. Postuló que la unión entre las partículas de los distintos elementos en los compuestos se debe a fuerzas atractivas y cuantificó las fuerzas atractivas por sus pesos equivalentes. "*El agua –escribió– está compuesta por moléculas formadas por la unión de una simple partícula de oxígeno a una simple y última partícula de hidrógeno*" y, a partir del cálculo que la masa de oxígeno es $6 \frac{5}{8}$ mayor que la del hidrógeno (Dalton calcularía 7), escribió la fórmula



Dado que el libro se ocupa principalmente del problema del flogisto, las referencias al uso de una hipótesis atómica deben buscarse en la descripción y la discusión del trabajo experimental más que en algún enunciado formal. En la página viii de su Introducción, Higgins dice: "*Así viendo como los principios de los flogistas y los antiflogistas mantuvieron sus diferentes doctrinas y la imposibilidad de que nos persuadamos sólo mediante experimentos de lo que sólo existe en nuestra imaginación tan inclinados estamos a conciliar cada fenómeno que vemos con nuestra manera de pensar, fui obligado a apelar a un modo de razonamiento que es más bien novedoso en Química*". Este novedoso modo de razonar, dice posteriormente, fue la hipótesis atómica.

Higgins estableció una distinción bien nítida entre los que hoy entendemos por átomos y moléculas al afirmar: "... *el término partícula última significa la última división de la materia elemental y el término molécula la última división de un compuesto químico*". Esto se pone en evidencia cuando dice que "*Como toda molécula primaria de nitro contiene, más comúnmente, cuatro partículas últimas de aire deflogistizado y una de aire flogistizado ...*"¹ y nuevamente², donde al hablar del aire nitroso, dice "*Por lo tanto, cada partícula última de aire flogistizado debe estar unida a dos*

¹ *Ibid.* pag 123

² *Ibid.* pag. 14

de aire deflogistizado; y esas **moléculas** combinadas por fuego constituyen el aire nitroso ...” La distinción clara entre átomo y molécula que se notará en algunos de los otros extractos que siguen fue, aparentemente, insatisfactoria para Higgins ya que en una posterior definición de los términos citados continua diciendo² “ ... Ahora adopto para este último el término **átomo** y para un compuesto más complicado el de **molécula**. Esto no constituye diferencia en el sistema”.

Cuando Higgins habla de las partículas últimas que poseen sus pesos individuales, y cuando claramente reconoce la diferencia entre los dos óxidos de azufre como el número de átomos de oxígeno ligados a uno de azufre está haciendo un uso pleno de la hipótesis atómica³. “ Por lo tanto, 100 granos de azufre requieren 100 ó 102 de materia gravitante real de aire deflogistizado para formar ácido vitriólico volátil y como en el ácido vitriólico volátil tiene una gravedad específica muy poco menor que el doble de la del aire deflogistizado, podemos concluir que las partículas últimas de azufre y de aire deflogistizado contienen igual cantidad de materia sólida; ... De aquí podemos concluir que en el ácido vitriólico volátil una partícula última está unida a una sola partícula última de aire deflogistizado y que en el ácido vitriólico perfecto cada partícula simple de azufre está unida a dos de aire deflogistizado, siendo la cantidad necesaria para la saturación ... Si dos pulgadas cúbicas de aire inflamable ligero requieren de sólo una de aire deflogistizado para que se condensen, tenemos que suponer que contienen igual número de divisiones y que la diferencia de sus gravedades específicas depende principalmente del tamaño de sus partículas últimas, o tenemos que suponer que las partículas últimas del aire inflamable ligero requieren de 2, 3 o más partículas últimas de aire deflogistizado para saturarlas. Si este último fuera el caso, podríamos producir agua en un estado intermedio, tanto como los ácidos vitriólico y nitroso, lo que parece ser imposible, en cualquier proporción que mezclemos nuestros aires, o bajo cualquier circunstancia que los combinemos, el resultado es invariablemente el mismo. Esto es semejante a lo que se puede observar respecto de la descomposición del agua. Por lo tanto, podemos concluir justamente que el agua está compuesta por moléculas formadas por la unión de una partícula simple de aire deflogistizado a una partícula última de aire inflamable ligero y que ellas son incapaces de unirse a una tercera partícula de cualquiera de sus principios constituyentes⁴.

Este último párrafo indica que Higgins se había dado cuenta que *las combinaciones químicas tienen lugar solamente por la unión de los átomos y que la unión involucra números definidos de átomos, lo mismo vale para descomposiciones*. Esto sería corroborado una década más tarde por Proust. William Charles Henry⁵, el biógrafo de Dalton sostuvo que, como Higgins suponía que el óxido de azufre consiste en un átomo de azufre y uno de oxígeno (porque los pesos de azufre y oxígeno son iguales) debería seguir diciendo que el agua es un compuesto formado por un átomo de hidrógeno y ocho de oxígeno (presumiblemente porque el oxígeno pesa ocho veces más que el hidrógeno). La justificación de tal crítica no está clara. Higgins puede muy bien haberse dado cuenta que el átomo de oxígeno pesa ocho veces más que el de hidrógeno.

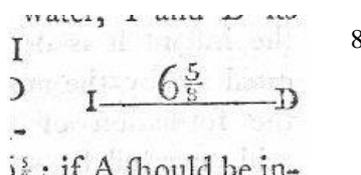
³ Referencia 4, pag. 36

⁴ *Ibid* p. 37

⁵ HENRY, “Memoirs of the Life and Scientific Researches of John Dalton” The Cavendish Society. London 1854

Refiriéndose al gas nitroso, Higgins escribió⁶ “Soy asimismo de la opinión que cada partícula de aire flogistizado está unida a dos de aire deflogistizado y que esas moléculas están rodeadas de una atmósfera común de fuego (calórico) ...” Él continuó mostrando que la diferencia entre los óxidos del nitrógeno radica en el número de átomos de oxígeno ligados a un átomo de nitrógeno⁷ “Supongamos que *P* es una partícula última de aire flogistizado ... sea *a* una partícula última de aire deflogistizado ... Supongamos que otra partícula última de aire deflogistizado *b* se une a *P* ... Este es el que considero el verdadero estado del aire nitroso ... Supongamos ahora que otra partícula *c* se une a *P* ... este es el estado del vapor nitroso rojo o ácido nitroso rojo. Supongamos ahora nuevamente que una cuarta partícula de aire deflogistizado *d* se combina con *P*,... Pienso que este es el estado del ácido nitroso pálido o de color pajizo. Finalmente, supongamos que una quinta partícula *e* se une a *P*, de esta manera *a*, *b*, *c*, *d* y *e* gravitarán cada una hacia *P* como si fuera su centro común de gravedad. Este es el más perfecto estado del ácido nitroso incoloro y, en mi opinión, ninguna partícula más de aire deflogistizado puede unirse a la de aire flogistizado la que tiene toda su fuerza de atracción repartida entre las partículas de aire deflogistizado *a*, *b*, *c*, *d* y *e*. Esto ilustra la naturaleza de la saturación”. Esta discusión es ilustrada mediante diagramas (Figura 9.1). En su “Atomic Theory”, Higgins repite lo anterior pero reemplaza por términos más modernos los distintos óxidos y ácidos. Henry, ha criticado esto diciendo que “La noción de Higgins sobre la composición de los tres últimos compuestos de nitrógeno y oxígeno era puramente conjetural, no estando apoyada, en caso alguno, por evidencia experimental”. Nos parece que esta crítica es, hoy en día, difícilmente apropiada porque, como hemos mencionado antes, todo indica que la aproximación de Higgins a la hipótesis atómica involucró resultados experimentales considerablemente más amplios que la de Dalton. El mismo Henry lo reconoció: “Sería desconsiderado pretender para Dalton un alto nivel de Química experimental. Él no poseía ni los hábitos mentales ni el gusto por la exactitud extrema ni la incomparable pericia manual que caracterizaban a Davy, Wollaston y Prout”⁴⁴.

El uso de diagramas con letras para representar a los átomos individuales requiere en sí misma la comprensión de una hipótesis atómica. Así “Sea *A* una partícula de agua, e *I* y *D* sus principios constituyentes, *I* es aire inflamable y *D* aire deflogistizado, combinados con una fuerza de $6\frac{5}{8}$ ”.



Estos diagramas muestran que Higgins intentó asignar un valor numérico a la afinidad entre átomos, una tarea luego emprendida sin éxito por muchos químicos. Las reacciones químicas sólo tienen lugar cuando las fuerzas que mantienen unidos a los átomos (en una sustancia) son más débiles que la que exhiben por algún átomo externo sobre uno de los átomos de esa sustancia: “Particularmente, cuando la fuerza antes mencionada de *S* es constantemente remachada o nivelada, si puedo usar la expresión, hacia el aire deflogistizado en cualquier compuesto o en cualquier estado que se encuentre con él, a menos que otra potencia actúe contra de él, ¿y qué puede esto ser sino la

⁶ *Ibid.* p. 132

⁷ *Ibid.* p. 133 - 35

⁸ Referencia 4. p. 25

unión de las últimas partículas de azufre con algunas otras sustancias que las atraen más fuertemente o su propia fijación unas a otras como para formar un agregado?”⁴⁷ “Cuando el ácido vitriólico, diluido o no, se mezcla con aceite, una partícula última de ácido vitriólico influencia con cierta fuerza a una última partícula de aceite, mientras que esta última atrae a la del vitriólico con la misma fuerza. El aceite no tomará D o d del S:

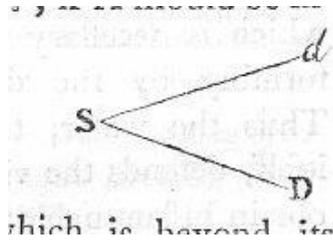


Figura 9.2.

pero con la mancomunada atracción del S - D - d al aceite, ellos se aproximarán con igual medida y combinarán. Así esta mezcla, más que mecánicamente, pero no químicamente unida, puede ser resuelta en los dos fluidos arriba mencionados. La partícula de aceite retendrá D o d y formar aire fijo; al mismo tiempo que S retendrá a d o D con su plena fuerza y formar ácido vitriólico volátil”⁹ “Sea S una partícula de azufre, d una partícula de aire deflogistizado, el cual la atrae con una fuerza de $6\frac{7}{8}$ y sea el compuesto

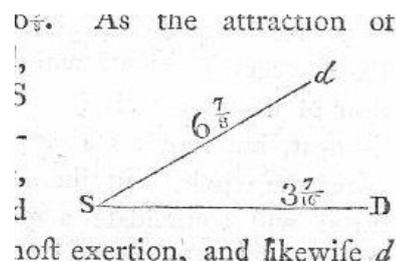


Figura 9.3

sea ácido sulfuroso volátil, aquí la unión entre S y d es mayor en $\frac{2}{8}$ que entre los principios constituyentes del agua que es $6\frac{5}{8}$. Como la atracción de los cuerpos es mutua, supongamos que S posee la mitad de esta fuerza que es c y que esta sea el máximo esfuerzo y similarmente d posea la otra mitad que es $3\frac{7}{16}$ más, las que se unirán con las ya mencionadas fuerzas. Supongamos que otra partícula de aire deflogistizado D se tenga tendencia de unirse a S con la fuerza de es $3\frac{7}{16}$, en orden de formar ácido vitriólico perfecto: para recibir a D, S debe relajar su atracción por d a la mitad...”¹⁰ “Sean los dos diagramas moléculas concentradas de ácido vitriólico concentrado; quenos permiten suponer influencias de una sobre otra...”¹¹

⁹ Ibid. p. 66

¹⁰ Referencia 4. p. 39.

¹¹ Ibid. p. 271

Higgins creía que el uso de valores numéricos para las afinidades interatómicas conduciría a una visión más comprensiva si era estudiada por un matemático. En moléculas poliatómicas él dice, “Yo no quiero sugerir que esas son sus fuerzas absolutas, sino aproximadamente, la proporción que ellas llevan unas a otras”.¹²

El intento de usar valores numéricos para la afinidad entre átomos puede no considerarse un éxito pero estamos seguros que Higgins estaba absolutamente familiarizado con la afinidad que hoy llamamos valencia. Esta afinidad surgió de los átomos mismos “...y suponiendo que el azufre sea una sustancia simple cuyas partículas últimas atraen al aire deflogistizado con fuerzas inherentes en sí mismas... como un álcali lo hace a un ácido...”¹³. (Los átomos) están sujetos a fuerzas exteriores como el calor: “Si el mercurio fuera un cuerpo simple cuyas partículas últimas atraen al aire deflogistizado pero por la propia influencia de unas sobre otras no pueden unirse a él hasta que es impedida por el calor...”¹⁴ “Los constituyentes principales del nitro ligados con la fuerza antes mencionada, se alejarán uno de otros cuando se exponen al calor por la interposición de fuego según el cual su unión o influencia mutua es debilitada; y esta disminución de la fuerza de su atracción está en una relación doble al cuadrado de sus distancias. Las sustancias metálicas teniendo del mismo modo sus partículas últimas removidas unas de otras cuando son expuestas al calor, por lo cual su influencia de agregación es disminuida, atraen al aire deflogistizado con mayor fuerza”¹⁵. “Me parece que la disolución ... es ocasionada por una suerte de atracción intermedia que no difiere de la atracción química sino en el grado de la fuerza y no del todo diferente del poder por medio del cual los cuerpos perfectos se influencian unos a otros”¹⁶.

¹² *Ibid.* p. 120

¹³ *Ibid* p. 35

¹⁴ *Ibid* p. 225

¹⁵ *Ibid* p. 105

¹⁶ *Ibid* p. 73

X. LA POLÉMICA HIGGINS – DALTON

10.1. Las reclamaciones de Higgins

Higgins, reclamó la paternidad del uso de la teoría Atómica entre 1814 y 1816, pensando que la sociedad científica le reconocería sus méritos. Falleció en 1825, prácticamente olvidado por sus colegas. A casi dos siglos de su muerte, los trabajos de este químico son sólo conocidos por unos pocos estudiosos. La comparación de sus conceptos con los de Dalton, fue tema de polémica entre los químicos de la primera mitad del siglo XIX y de algunos historiadores hasta mediados del siglo XX.

Si, como se ha mostrado, la hipótesis atómica fue *utilizada y publicada* por Higgins desde, al menos, 1797, se plantea el interrogante acerca de las razones por las cuales se le asigna *todo* el crédito a Dalton, quien la publicó en 1808. La respuesta yace, como lo puntualiza Walter White¹, en la extraordinaria influencia que ejerció Thomas Thomson en favor de Dalton en sus ensayos sobre la Teoría Atómica en la “*Encyclopedia Britannica*”² y en su “*System of Chemistry*”³. La influencia de Thomson fue totalmente obvia para sus contemporáneos. En 1854 Henry admitió⁴ que la mayoría de los escritores de Química le asignan el crédito por el descubrimiento a Higgins. Higgins fue reconocido en América por Thomas Cooper, quien revisó y publicó “*System of Chemistry*” de Thomson, en Filadelfia en 1818 incluyendo una nota al pie en la que enfáticamente declara: “*la teoría atómica fue enunciada y explicada por primera vez por el Dr. Bryan Higgins*”⁵ en 1789⁶.

De la lectura de “*Atomic Theory...*” surge que Higgins sintió que Thomson era tan o más culpable que Dalton. En efecto, mientras las acusaciones de plagio hacia Dalton son bastante moderadas, las imputaciones a Thomson son del más grueso calibre.

Berzelius en un artículo publicado en “*Annals of Philosophy*” en diciembre de 1813 dijo:

“Tanto como conozco, el físico inglés Mr. John Dalton, guiado por los experimentos de Bergman, Richter, Wenzel, Berthollet, Proust y otros, fue la primera persona que se empeñó en establecer esa hipótesis.

Sir Humphry Davy nos ha asegurado últimamente que Mr. Higgins, en un libro publicado en 1789, estableció la misma hipótesis. Yo no he visto el trabajo de Mr. Higgins y sólo puedo mencionarlo por la autoridad de Davy”.

¹ White. *Science Progress*, **24** 300 (1929)

² Thomson, T. “*Atomic Theory*” en la cuarta y quinta edición de la Enciclopedia Britanica Vol. I. Parte 2. (1814)

³ Thomson, T. “*System of Chemistry*” 3a. ed. Edimburgh 1807 Vol III pp 424 - 9, 451 -2.

⁴ Henry, “*Memoirs of the Life and Scientific Researches of John Dalton*” The Cavendish Society. London 1854.

⁵ Si bien se dice que Bryan Higgins precedió aun a William Higgins en considerar la hipótesis atómica, parece haber pocas dudas que Cooper en este caso quería decir *William Higgins*.

⁶ Smith E. F. “*Old Chemistries*” McGraw-Hill Book Co. New York City, 1927.

Thomson, editor del *Annals* agregó la siguiente nota al pie a la carta:

*“El trabajo de Higgins sobre el flogisto posee, ciertamente, mucho mérito y anticipó alguno de los más impactantes descubrimientos. Pero cuando él lo escribió, los óxidos metálicos eran tan poco conocidos y existían tan pocos análisis exactos que no era posible llegar al conocimiento del gran hecho que el oxígeno, etc., siempre se une en determinadas proporciones, que son múltiplos de una proporción mínima. La teoría atómica fue pensada por Bergman, Cullen, Black, etc. tanto como lo fue por Higgins. Este último, realmente, enuncia sorprendentes hechos respecto de los gases y se anticipa a la teoría de los volúmenes de Gay Lussac pero Mr. Dalton fue el primero en generalizar la doctrina y pensar en determinar el peso de los átomos de los cuerpos. Él me mostró su tabla de símbolos y los pesos de seis u ocho cuerpos en 1804, y creo que en el mismo año explicó el tema en Londres en el curso de una conferencia ofrecida en la Royal Institution. El tema difícilmente pudo haberse publicado antes. Pero alrededor de la misma época varias otras personas han sido impactadas por los números de la tabla de óxidos metálicos, publicadas en mi “**Chemistry**” y la doctrina habría sido ciertamente enunciada por otros, si Dalton no lo hubiera hecho”.*

Esta nota al pie fue atacada desde dos fuentes. John Nash, que fuera durante algunos años miembro de la Manchester Literary and Philosophical Society (de la cual Dalton era miembro) censuró a Thomson por su omisión en reconocer a Higgins y enumeró los errores encontrados en la nota. El mismo Higgins lo hizo en su *“Atomic Theory”* cuando escribió:

¿Si el Dr. Thomson estudió tanto mi trabajo sobre el flogisto, como el erróneamente da en llamar, por qué no dio cuenta de ello en su Chemistry? Como compilador no debía haberlo pasado por alto. Esta curiosa nota de él da cuenta de su omisión. Él hubiese querido dejar mi trabajo en un sereno olvido, y todo lo que era valioso en mi trabajo se lo adjudicó generosamente a Mr. Dalton”.

Higgins señaló luego que, al tiempo de escribir *“A Comparative View ...”*, estaba bien familiarizado con los óxidos metálicos y que no hay enunciados sobre la hipótesis atómica en los trabajos de Bergman, Cullen, Black y otros; que él aplicó la doctrina extensamente y que *“estaban fundadas en hechos bien escogidos y demostraciones matemáticas que Dalton omitió por razones que sólo él conoce”* y que cuando Thomson dice *“El tema difícilmente pudo haberse publicado antes”* exhibe prejuicio y parcialidad.

Higgins demostró ser completamente capaz de conducir su propia batalla. Su primer cargo de plagio fue en el siguiente párrafo de su *“Atomic Theory”*:

“...No puedo con propiedad o delicadeza decir directamente que Mr. Dalton es un plagiaro, aunque las apariencias están contra él. Probablemente nunca haya leído mi libro, aunque parece extraordinario que una persona con la laboriosidad e instrucción de Mr. Dalton haya omitido uno de los pocos trabajos que fueron expresamente escritos sobre el tema de la teoría. Al tiempo de ser publicado se vendieron mil copias del libro y fue el principal medio para poner punto final a la controversia a la que alude el título y que, de otro modo, no se hubiese terminado en varios años”

En esta época (1814) Higgins ardía en cólera. Los párrafos que siguen indican que quería dejar escapar a Dalton pero bajo la sospecha de haber intentado un trabajo grosero de revisión de las ideas de Higgins.

“He leído con gran atención el libro de Dalton “A New System of Chemical Philosophy”, como él lo llama, y también mi “A Comparative View...” por primera vez en los últimos veinte años y no he podido descubrir ninguna mejora hecha a mi doctrina, excepto lo que se puede razonablemente esperar de cualquier compilador ingenioso, que ha escudriñado cuidadosamente mi libro. La doctrina atómica ha sido aplicada por mí en investigaciones abstrusas y difíciles. Su aplicación por Mr. Dalton ha sido de una manera general y popular, y sólo por esa circunstancia ha ganado el nombre de Teoría de Dalton. El trabajo de Mr. Dalton se lee, el mío ha sido dejado de lado tan pronto como cesó la controversia que le dio lugar, y en ese tiempo la teoría en cuestión no fue entendida, ni yo esperaba que, por un tiempo considerable, lo fuera. Yo calculaba que alrededor de la mitad del presente siglo. Probablemente hubiese yacido así si no hubiese sido por el genio y aplicación de Mr. Dalton”.

Sus razones para abrir la discusión fueron combatir “la petulancia y las tramoyas”:

“El respeto que siento por la verdad y la justicia, más que la ambición por la fama, es lo que me indujo a encarar esta tarea. La recompensa que los hombres de ciencia esperan es el reconfortante reconocimiento del público. Y cuando son pasibles de ser despojados de esa condición, a través de la petulancia y las tramoyas el gran objetivo debe ser frustrarlas; los verdaderos hombres de ciencia abandonarán el campo en disgusto y muchos serán desterrados de entrar en él debido a la gran ofensa a la ciencia”.

Dos años más tarde Higgins publicó su última declaración sobre el tema en una extensa carta al editor del *Philosophical Magazine*⁷ y quedan muy pocas dudas de que en ella siente que fue Thomson quien lo estafó en sus justos merecimientos. Durante esta controversia, Dalton había permanecido en silencio mientras, como dice Higgins:

“El Dr. Thomson se adelanta como abogado de Mr. Dalton, el que permanece tembloroso y en silencio frente al estrado de la justicia.

Si el Dr. Thomson hubiese sido un historiador fiel y sin prejuicios, habría tenido la equidad de mencionar mi ‘Comparative View’ y el descubrimiento de la teoría atómica, antes de traer a colación los trabajos de Richter que fueron posteriores a los míos... Y trajo a colación muchas tergiversaciones a fin de preparar el camino para que su ingenioso amigo pueda tomar posesión del Sistema Atómico... El Doctor reconoce... que me anticipé a la teoría de los volúmenes de Gay Lussac ¡Qué bondadoso! Si nunca mencionó mi nombre en toda la historia de la Teoría Atómica. Esta última circunstancia muestra un notorio prejuicio personal que se manifiesta de la manera más decisiva en una determinada y premeditada omisión, o mejor supresión, de trabajos previos”.

⁷ Higgins *Phil. Mag.* **48** 363, 408 (nov 1816)

Es interesante notar que la exposición original de las ideas de Dalton hechas por Thomson se basó en una conversación de unos minutos y un breve memorándum escrito que Dalton le dio a Thomson. Este último lo admite en una nota al pie de su “*System of Chemistry*”. De esta ligera familiarización con el tema creció el mito de Dalton.

Es difícil aseverar si es justificable o no la creencia de Higgins y otros acerca de que Dalton realmente estaba familiarizado con “*Comparative View*” al tiempo de enunciar su hipótesis atómica. En su “*Life of Dalton*”, Henry dice:

“En varias ocasiones escuché a mi padre, y a otras personas, afirmar que Dalton no había visto el trabajo de Higgins hasta algunos años después de la publicación de ‘A New System’ cuando mi padre se lo prestó”.

Cita entonces otras evidencias de esta clase y finalmente dice:

“Este testimonio es concluyente, sería superfluo para aquellos que estaban personalmente familiarizados con Dalton y que conocían de cerca sus hábitos mentales y modos de estudio. No fue nunca su práctica dedicar mucho tiempo a la lectura”.

No tenemos evidencia que Dalton haya sido un plagiario cabal. Más aún, sobre la base de la vida ascética que llevó Dalton, sabiendo que hasta pidió una dispensa a su fraternidad para escuchar música no sacra, que se negó a ser recibido por el rey William IV si para ello tuviera que vestir ropa cortesana, etc., nos atreveríamos a afirmar que, al tiempo de publicar su “*A New System...*”, Dalton no había conocido la obra de Higgins. Pero no es este el tema del presente trabajo; nuestra intención sólo ha sido la de demostrar que William Higgins fue el primero en *utilizar los conceptos* de la Teoría atómica en trabajos sobre Química.

10.2. La polémica después de la muerte de Higgins

La polémica entre Higgins y Dalton perduró más allá de la muerte de Higgins. Davy y Wollaston fueron partidarios de Higgins. Thomson, Thenard, Dumas, Berzelius, Proust y Henry fueron partidarios de Dalton. Los avances en las determinaciones de pesos atómicos relativos realizados entre 1820 y 1860 fueron afianzando el criterio de considerar a Dalton como padre de la teoría atómica. La monumental obra de Mendelejeff, al establecer la periodicidad de las propiedades químicas de los elementos con sus pesos atómicos cuya escala era unánimemente reconocida a Dalton, terminó por eclipsar el nombre de Higgins de la Teoría atómica.

Sin embargo, a fines del siglo XIX, los químicos irlandeses comenzaron a rescatar los trabajos de Higgins, lo que obligó a Roscoe y Harden a mencionarlos en su trabajo sobre Dalton⁸.

⁸ Roscoe, H. E., Harden, A. *A New View of the Origin of Dalton's Atomic Theory*. Johnson Reprint Corporation. New York, 1981.

En 1929, Reilly y MacSweeney⁹ presentaron un trabajo donde se comparan los trabajos de ambos, lo que motivó al Profesor Tenney L. Davis del Massachusetts Institute of Technology a recopilar material sobre Higgins en el Trinity College de Dublin. Ese material sirvió de base de un trabajo de Edward R. Atkinson, de la University of New Hampshire que fue presentado ante la “Division of the History of Chemistry” en la 98ª reunión de la A.C.S. Boston Mass. 12 de septiembre de 1939.¹⁰

A principios de la década del ‘50 se reavivó la polémica Dalton - Higgins a través de una serie de artículos publicados en la revista *Nature*. En una reseña sobre el libro de Frederick Soddy “*The Story of Atomic Energy*”, el Profesor F. A. Paneth¹¹ afirmó:

“...El alcance del libro es muy amplio. Trata con los más importantes descubrimientos en radioactividad, poniendo no menos atención a las contribuciones de los químicos que a las de los físicos y, por lo tanto, negándose a dar a esta ciencia el moderno y estrecho título de “física nuclear”; no arranca con el descubrimiento de Becquerel en 1896 sino con los orígenes de la Química en Egipto y Grecia y conduce al lector a través de las sucesivas etapas del desarrollo de la teoría atómica. El autor basa su narrativa sobre extensos estudios históricos y no infrecuentemente está en desacuerdo con los estándares aceptados, por ejemplo, no le otorga el crédito a John Dalton sino a William Higgins en ser el primero en proclamar la teoría atómica moderna, una aseveración apoyada por referencias detalladas a los dos libros de este **casi olvidado investigador**.”

Las sorprendentes limitaciones como pensador científico de Dalton —como se revela en sus notas sobre la constitución de los gases y, lo que fue su consecuencia, su testaruda lucha contra los resultados de Gay - Lussac— parece justificar la más modesta posición que se le asigna aquí. En todo caso, los escritores de libros de texto de Química tendrán ahora que reexaminar la cuestión”.

Dos meses más tarde, *Nature* publica una réplica del Profesor J. R. Partington al artículo de Paneth. Refiriéndose a un trabajo por él publicado¹² dice:

“(1) En mi trabajo he establecido y enfatizado varias veces que Higgins reconoció la Ley de las Proporciones Múltiples. Sus ideas sobre las combinaciones en volumen son, como dice el Prof. Soddy, interesantes. Desgraciadamente, el Prof. Soddy ignora la influencia del tío de William, Bryan Higgins, en esas especulaciones, sobre las que traté con algún detalle.

(2) La diferencia más evidente entre las teorías atómicas de Higgins y de Dalton es el descuido del primero por los pesos de los átomos. Este fue el punto central de la teoría de Dalton y lo acredita para ocupar el lugar que los historiadores de la Química siempre le asignaron. Una teoría atómica existía mucho antes de William Higgins y fue aplicada de muchas maneras para la explicación de muchos fenómenos físicos y químicos, y aun Newton parece haber sugerido que los áto-

⁹ Reilly y MacSweeney *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc.* **19** 139 (1929)

¹⁰ E. R. Atkinson, “The Atomic hypothesis of William Higgins”, *Journal of Chemical Education*, January 1940 pp 3 – 11.

¹¹ *Classical Radioactivity And Its Sequence. Nature*, 11 de noviembre de 1950 Vol 166 pp 799 – 800.

¹² Partington, J. R. “The Origins of the Atomic Theory”, *Annals of Science*, 4, 245, 1939; “A Short History of Chemistry” p. 166 (1948).

mos difieren en peso. En lo que yo conozco, Dalton fue el primero en encontrar, con algún grado de éxito, los pesos relativos de los átomos. He corregido a mi amigo Prof. A. N. Meldrum señalando que Higgins sólo sugiere una vez en sus libros que los átomos de diferentes elementos difieren en peso y que en ningún lado establece que esto es materia importante...”

(3) He dado razones para suponer con el “*Dictionary of National Biography*” que el libro de Higgins publicado en 1814, mucho después que la teoría de Dalton fuera desarrollada y aceptada, fue un “inmerecido ataque a Dalton”. Ningún químico que haya leído el libro de 1789 fue capaz de entresacar de él alguna teoría como la propuesta por Dalton (a la que arribó de una manera bien diferente). Thomas Thomson dice que él definitivamente no pudo. En un compendio de conferencias dadas por Higgins en 1802 no hay referencia a teoría atómica alguna. A Higgins le era necesario menospreciar a Dalton si esperaba ocupar su lugar y no evadió hacerlo.

(4) El Prof. Soddy, después de decir que Higgins usó en 1789 los símbolos S, O y N para los átomos de azufre, oxígeno y nitrógeno, agrega: y debe haber sido el conocimiento culpable de esto por lo que Dalton fue hostil a la sustitución de los engorrosos símbolos especiales propios por los del simple y universal sistema de Berzelius”. En realidad, Higgins usa el símbolo P para el nitrógeno y a, b, c, etc. para el oxígeno. La letra P obviamente corresponde a ‘Phlogisticated air’ (nitrógeno) y S para el azufre. Creo que el Prof. Soddy fue el primero en dirigir la atención a este uso de los símbolos mediante letras por Higgins, que me pasó inadvertido en una nota que publiqué sobre este tema. Di razones en mi trabajo de 1939 para suponer que Dalton nunca leyó el libro de Higgins. El Prof. Soddy no acerca evidencias que lo haya hecho, y aunque lo haya hecho, nadie que haya estudiado el carácter de Dalton se sentiría deseoso de aceptar un cargo de deshonestidad contra él.

(5) Davy, cuyos puntos de vista menciona el Prof. Soddy, fue el primer químico de eminencia en reconocer el genio de Dalton. En 1803 - 4 y en 1809 - 10 invitó a Dalton a dar varias conferencias en la Royal Institution antes de que se conociera mucho acerca de su teoría. Davy visitó Dublin en 1810 y 1811 donde fue muy bien recibido y se le pagaron honorarios muy importantes por sus cursos y conferencias. Tendría que haber tomado conocimiento de los trabajos de Higgins del propio autor y, dado que era un hombre de mente independiente, debería haber quedado sin duda impresionado. Los pronunciamientos de Davy sobre el origen de la teoría atómica, hechos en diferentes ocasiones, compensarán el estudio.

(6) Los puntos de vista de Dalton sobre la constitución de los gases no están confinados a “Notas”. Están publicados en “*A New System of Chemical Philosophy*” y son partes esenciales de su teoría. Sus símbolos circulares, que no quiso abandonar, representaban, según J. J. Thomson, lo que Dalton pensaba que semejaban los átomos y, por lo tanto eran para su mente, mejores que las letras del alfabeto. En el mismo libro, Dalton señala la dificultad de la suposición (que nunca fue hecha por Gay Lussac) que volúmenes iguales de gases contienen igual número de átomos. Esta dificultad fue resuelta por Avogadro, pero como el ensayo de Avogadro fue descuidado por los grandes o pequeños químicos por más de cincuenta años, es quizás injusto asignarle a Dalton ‘...sorprendentes limitaciones como pensador científico...’ especialmente si tomamos en cuenta que razonó sobre este tema fundamental tan temprano. Soy consciente de que el Prof. Paneth pensaba,

probablemente, en los experimentos de Dalton sobre la combinación de volúmenes de oxígeno e hidrógeno.

(7) No está claro qué quiere decir el Prof. Soddy al afirmar que ‘Higgins y Dalton son responsables de la teoría atómica moderna’, ya que en algunos trabajos (a los cuales di referencia) el Prof. Meldrum se esmera en mostrar que nada puede ser más diferente entre sus teorías y las que se pensaban, digamos, en 1860, ni hablar de algo más moderno. Es también necesario dirigir la atención al hecho que la teoría de la combustión de Lavoisier, no es lo que muchos autores piensan que es, pero está íntimamente conectada con la teoría de que el calor y la luz son elementos imponderables, esto es, materiales, tal como lo creyó Dalton.

Respecto de este artículo cabe puntualizar lo siguiente: Partington trata de restarle importancia al uso de los símbolos químicos usados por Higgins sobre la base que usó una P y una D en lugar de N y O para el nitrógeno y oxígeno. Sin embargo en su “History of Chemistry” publicada varios años antes y traducida al castellano en 1945, Partington utiliza la N y la O para mostrar cómo Higgins consideraba las posibles uniones en los distintos óxidos de nitrógeno (Figura 10.2)

Higgins

En 1789 William Higgins publicó un libro titulado *A Comparative View of the Phlogistic and Anthiphlogistic Theories*, pronunciándose en favor de la segunda. En ese libro desarrolla algunas ideas interesantes respecto de la combinación química de las “partículas”, ideas precursoras de la ley de las proporciones múltiples y de las

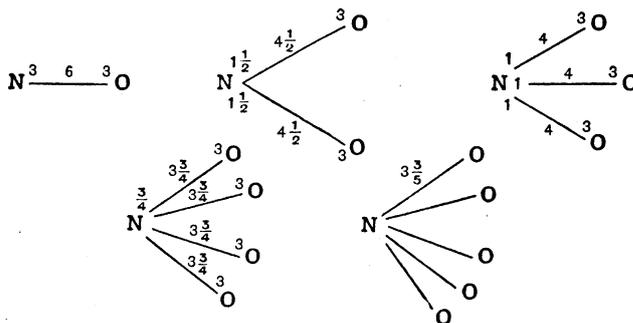


Fig. 68 — Combinación de partículas de acuerdo con las ideas de Higgins (1789).

uniones de valencia; pero que no pueden considerarse como antecesoras de la teoría atómica de Dalton, quien no conoció nada de Higgins hasta después de haber completado su propia teoría.

En el análisis de los compuestos de oxígeno y nitrógeno usó Higgins los diagramas que pueden verse en la figura 68.

Representemos con 6 la fuerza existente entre las últimas partículas de oxígeno y nitrógeno y supongamos dividida esa fuerza en partes iguales entre ambas partículas. Si dos partículas de oxígeno se combinan con una de nitrógeno, la fuerza 3 del átomo de nitrógeno, se divide en dos fuerzas de $1\frac{1}{2}$ cada una, de modo que la fuerza que mantiene unida cada partícula de oxígeno a la de nitrógeno es $4\frac{1}{2}$ solamente. Añadiendo 3, 4 y 5 partículas de oxí-

(¹) *Opticks*, 1730, p. 376.

Figura 7. Facsímil de la página 181 de *Historia de la Química* de J.R. Partington. Espasa - Calpe Argentina S. A. Buenos Aires 1945.

Quizás Partington desconocía que fue Davy quien firmó la admisión de Higgins a la Royal Society y que en varios artículos publicados entre 1809 y 1814, Davy declaró conocer los antecedentes de Higgins sobre la hipótesis atómica y así se lo aclaró Berzelius.

Finalmente, el punto (7) no deja de parecer una “chicana” dialéctica. Cada descubrimiento en el campo de la física atómica o nuclear modifica automáticamente la teoría atómica, con lo cual, lo que era la “teoría atómica moderna” antes del último descubrimiento en ese campo ha dejado de serlo con posterioridad. Lo que resulta evidente desde el punto de vista histórico, es que hay un antes y un después de la teoría de Dalton (o de Higgins) en la concepción de la naturaleza de la materia.

La respuesta vino desde el propio Soddy¹³ :

“... Brevemente, esto fue lo que Higgins dedujo correctamente, mediante experimentos y razonamientos sorprendentemente modernos, sin otra suposición que si la fórmula del agua y del dióxido de azufre, se toman como HO y SO₂, la del sulfuro de hidrógeno debe ser H₂S. Dado que las dos fórmulas supuestas se hacen con O = 16, los pesos atómicos del hidrógeno 2 y del azufre 16, para modernizarlos el número átomos de hidrógeno debe ser doblado y el de azufre llevado a la mitad dando, correctamente, H₂O, SO₂ y H₂S.

Quizás el Prof. Partington pueda explicar cómo Higgins podía haber hecho esto sin tomar en cuenta el peso de los átomos (excepto para el SO) ya que él le imputa la consideración de que el peso de todos los átomos son los mismos. Sugiero que los historiadores de la Química que han leído el libro de Higgins de 1789 lo vuelvan a leer y que los daltonianos en general que no han leído ese libro (o el mío) traten de hacer en 1951 lo que Higgins hizo en 1789, Avogadro queda exceptuado.

Antes que el libro ‘Elements of Stoichometry’ de Richter (1792 - 1794) nos diera una idea sobre equivalentes químicos, antes que la controversia Proust - Berthollet, que comenzó en 1799, haya establecido la constancia de la composición en peso de los compuestos químicos y la primera ley del cambio químico Higgins, además de haber anticipado como ahora se admite, la segunda ley de las proporciones múltiples y la notación química introducida por Berzelius, ha mostrado que si se supone conocido el número relativo de átomos en compuestos binarios de elementos A y B y de B y C entonces puede ser encontrado el número relativo de átomos de un compuesto binario A y C sin ninguna suposición adicional.

Sin duda es interesante desde el punto de vista histórico lo que William le debe a su tío Bryan, esto no afecta el hecho que los dos escribieron en el siglo XVIII mientras que Dalton lo hizo en el siglo XIX. Sea que Dalton leyera o no alguna vez a Higgins difícilmente pueda ser exculpado de deshonestidad mental ya que, de acuerdo con el Prof. Partington, se imprimieron dos ediciones y el

¹³ William Higgins y John Dalton *Nature*. 5 de Mayo de 1951 vol 167 pp 734

no podía ignorar el hecho que Davy fue originalmente escéptico de su derecho y en 1809 había sostenido la prioridad de Higgins.

Sobre el tema del carácter de Dalton, el Prof. Paneth ha dirigido mi atención a la biografía de Dalton escrita por Ostwald¹⁴, en el cual lo culpa de no mencionar en su trabajo sobre la aurora boreal que su relación al magnetismo ha sido descripta antes por Celsius y otros, y por declarar que a él no le importa lo que dicen los demás ya que sólo sus observaciones son fidedignas. De acuerdo con este biógrafo, Dalton sobrestimó sus propios logros. La idea de los pesos atómicos fue un producto lateral de sus trabajos sobre gases y vapores y fue incapaz de hacer algo más que darle nacimiento. Sus contribuciones posteriores fueron más un estorbo que una ayuda en su desarrollo y le dejó a sus contemporáneos y sucesores los problemas reales. Con este magistral compendio, muchos que están familiarizados con la vida y obra de Dalton estarán, sin duda, de acuerdo.

El Prof. Paneth ha señalado también, trayendo la opinión del Prof. Meldrum, que ‘nada puede ser más diferente’ a la teoría atómica aún en 1860, que la de Dalton o la de Higgins. El Prof. Partington se contradice a sí mismo. Allá por 1948 él dijo¹⁵ ‘...las posteriores extensiones han profundizado y ampliado el contenido pero, en líneas generales, sigue siendo la teoría de Dalton’.

Más adelante Soddy agregó:

“Considero que Higgins, además de reconocer la Ley de las Proporciones Múltiples y ser el primero en usar símbolos químicos, anticipó claramente los métodos, tanto experimentales como racionales, mediante los cuales fueron posteriormente establecidos los pesos atómicos verdaderos y por lo tanto merece el título de creador de la teoría atómica moderna. Es completamente irrazonable esperar de él, en el siglo XVIII, de haber dado la importancia a los pesos relativos que se toman en cuenta en el siglo XIX luego de los trabajos de Richter y Proust. Como químico estaba más interesado en sus afinidades químicas relativas, mientras que Dalton, como físico, al igual que Lavoisier, estaba más interesado en sus pesos relativos. Ciertamente el tipo de mente serena de Dalton realizó un buen servicio a la teoría al dirigir la atención de sus contemporáneos de una manera que ellos fueran capaces de entenderlo. Pero más allá de su Ley de las Presiones Parciales, él contribuyó poco y nada tanto a la teoría atómica como a la molecular. Fueron Gay - Lussac y Avogadro quienes cimentaron la teoría molecular. Fue Berzelius el primero que nos dió una tabla de pesos atómicos relativos reales, aquellos que Dalton había obtenido disfrazando arbitrariamente los equivalentes químicos.”

La réplica de Partington aparece en el mismo número de *Nature*.

“Higgins dice varias veces que el sulfuro de hidrógeno es ‘nada más que una solución’ o ‘suspensión’ de azufre en hidrógeno, y una vez que contiene nueve partículas de azufre a cinco de hidrógeno (pp. 78 - 81 del libro de Higgins); los resultados experimentales y el argumento llevan a la proporción nueve partículas de azufre a cinco de hidrógeno sin ninguna suposición sobre los pesos de los átomos. (El argumento ocuparía la mitad de una página de *Nature*). La idea y nombre de

¹⁴ Ostwald, Wilhelm, in G. Bugge's "Buch der grosser Chemiker" 1 378 (Berlín 1929)

¹⁵ Partington, J. R. *Endeavour*, 7 54 (1948)

'equivalente' fueron publicados por Cavendish en 1766 y 1788. Pienso que Higgins merece algún crédito por la Ley de las Proporciones Múltiples; pero Berzelius dijo que él no la enunció y que no se anticipó a Dalton.

Los símbolos de Higgins no se anticiparon a los de Berzelius; las letras no siempre simbolizan los mismos elementos y la misma letra simboliza sustancias diferentes. Dalton anticipó su teoría en 1803 y dio cuenta de ella a Thomson en 1804, y lo que Davy dijo en 1809 parece irrelevante.

La descripción de Dalton de la aurora borealis está contenida en su libro. 'Ensayos Meteorológicos y Observaciones' (1793), no en un papel, y en el prólogo él menciona que, después de que el libro fue impreso, él encontró que fue anticipado por Halley (1716), quién escribió sobre el tema algún tiempo antes que Celsius. El artículo de Ostwald incluye algunos otros errores que no son raros en el libro que lo contiene, pero no los comentarios atribuidos a Dalton. Después de que Dalton publicó su teoría atómica, publicó un trabajo importante sobre la combustión incompleta de hidrocarburos y sobre los volúmenes de las soluciones, y su trabajo (1837) sobre la composición constante de la atmósfera a 15.000 pies y su explicación en términos de mezcla por corrientes de aire es notable.

Dalton supuso que el átomo de cada elemento tiene un peso característico, que los pesos relativos pueden ser encontrados experimentalmente, y que se forman compuestos a partir de números definidos de átomos de los elementos. Éstos son todavía los cimientos de la teoría atómica moderna. El también supone que los átomos están rodeados de envolturas esféricas de calor, supone también que los átomos iguales se repelen y que como los átomos no se atraen, que los gases elementales son monoatómicos, que los compuestos binarios se forman debido a la repulsión de átomos iguales, que volúmenes iguales contienen números desiguales de partículas, etc. Estas suposiciones han sido abandonadas en 1860. Estoy consciente de no haberme contradicho."

En 1952, el Profesor Thomas. S. Wheeler de la Universidad de Dublin publicó un artículo¹⁶ donde demuestra, sobre la base de los manuscritos de Higgins, que este tenía plena conciencia de que los átomos de distintos elementos tenían pesos atómicos diferentes y que trató de establecer una escala de afinidades relativas entre los distintos elementos en los compuestos. Dos años más tarde, publicó otro artículo¹⁷ basado en fuentes primarias, incluyendo algunas que eran desconocidas para los escritores anteriores, y este artículo arroja nueva luz en varios de los aspectos de la vida y el trabajo de Higgins.

Luego de la lectura de los artículos de Wheeler, el Profesor Partington comenzó a modificar su opinión sobre Higgins y escribió en *Nature*¹⁸:

"...Higgins trata las combinaciones químicas sobre la base de la unión de 'últimas partículas' de los elementos, y reconoce claramente, y probablemente por primera vez, que una partícula de un elemento puede unirse con más de una partícula de otro. En los óxidos de nitrógeno hasta cinco

¹⁶ T. S. Wheeler. "William Higgins, Químico (1763 - 1825)" ENDEAVOUR 11 pp 47 - 52 1952

¹⁷ *Studies* 54 , 78, 207, 327 (The Talbot Press 89 Talbot Street , Dublin 1954)

¹⁸ William Higgins, Chemist, (1763 - 1825) *Nature*, 2 de julio de 1955 Vol 174 pp 8 - 9.

partículas de oxígeno se pueden combinar con una de nitrógeno. En esto está implícita la ley de las proporciones múltiples. Aplicaciones de la teoría atómica a la Química se habían hecho antes, notablemente por Bryan Higgins que explicó la unión de una partícula de cada uno de dos elementos para formar una molécula (un nombre usado por él) de un compuesto, llamando al proceso ‘saturación’, un nombre también usado por William Higgins. Bryan Higgins usó la idea de fuerzas centrales, mientras William usó una idea diferente, más semejante a las nociones modernas en valencia...

Algunos han dicho que Higgins creía que las partículas de elementos diferentes eran iguales en peso, pero el Prof. Wheeler concluye que esto es improbable. Es más probable que él haya supuesto que el nitrógeno, oxígeno y azufre tenían igual peso (14, 16, 32/2) pero supo que la partícula de hidrógeno era mucho más liviana. Higgins parece haber creído que la materia de que están hechas todas las partículas tiene la misma densidad, y que los pesos de las partículas son proporcionales a los tamaños de los núcleos duros, aparte de sus atmósferas de fuego (calórico).

Él supuso así que las partículas en gases diferentes están entre sí a distancias diferentes, pero no deduce conclusiones de las densidades, como después lo haría Avogadro. Sin embargo, consideró que los números de partículas en volúmenes iguales de gases bajo las mismas condiciones de temperatura y presión deben estar en proporciones numéricas simples. Llegó a deducir razonablemente la composición de varias moléculas como la de agua (HO) y los óxidos de azufre (SO y SO₂) y de nitrógeno (NO, NO₂, NO₃, NO₄, y NO₅). Higgins usó símbolos para las partículas de diferentes elementos —P para el nitrógeno, S para el azufre, D o d para el oxígeno, I para el hidrógeno, etc.—, y también hizo una aproximación a la idea de las uniones de valencia, dibujando líneas entre los símbolos de los elementos y asignando números arbitrarios a las fuerzas entre las partículas. Supuso que la fuerza de una partícula central se debilita progresivamente a medida que más partículas de otro elemento se unen a ella y que la fuerza de la ligadura es la suma de la fuerza de las que están unidas al átomo central y la fuerza de la partícula central dividida por el número de partículas unidas a ella.

“Esta idea le permitió descubrir de una manera muy ingeniosa lo que hoy en día se llamarían complejos de transición. En estas asociaciones de partículas las fuerzas se debilitan cuando otro cuerpo se une, y el efecto de esto se transmite a través del complejo lo que lleva al reacomodamiento y a la reacción. En tales casos él usó la idea de una orientación preliminar de partículas que también habían sido usadas por Bryan Higgins. En esto demuestra ser más ingenioso que Dalton quien siguiendo a Newton usaba fuerzas centrales que le permitieran explicar las propiedades de las mezclas de gases. Un problema no considerado por Higgins...”

“Algunos años después que Dalton publicara su teoría atómica, Higgins escribió en 1814 “Experiments and Observations of The Atomic Theory and Electrical Phenomena ” en el que se reproducen partes de la “Comparative View” con la intención de mostrar que él se había anticipado a Dalton. En muchos casos, sin embargo, lee en éstos párrafos más de lo que dijo en 1789 y altera alguna de sus conclusiones. Sugiere que Dalton sabía de su libro en el que formulaba la teoría, y lo había usado, pero nunca se produjo evidencia alguna de esto. El Prof. T. S. Wheeler cree que Dalton no estaba al tanto del trabajo de Higgins y que tanto Higgins como Dalton usaron teorías atómicas para explicar cambios químicos.

Higgins fue el primero en señalar claramente la combinación de los átomos en proporciones múltiples, y usó la idea de enlace de átomos mediante fuerzas para explicar reacciones, alumbrando la idea de un estado de la transición, pero poca o ninguna atención a los pesos de los átomos. La contribución de Dalton fue la idea del hallazgo de los pesos relativos de los átomos y explicar así las leyes cuantitativas de la combinación química, pero él prestó poca atención a las fuerzas atractivas ejercidas entre los átomos. La teoría de Dalton incluye la ley de las proporciones múltiples y, lo que es importante, la ley de las proporciones recíprocas que Higgins, con su descuido de los pesos atómicos, no vio como una consecuencia de la teoría atómica. Las teorías atómicas de Higgins y Dalton difieren en aspectos importantes, y es en vano, y probablemente incorrecto, decir que Higgins se anticipó a Dalton. Fue la teoría de Dalton la que se desarrolló en el siglo XIX, y muchas de sus ideas aparecen en la teoría atómica moderna. Higgins estaba principalmente interesado en refutar la teoría del flogisto, y subsecuentemente esto no fue de interés para los químicos. Por eso es que más tarde su teoría atómica, que formaba parte de su argumento, no fue propiamente apreciada. Él no la desarrolló y parecería haberla comprendido tan sólo después que la teoría de Dalton se publicó.”

Finalmente, en 1960 Partington y Wheeler publican un libro¹⁹ donde rescatan a Higgins como el antecedente más importante de la teoría atómica, adjudicándole a Dalton el mérito de haberla expresado formalmente. En ese libro descartan la posibilidad de que Dalton hubiese plagiado, o tuviese conocimiento de los trabajos de Higgins.

10.3 Conclusiones

A través del análisis del material comentado, podemos afirmar que Higgins era plenamente consciente que la materia está formada por átomos (partículas últimas) y moléculas y su definición “*el término partícula última significa la última división de la materia elemental y el término molécula la última división de un compuesto químico*”, no deja lugar a dudas acerca de la distinción entre ambas.

Cuando Higgins afirma: “... podemos concluir justamente que el agua está compuesta por moléculas formadas por la unión de una partícula simple de aire deflogistizado (oxígeno) a una partícula última de aire inflamable ligero (hidrógeno) y que ellas son incapaces de unirse a una tercera partícula de cualquiera de sus principios constituyentes”; está diciendo, nada más ni nada menos que las combinaciones químicas tienen lugar solamente por la unión de los átomos. La unión involucra números definidos de átomos (Ley de Proust).

¹⁹ T. S. Wheeler - J.R. Partington “*The Life and Work of William Higgins, Chemist.*” Oxford Pergamon Press, 1960

El análisis de las posibles combinaciones de nitrógeno y oxígeno, traducido al lenguaje contemporáneo, establece que cuando dos clases de átomos se combinan para dar más de una molécula compuesta, los números de átomos de una clase que se combinan con el mismo número de la otra guardan entre sí una relación sencilla (Ley de las proporciones múltiples).

Cuando afirma "*Sea A una partícula de agua, e I y D sus principios constituyentes, I es aire inflamable (hidrógeno) y D aire deflogistizado (oxígeno), combinados con una fuerza de $6\frac{5}{8}$ (relación entre la masa de oxígeno y la de hidrógeno presentes en el agua)*"; está expresando que los átomos se mantienen unidos por fuerzas que son proporcionales a las relaciones en peso según se combinan. Aquí manifiesta una noción de equivalente.

Hay varios factores que atentan contra su pretensión de ser el creador de la teoría atómica.

En primer lugar, el tema central de "*A Comparative View...*" es la refutación de la teoría del flogisto y no la Teoría atómica. Una vez resuelta la controversia sobre el flogisto, el libro de Higgins careció de interés científico.

En segundo lugar, no desarrolla específicamente la hipótesis atómica, que es precisamente el mérito de Dalton.

Además, no establece escalas de pesos atómicos, utiliza un lenguaje menos preciso que Dalton, espera casi seis años para reclamar su derecho a ser el creador de la teoría y en el texto de 1814 usa citas de "*Comparative View*" que modifican el texto original.

Un factor subyacente es que Higgins era irlandés. Es notorio que la mayor defensa de Higgins la realicen escritores irlandeses o que trabajan en Irlanda mientras que sus detractores son ingleses.

En nuestra opinión:

Debe considerarse a Higgins un precursor y no el creador de la Teoría Atómica, ya que si bien en sus trabajos subyacen las ideas sobre átomos, moléculas y uniones químicas, no enuncia hipótesis atómicas de manera formal ni en "*A Comparative View...*" ni en ningún otro trabajo publicado en los 25 años posteriores.

Debe considerarse a Higgins precursor de la ley de las proporciones constantes ya que si bien no la enuncia formalmente, no sólo se anticipa a Proust sino que establece que son los *átomos* los que se combinan en proporciones definidas. Este es un concepto más avanzado que la afirmación de que las sustancias se combinan en relación de *masas* constantes.

Análogamente debe considerarse a Higgins precursor de la ley de las proporciones múltiples.

Si se le da crédito a las expresiones de Thomas Thomson, es también un precursor de las leyes de la combinación en volumen.

Estos no son méritos pequeños. Muy por el contrario, el crédito de precursor de la teoría atómica puede considerarse equivalente al crédito que se le asigna a Galileo de ser el precursor de la mecánica.

nica newtoniana. Con esto queremos señalar que para la Química, los trabajos de Higgins deberían tener una importancia similar a los de Proust, Richter o aún Lavoisier o Gay - Lussac.

Quizás la lectura del presente trabajo, haga que la contribución de Higgins al desarrollo de la Química se refleje algún día en los libros de texto.

Bibliografía:

Henry, Ch., (1854): *Memoirs of the Life and Scientific Researches of John Dalton*, The Cavendish Society. London.

Higgins, W., (1789): *A Comparative View of the Phlogistic and Antiphlogistic Theories*. J. Murray, London.

Meldrum, A. N. *Two Great Irish Chemists, Bryan Higgins (1737 - 1820) and William Higgins (1763 - 1825)* en *Essays in the History of Chemistry*. Cohen, I. B. Editor. Arno Press. New York, 1981

Partington, J. R., Wheeler, T. S., (1960): *The Life and Works of William Higgins, Chemist (1763 – 1825)*, Pergamon Press, Oxford.

Roscoe, H. E., Harden, A. *A New View of the Origin of Dalton's Atomic Theory*. Johnson Reprint Corporation. New York, 1981

Thomson, T., (1830): *The History of Chemistry*, Vols. I y II, H. Colburn and R. Bentley, London

Wheeler, T. S., William Higgins, Chemist (1763 – 1825), *Studies: An Irish Quarterly Review*, Vol. 43, No. 171 (Autumn, 1954), pp. 327 – 338.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Asimov I.**, *Asimov's Biographical Encyclopedia of Science and Technology*, Doubleday, 1964.
- Bensaude-Vincent, B., Stengers, I., (1997):** *Historia de la Química*, Addison-Wesley, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Colebrooke, H. T., (1837):** *Miscellaneous Essays*, Vols. I y II, W. H. Allen and Co., London.
- Copleston, F., (2011):** *Historia de la Filosofía I, de la Grecia antigua al mundo cristiano*, Ariel, Barcelona.
- Gillespie C. C.** *Dictionary of Scientific Biography*. Scribners and Sons. New York 1970 - 1980.
- Grellard, Ch., Robert, A., (Eds.), (2009):** *Atomism in Late Medieval Philosophy and Theology*, en *Medieval and Early Modern Science*, DC Publishers, Leyden.
- Halperin de Destailats, L.** *Teoría Atómico - Molecular*. EUDEBA. Buenos Aires. 1965
- Katz, M., (2016):** *Temas de historia de la Química*, Asociación Química Argentina, Buenos Aires.
- Leicester, H.** *The Historical Background of Chemistry*. Dover Publication Inc. New York. 1971
- Levere, T. H., (2001):** *Transforming Matter, A History of Chemistry from Alchemy to the Buckyball*, John Hopkins University Press, Baltimore.
- Mabilleau, L., (1895):** *Histoire de la philosophie atomistique*, Félix Alcan, Editeur, Paris
- Meldrum, A. N.** *Two Great Irish Chemists, Bryan Higgins (1737 - 1820) and William Higgins (1763 - 1825)*, en *Essays in the History of Chemistry*. Cohen, I. B. Editor. Arno Press. New York, 1981
- Papp, D.** *Historia de la Física*. Espasa Calpe Argentina S. A. Buenos Aires. 1945.
- Partington, J. R.** *Historia de la Química*. Espasa Calpe Argentina S. A.. Buenos Aires. 1945.
- Partington, J. R.** *A History of Chemistry*. Mac Millan. 4 vol. 1961 – 1964.
- Patterson E.C.,** *John Dalton and the Atomic Theory*, Doubleday and Co, Inc., Garden City, New York, 1970.
- Perrin J.,** *Los Principios de la Química - Física*. Espasa - Calpe Argentina Bs. Aires, 1948.

Ray, P. C., (1903): *A History of Hindu Chemistry*, Second Edition, Vol I, The Bengal Chemical Pharmaceutical Works, Calcutta.

Roscoe, H. E., Harden, A. *A New View of the Origin of Dalton's Atomic Theory*. Johnson Reprint Corporation. New York, 1981.

Salem, J. (Editor), (2000): *L'atomisme aux XVII^e et XVIII^e siècles*, Publications de la Sorbonne, Paris.

Taton R. (Editor) *History of Science* (4 vol). Basic Books. New York. 1963 – 1966.

Thomson T., *The History of Chemistry*, Arno Press, New York, 1975.

Wheeler, T. S. “*William Higgins, Chemist (1763 - 1825)*” The Talbot Press. Dublin. 1952.

INDICE ALFABÉTICO

A

- A Comparative View*, 162, 163, 170, 171, 182, 183, 184
- abasíes, 81, 82, 83
- Abdera, x, 2, 50, 52, 53, 79, 115
- actividad*, 5, 22, 57, 59, 74, 87, 113, 137
- Adelard of Bath, 102, 107
- Africanus, 73, 74
- agregación, 2, 4, 5, 9, 13, 14, 21, 34, 50, 53, 128, 167
- agua*, iii, 2, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 44, 45, 47, 56, 62, 64, 70, 76, 93, 96, 101, 106, 118, 119, 120, 121, 133, 137, 139, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 157, 163, 164, 165, 166, 177, 180, 182
- aire*, iv, 2, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 15, 19, 20, 26, 37, 38, 39, 41, 44, 45, 47, 49, 56, 62, 64, 70, 76, 87, 91, 96, 101, 103, 119, 121, 124, 126, 130, 134, 137, 138, 142, 153, 157, 158, 163, 164, 165, 166, 167, 179, 182
- aire deflogistizado*, 163, 164, 165, 166, 167, 182
- aire flogistizado*, 163, 165
- Alejandro Magno, 59, 73, 78, 80, 87, 112
- Al-Farabi, 83
- al-Kindi, 78, 80
- alma*, i, iv, viii, xi, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 18, 19, 20, 22, 23, 26, 35, 41, 44, 46, 54, 66, 71, 86, 94, 96, 105, 116, 123, 127
- Al-Mamun, 78, 79, 80, 81, 83
- Ampère, A. M., vi, 158
- Anaxágoras, 1, 48, 49, 50, 53, 54, 82
- Anaximandro, xiv, 1, 34, 36, 37, 38, 41, 45
- Anaxímenes, 34, 36, 38, 39, 41, 81
- Argiropea, 58
- Aristóteles, i, ii, viii, ix, x, 12, 26, 34, 35, 36, 40, 41, 42, 45, 47, 49, 50, 51, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 69, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 89, 104, 106, 110, 114, 121, 122, 125
- asharitas*, 79
- Atharvana*, 1
- Atomic Theory*, vi, 162, 165, 169, 170, 173, 174, 180, 184, 187
- átomo, i, iii, v, xi, 3, 9, 13, 14, 16, 28, 52, 54, 67, 69, 85, 86, 88, 89, 91, 96, 101, 103, 110, 116, 117, 122, 123, 124, 128, 131, 148, 149, 152, 154, 155, 163, 164, 165, 179, 180

átomos, i, ii, iii, iv, v, vi, viii, ix, x, xi, xiv, 2, 3, 7, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 20, 51, 52, 53, 54, 67, 68, 69, 71, 73, 79, 82, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 93, 95, 96, 100, 101, 105, 106, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 132, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 145, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 163, 164, 165, 167, 170, 174, 175, 177, 178, 179, 181, 182, 183

Autrecourt, Nicolas de, 105, 106, 107

Averroes, ii, 78, 83, 95, 99

Avicena, 83

Avogadro, vi, 14, 156, 158, 175, 177, 178, 180

B

Basson, iii, x, xi, 116, 117, 118

Bauddhas, 4, 84

Beeckman, I., iii, 122, 126

Bergman, T. O., 169, 170

Bernoulli, D., v, xii, 138, 146, 158

Berthelot, M., 58, 73, 76, 77, 78, 80, 81, 97

bertholímetros, 139

Berthollet, C. L., v, 141, 142, 145, 151, 169, 177

Berzelius, J. J., v, vi, 145, 153, 154, 155, 163, 169, 172, 174, 176, 177, 178

Bhāshya, 3, 5

bienaventuranza, 23

Bolos de Mendes, 58, 72, 73, 78, 81

Boyle, R., iv, xi, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 138, 150, 158

Braccolini, P., iii, 109

Brahma, 1

Bruno, G., xi, 115, 116, 122

Bryan Higgins, 162, 169, 174, 180

Buddha, 4, 8

C

calórico, vi, 9, 155, 157, 159, 164, 180

cambio accidental, 63

cambio sustancial, 63

Cavendish, 127, 139, 153, 160, 164, 169, 178, 184

comunidad, 4, 20, 41, 60, 145

Confucio, 27

Conjunción, 16, 94

Crisopea, 58

cualidades, i, ii, x, xi, xii, xiv, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22, 23, 30, 32, 36, 46, 47, 51, 64, 65, 87, 89, 94, 96, 106, 121, 122, 123, 126, 129, 135

Cullen, 170

D

Dalton, i, v, vi, xii, 142, 144, 145, 146, 147, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 164, 165, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 187

darshanas, 1

Davy, H., vi, 145, 162, 165, 170, 172, 175,
176, 177, 179

defectos., 22

Demócrito, i, ii, viii, ix, x, 1, 35, 42, 52, 53,
54, 55, 56, 57, 58, 69, 71, 72, 73, 75, 76,
78, 80, 81, 85, 86, 88, 89, 91, 95, 100, 112,
115, 121, 122, 123

Des Cartes, R., iii, iv, 122, 126, 129, 130

Deseo y aversión, 18

Diagrama del río Amarillo, 27

Diagrama del río Luo, 27

Diels, H. A., 38, 54

Diógenes Laercio, x, 35, 36, 37, 39, 44, 45,
46, 50, 51, 53, 55, 56, 59, 60, 66, 67, 115

dissolutions, 142

distinción, vi, x, 5, 7, 11, 16, 20, 26, 56, 70,
114, 163, 182

disyunción., 16

dolor, 5, 6, 8, 9, 13, 18, 23, 24, 68, 69, 94

E

Elasticidad, 19

elementos, v, vi, xiv, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 14,
16, 17, 19, 28, 32, 34, 37, 46, 47, 48, 49,
54, 56, 62, 63, 64, 65, 68, 76, 89, 96, 101,
102, 103, 104, 105, 116, 118, 119, 121,
122, 130, 131, 133, 134, 137, 139, 141,
142, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152,
156, 158, 160, 163, 172, 174, 175, 177,
178, 179, 180

Empédocles, i, viii, 46, 47, 49, 53, 54, 63, 81

Epicuro, iii, iv, viii, ix, x, 54, 57, 58, 66, 67,
68, 69, 70, 71, 78, 89, 100, 105, 109, 112,
115, 122, 125, 127

Esfera de Demócrito, 57

espacio, i, iv, x, 2, 12, 13, 32, 52, 53, 68, 70,
89, 94, 95, 96, 105, 106, 114, 123, 126, 148

éter, 2, 3, 8, 11, 12, 16, 49, 63, 64, 65, 116,
127, 130

eudiómetros, 139

F

Filipo de Macedonia, 59

Filolao, 42, 43

Fischer, E. G., 141

Física y Mística, 55, 56, 58, 72

flogisto, vi, 119, 162, 163, 170, 181, 182

Fluidez, 17

Francis Bacon, 128

fuego, 28, 29, 30, 31, 32

G

Galileo, iii, iv, 122, 123, 124, 183

gas olefiante de los holandeses, 145

Gassendi, P., iv, vi, xi, 125, 126, 127, 156

Gay - Lussac, v, vi, xii, 145, 153, 154, 155,
156, 157, 170, 172, 173, 175, 178, 183

Geopónica, 74

Girolamo Fracastoro, x, 112

I

Gótama, xiv, 3, 4, 5, 6, 9, 13, 18, 21, 22, 23

Imaginación, 19

Guerlac, H., 159

Inteligencia., 18, 22, 50

Guillaume de Couches, 104

Irish Linen Board, 162

H

Isidoro de Sevilla, 100, 101

Harden, 159, 160, 173, 184, 187

J

Harriot, iii, 122, 123

Jabir, 96

Henry, vi, ix, 102, 103, 104, 127, 145, 146,
160, 164, 165, 169, 172, 184

Jenófanos, 39, 40, 46

Heráclito, 44, 45, 81, 110

Junge, J., 134

Hermes, 75

Justiniano, 78, 81

Heródoto, x, 35, 36, 55, 67, 68, 115

K

Hesíodo, 39, 66

Kadritas, 82

Hestia, 42

Kalâm, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 88, 93

Hierón, 70

Kanada, xiv, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 18,
20, 21, 22, 81, 86, 88, 89, 93, 94, 101

Higgins, W., vi, xii, 162, 163, 164, 165, 167,
169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176,
177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 187

Kapila, 2, 3, 7, 12

Kirwan, R., 162, 163

Hobbes, iv, 126, 127

Kitab-al-Fihrist, 81

Homero, 39

Kranz, W., 38, 54

Hooke, R., 128, 139

L

horror al vacío, iv, 65, 124

Laplace, P. S., 139, 145

Hrabanus Maurus, 101

Lavoisier, A. L., v, xii, 9, 134, 138, 139, 140,
151, 159, 162, 175, 178, 183

Huygens, Ch., 128, 135

Leibniz, G. W., xi, 126, 135

Hydrodinámica, 146, 158

Leiden, 74, 75

Leucipo, i, viii, x, 1, 50, 51, 52, 53, 54, 71,
115

Ley de Henry, 146

Ley de las presiones parciales, 145, 146, 158

li, xiv, 26, 27

Lomonosov, M., 158

Lucrecio, iii, viii, ix, x, 57, 58, 69, 71, 72, 78,
100, 101, 109, 112, 114

M

MacSweeney, D. T., 173

Madera, 28, 29, 30, 31, 32

Magnenus, J. Ch., 121

Maimónides, ii, 78, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91,
92, 93

maturidis, 79

mélanges, 142

Meldrum, A. N., 174, 175, 178, 184, 187

Meliso, 47

mente, i, 3, 5, 8, 9, 12, 13, 16, 20, 22, 23, 24,
44, 46, 67, 110, 159, 175, 178

Metal, 28, 29, 30, 31, 32, 133

Mimánsa, 2, 9, 18

mínima naturalia, 118, 129

molécula, vi, 156, 157, 163, 180, 182

moleculæ, xi, 125

motivo, 4, 24, 34, 54, 55, 64, 90

Mullach, F., 55, 77

música de las esferas, 41

Mutakalam, 82, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 92,
94

mutakalemim, ii, 78, 80, 83, 84, 85, 86, 87,
88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 99

Mutazelita, 80

Mutazelites, 83, 84, 93, 94

N

Nash, J., 170

negación, ix, 4, 16, 17, 21, 47, 60, 82, 106

Newton, I., v, x, xi, 99, 114, 127, 128, 130,
135, 136, 137, 138, 150, 158, 174, 180

Nicolás de Cusa, 109

Nous, 49, 50, 139

Número, 15

Nyáya, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 17, 18, 23,
24

O

Olimpiodoro, 74, 75

Olor, 15, 32

opuestos armónicos, 41

Ostanes, 78, 81

Ostwald, W., 155, 177, 179

P

Paneth, F. A., vii, 173, 174, 175, 177, 178

Paracelso, x, 96, 112, 113, 128, 129

Parménides, 40, 45, 46, 47, 51, 53, 54

Partington, J. R., vii, 124, 143, 160, 174, 175,
176, 177, 178, 179, 181, 184, 187

Patanjali, 12

Pericles, 48

Pétesis, 78, 81

Philosophical Society, 77, 146, 147, 160, 170

Pitágoras, 36, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 55, 79,
82

Pitocles, x, 115

Platón, 40, 49, 54, 55, 59, 61, 66, 79, 82, 83,
89, 102, 104

Plinio, 36, 53, 55, 56, 57, 72, 76, 101

Porfirio, 40

Proust, J. L., v, vi, xii, 141, 142, 145, 151,
160, 164, 169, 172, 177, 178, 182, 183

Q

qi, xiv, 26, 27

R

Razi, 95, 96, 97

recuerdo, 5, 22

Reilly, J., 173

retribución, 22

Richter, J. B., xii, 140, 141, 151, 159, 169,
172, 177, 178, 183

Rig, 1

Roscoe, H. E., 159, 160, 173, 184, 187

Royal Society, 127, 138, 145, 162, 176

S

Sabor, 15

Sáman, 1

Samkhya, 2, 5

Sennert, D., iii, xi, 117, 118, 128, 129

Serapeum, 75

shu, xiv, 26

Sinesio, 56, 58, 74, 75

Siria, 74

Snell, 122, 123

Sócrates, 42, 53, 61

Soddy, F., vii, 173, 174, 175, 177, 178

Sonido, 18

Sophé el egipcio, 73

Stevin, S., 122

sublunar, x, 64, 65, 103, 114

supralunar, x, 12, 64, 65, 114

Syncellus, G., 56, 58, 73

Syntagma Philosophiae Epicuri, xi, 125

T

Tachenius, O., 120

-
- Tacto*, 15
- Tales, xiv, 7, 34, 35, 36, 61, 81
- taoísmo, xiv, 32
- Telesio, B., x, 114, 128
- temperatura.*, 10, 15, 153, 154
- Teofrasto, 45, 46, 59, 66, 78, 80
- Teoría Atómica, v, vi, xii, 142, 146, 147, 162, 169, 172, 183
- THE SCEPTICAL CHYMIST*, 130
- Thomson, T., vi, 143, 147, 151, 153, 160, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 179, 183, 184, 187
- tiempo*, i, ii, vi, viii, x, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 21, 27, 31, 37, 38, 39, 40, 54, 56, 59, 64, 66, 75, 81, 86, 89, 91, 92, 94, 96, 99, 101, 102, 106, 114, 118, 134, 135, 139, 162, 166, 170, 171, 172, 179
- Tierra*, ix, 10, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 39, 42, 45, 46, 48, 51, 52, 62, 64, 105
- Timeo, 73
- Tomás de Aquino, ii, 95
- Torricelli, E., iv, xi, 124, 125, 126
- trasmigración*, 5, 19, 22
- V**
- vacío, i, ii, iv, viii, ix, xi, xiv, 12, 32, 46, 51, 52, 53, 54, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 82, 84, 85, 86, 95, 96, 100, 105, 122, 123, 124, 125, 126, 130, 137, 146
- Vaisheshika, 2, 3, 5, 9, 14, 17, 24, 53
- van Helmont, J. B., 119, 120, 128, 134
- Vedanta, 2
- Vedas*, xiv, 1, 7
- Védavyasa, 1
- Velocidad, 19
- Venerable Bæde, 100
- virtud*, iv, 10, 12, 14, 15, 18, 19, 22, 45, 52, 62, 114, 127
- Viscosidad.*, 18
- Volición*, 19
- von Guericke, O., iv, 124
- von Humboldt, A., 153
- Vyasa, 1
- W**
- Wheeler, T. S., 179, 180, 181, 184, 187
- Wollaston, W. H., vi, 145, 153, 165, 172
- Wren, Ch., 128
- Wuxing*, xiv, 27, 28, 29, 30, 31
- Y**
- Yajush*, 1
- Yin y Yang., 27
- Yoga, 2
- Z**
- Zenón, ix, 47, 50, 54

Zodíaco, 36, 52

Zósimo, 72, 73, 74, 75, 78, 81

**ASOCIACIÓN
QUÍMICA
ARGENTINA**



Desde la Antigüedad el hombre sintió curiosidad por conocer como era el medio que lo rodeaba. En las etapas más tempranas de la civilización, la ocurrencia de los fenómenos naturales se explicaba, fundamentalmente, atribuyéndolos a la voluntad de los dioses. No obstante ello, el ser humano aprendió que en la Naturaleza se cumplen ciertas regularidades y con el transcurso de los siglos comenzó a generalizarlas y a aprovecharlas para satisfacer sus necesidades. A medida que la observación de los fenómenos se fue desprendiendo de condicionamientos míticos, se fue gestando una concepción científica embrionaria que llevó a establecer hipótesis racionales explicativas de esos fenómenos. Así, ya en el siglo VIII a.C. en la India se suponía que la materia estaba formada por pequeñas partículas, invisibles al ojo, que podían moverse en el vacío y agruparse para formar objetos perceptibles. Esas partículas eran de distintas clases y sus combinaciones daban lugar a toda la materia conocida. Esta teoría fue aceptada por los filósofos persas y de alguna manera fue conocida en la antigua Grecia, alrededor del siglo V a.C.

Las ideas acerca de la constitución última de la materia fueron evolucionando, condicionadas también por factores políticos y religiosos, especialmente por el auge del cristianismo en Europa y por el Islam, en Medio Oriente.

Los eruditos de la Edad Media y Moderna, fueron puliendo las concepciones a favor y en contra del atomismo y, a principios del siglo XIX, el trabajo de Dalton inclinó las opiniones hacia la hipótesis atómica, provocando un desarrollo enorme en las teorías químicas y sus aplicaciones prácticas.

En este libro, el autor nos presenta la evolución de la idea de que la materia está constituida por átomos, desde la Antigüedad hasta la Teoría Atómica de Dalton y agrega una polémica poco conocida entre William Higgíns y John Dalton acerca de la paternidad de dicha Teoría, controversia que se mantuvo en los ámbitos académicos durante casi un siglo y medio.



Miguel Katz, además de Profesor en Química y Licenciado en Enseñanza de la Química, es Doctor en Epistemología e Historia de la Ciencia. A lo largo de su extensa carrera docente ha dictado cursos sobre diversos aspectos de la Historia de la Ciencia en varias instituciones del país, alternando su pasión por esta disciplina, con el dictado de cursos de Mecánica Cuántica y Termodinámica. Ha sido Consultor del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y ha escrito numerosos trabajos sobre diversos aspectos de la Química.

ISBN 978-987-99428-8-8



9 789879 942888