

## EVOLUCION DE LA IDEA DE SUSTANCIA QUIMICA DE TALES A ARISTOTELES.

VICTOR VIZGUIN\*  
Instituto de Filosofía  
Academia de Ciencias. Moscú

### RESUMEN

*El estudio tiene como objetivo presentar la evolución de las ideas sobre los elementos, sustancia y su transformación de Tales a Aristóteles incluyendo a Anaximandro, Anaxímenes, Heráclito, Parménides, Empédocles, Anaxágoras, Leucipo, Demócrito y Platón. El concepto de la cualidad, en particular la cualidad química, sirve de base para el análisis histórico y filosófico de esta evolución. La concepción de cuatro elementos como factores cualitativos para explicar la constitución de los cuerpos y sus cambios es analizada por una parte. Por otra, el concepto de estructura de la materia, geométrica y atómica, es tratada como un factor mecánico y cuantitativo, al menos en principio. La química como ciencia necesita de ambos.*

### ABSTRACT

*This study has main objective to present the evolution of ideas concerning the elements, substance and his transformations from Thales to Arisstotle including Anaximander, Anaximenes, Heraclitus, Parmenides, Empedocles, Anaxagoras, Leucippus, Democritus and Plato. The conception of quality, especially of chemical qualities, is choosen as a methodological frame of references for the historical and philosophical analysis of this evolution. The concept of four elements as qualitative factors in the constitution of bodies and his changes is analysed, on the one hand. On the other, the concept of structure of matter, geometrical and atomistic, is considered as a mechanical and quantitative factor, at least in principle. The chemistry as a science needs both.*

---

\* Este trabajo fue realizado durante la estancia del Prof. Vizguin en el Departamento de Matemática Aplicada de la Universidad de Zaragoza financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia como año sabático.

Palabras clave: Química antigua, Filosofía griega, Presocráticos, Atomistas, Platón, Aristóteles.

### El concepto de elemento en la Escuela milesia

La filosofía griega empieza por la Escuela milesia (Tales, Anaximandro, Anaxímenes). En el marco de esta escuela, el conocimiento teórico se forma como conocimiento de la sustancia o de la base de todos los cambios del mundo visible. La solución del problema de la génesis de las cosas es el principal logro de los milesios y sirvió de base para el ulterior avance del pensamiento filosófico y científico. Dentro de este problema planteado por los milesios, es poco probable que se pueda separar el aspecto puramente químico. No obstante el problema de la génesis de las cosas procedentes de la sustancia primera, incluye, sin duda alguna, un aspecto químico y sirve de base para que se formen en lo sucesivo ideas más diferenciadas, que tienen ya un carácter químico bastante específico<sup>1</sup>.

En la filosofía milesia se forma, por primera vez en el ámbito griego, el concepto de elemento. Si bien el propio término *stoijeion*, utilizado por vez primera por Platón, no figura en la teoría de Tales (fl.cerca 582 a.C), este concepto aparece en la tesis de Tales acerca de que el agua es el principio de todo. Los datos que poseemos hoy acerca de la teoría de Tales son tan escasos, que según el historiador soviético A.O. Makovelski "sólo se le puede atribuir con plena seguridad una tesis filosófica: todo surgió del agua" [11, p. 5]. Esta tesis combina la filosofía y la ciencia y por tanto tiene la misma importancia en la historia de la filosofía que en la de la química y es además el producto de una síntesis teórica tanto de las observaciones como de las tradiciones precientíficas. Dicho de otro modo, además de las condiciones enumeradas (observación y tradición), la condición fundamental para su surgimiento es la existencia de una nueva facultad del hombre: su capacidad de pensamiento teórico. Puede decirse que la tesis de Tales es la primera tesis teórica de la química antigua.

Hay que destacar que la tesis de Tales, quizás explica más bien el origen y no el sustrato del mundo. Sólo en un auténtico fragmento de Anaximandro, discípulo de Tales, encontramos una idea, claramente expresada, sobre el fundamento del mundo en el sentido de su base constante o de su sustrato.

El pensamiento precientífico ya describía la formación del mundo con referencia a la oposición de cualidades físicas: oscuro-claro, frío-caliente, seco-húmedo, etc. pero a través de los personajes del mito. Este esquema mental que fija la génesis de las cosas es asimilado también por los primeros

filósofos. Pero mientras que en las ideas cosmológicas de los pitagóricos prevalecen con toda evidencia los opuestos matemáticos, geométricos y estructurales (límite-ilimitado, par-impar, único-múltiple, derecho-izquierdo, recto-curvo, etc), los milesios dan preferencia a los opuestos físicos y mecánicos. Así pues la explicación de la génesis de los fenómenos del mundo mediante el lenguaje de los opuestos es un pensamiento básico que brindó después tratamientos diferenciados del problema de la génesis: tratamiento cualitativo y dinámico (Heráclito-Empédocles-Aristóteles)<sup>2</sup> y un tratamiento matemático y estructural (Pitágoras-atomistas-Platón).

Anaximandro formaliza con bastante claridad las ideas dinámicas acerca de la sustancia y sus cambios. En su obra, el concepto de cosa y de cualidad se aproximan y debido a eso el concepto de elemento y el concepto de cualidad también se funden. Anaximandro por lo visto es el primero en establecer la jerarquía de cualidades. Por ejemplo, separa de los otros los opuestos *calor-frío* considerándolos como los primarios. En su teoría, el principio físico *ἀρχή*, literalmente "comienzo" o "fuente", es caracterizado como concepto de origen y de elemento para la palabra *τὸ ἄπειρον*. El *ápeiron*, es decir, lo ilimitado o indefinido, se diferencia del elemento cualitativamente dado, es su base<sup>3</sup>.

El *ápeiron* de Anaximandro sirve de mediador en los procesos de cambio de las cosas. En esa función el *ápeiron* no sólo aparece como principio cosmogónico, que asegura la creación del mundo, sino también como principio estable de todos los cambios, como base interna de éstos que acciona en el marco de cosmos ya surgido.

Anaxímenes, tercero y último representante de los milesios, da un paso más en la teoría del cambio de las sustancias. Relaciona el cambio con los procesos de condensación y enrarecimiento de la sustancia primaria (el aire): "La compresión se identifica con enfriamiento y la dilatación con calentamiento" [11, p. 48-49]. De tal modo las ideas mecano-estructurales, en principio cuantitativas, de la sustancia y sus cambios están relacionadas con las ideas dinámico-cualitativas.

Anaxímenes expresa con mayor claridad que Anaximandro la idea de las cualidades jerárquicas: "Los supremos opuestos en cuyas líneas se efectúa la generación son lo caliente y lo frío" [11, p. 53]. La condensación y la rarefacción son opuestos de determinado proceso mecánico. Las cualidades promueven la génesis de las cosas no sólo como estados iniciales y finales del proceso sino también como sus factores dinámicos (fuerzas).

Una importante particularidad de la química especulativa antigua, y que descubrió por primera vez Anaxímenes, es su identificación con la

meteorología. Anaxímenes construye un cosmos "doméstico", donde los procesos geológicos y celestes se funden en un todo único.

El mecanismo *compresión-dilatación* explica tanto la transformación de las sustancias (agua, aire, tierra, etc) como los fenómenos meteorológicos (nieve, granizo, nubes, etc.). Esa es una peculiaridad del pensamiento antiguo. Su significado se descubrirá más tarde al surgir la química contemporánea sobre la base de la química clásica del siglo XIX. En el marco de este enfoque, la autotransformación de las sustancias se concibe como la transformación de los macrocuerpos que tienen individualidad geológica o meteorológica. De ese modo, la sustancia se concibe como individuo natural, se toma no sólo como una abstracción estructural microscópica sino en su concreción dinámica y macroscópica. En lenguaje moderno diríamos que en la química antigua la sustancia se concibe como hallándose en una fase, en un bloque individualizado. Su acción química no está separada de su íntegra acción geometeorológica y, más ampliamente, cosmológica. Este importante rasgo del pensamiento puede ser definido como pensamiento cosmoquímico.

Al terminar el estudio de los milesios debemos señalar que los reproches que les hicieron más tarde los peripatéticos respecto a que aquéllos sólo examinan el motivo material de la génesis y no examinan en absoluto el móvil, en el mejor de los casos sólo son justos parcialmente. Se trata de que para estos filósofos la noción de movimiento y la noción de sustancia se acercan al máximo y a veces son simplemente sinónimos. Por ejemplo, Aecio dice que Anaxímenes "utiliza [las palabras] aire y respiración como sinónimos" [11, p. 57], base de esta identificación es la concepción biomorfa del cosmos, que, sin embargo, no puede aún, de por sí, garantizar ese sincretismo, como demuestra la filosofía de Aristóteles y eso patentiza que la Escuela milesia está muy cerca de las nociones mitológicas tradicionales a pesar a su racionalismo.

### **Fuego y Logos en la doctrina de Heráclito**

Muchas peculiaridades, características para el pensamiento presocrático, obtienen en la obra de Heráclito una plasmación brillante, original, artística: el acercamiento de la cosa y la cualidad, de la sustancia y del movimiento, el continuo de elementos que pasan mutuamente de uno a otro y por último, lo más interesante para nosotros, la idea de la regulación de elementos en los cuerpos, idea que apenas despunta en las obras de los milesios (Anaxímenes).

Cuando hablamos de la idea de la composición en la filosofía presocrática debemos tener presente que en ella no había ni podía haber ningún concepto

científico especial de composición. Pero no podemos pasar por alto las premisas filosóficas para la formación ulterior de ese concepto. Señalemos que en el concepto griego de *logos* y en la serie de conceptos a él contiguos (armonía, orden, relación, ley, etc) se fue desarrollando la idea de vínculos constantes entre distintos elementos, tanto a escala de todo el cosmos como a escala de cuerpos aislados. Esta idea se va desarrollando al principio dentro de los marcos cosmológicos. Y, precisamente, a ese período de la prehistoria filosófica de la idea de composición química, corresponde la doctrina de Heráclito sobre el *Logos*.

Esta teoría tuvo infinitas interpretaciones. Y además, es inevitable el empleo del lenguaje contemporáneo. Kirk traduce la palabra *logos* como "fórmula de cosas", destacando en el contenido de este concepto el principio de organizador-estructural [7, p. 188]. Para Heráclito, *Logos* no sólo unifica la formación cósmica, sino que acciona en cada una de las cosas y determina el equilibrio de todas las cosas y elementos entre sí y con el cosmos en su conjunto. Forma parte de la función de *Logos*, dice Lósev, "la regulación cuantitativa por el fuego de todo lo existente y el mantenimiento permanente del equilibrio cósmico mediante el fuego" [11, p. 362]. Esta característica sirve de base para desarrollar dentro de la filosofía griega las ideas acerca de la composición de los cuerpos. Estas ideas recibieron un ulterior desarrollo en las doctrinas de Empédocles, Aristóteles y, en otra manera, en las de Platón. En la idea general milesia acerca de los opuestos, que fijan todo cambio, se introduce el aspecto cuantitativo de su correlación.

Heráclito es interesante para la historia de la ciencia precisamente por el hecho de que une orgánicamente las tendencias del pensamiento perfiladas ya en aquella época. El fuego de Heráclito, portador de su *Logos*, forma y ordena estructuralmente la sustancia, uniendo en sí, hablando con el lenguaje de Aristóteles, los principios material y formal. El aspecto mecánico (desplazamiento en el espacio) coincide para Heráclito con los cambios cualitativos en un único proceso cósmico. También coinciden el círculo de transformaciones de los elementos y el de las cualidades. Eso muestra que pese a que las nociones estructurales, pero no cuantitativas en el sentido estricto, cobran en la obra de Heráclito un nuevo desarrollo en comparación con los milesios, éste, por lo que se refiere al espíritu de su pensamiento, sigue siendo un pensador jónico aun "con el carácter extraordinariamente individual de su pensamiento" [6, p. 392].

## La doctrina de Parménides sobre el ser

La doctrina de Parménides de Elea (fl. 504 a. C.) influyó considerablemente en la filosofía griega e introdujo un nuevo tratamiento del problema tradicional de la génesis de las cosas. Pero la filosofía de Parménides más bien produjo un cambio en el propio pensamiento, que propuso nuevos esquemas cosmológicos. El cambio consistió en que se percibió claramente la diferencia entre el conocimiento racional y el sensitivo. Según Parménides sólo el primero ofrece el conocimiento de la verdad; el segundo, en cambio, se limita a la opinión. En relación con eso, la doctrina de Parménides, se divide en dos partes. En la primera se expone la Vía de la Verdad, primer intento de rigurosa ontología filosófica (doctrina del Ser). La segunda parte (la Vía de la Opinión) contiene una tradicional filosofía de la naturaleza.

Parménides y tras él otros eléatas, en particular Zenón, constataban la imposibilidad de concebir de modo no contradictorio el devenir y el movimiento. Partiendo de esto llegaron a la deducción de que la idea de devenir no surge en la Vía de la Verdad, sino en la Vía de la Opinión de los mortales que permanecen en el mundo de sentimientos ilusorios. Pero Parménides no resolvió, ni siquiera planteó, la cuestión de cómo la esencia se convierte en fenómeno, cómo sobre la base del auténtico ser surge una visión ilusoria.

La filosofía de Parménides contribuyó a la formación del concepto de sustrato absoluto de todos los cambios, o su base auténtica e inmutable que, sin embargo, no coincide con ninguna sustancia determinada como sucedía en el caso de los jónicos.

El viraje producido por Parménides en el pensamiento ha sido caracterizado claramente por A.O. Makovelski: "Desde la época de Parménides se operó en la concepción filosófica del mundo de los antiguos un cambio sustancial: en ella, según palabras del padre de este cambio, se apagó el nacimiento y desapareció la muerte" [13, p. 110]. Pero hacía falta relacionar de algún modo esta tesis paradójica con el fenómeno del devenir, cosa que no hicieron ni podían hacer los propios eléatas. En el marco de la filosofía presocrática se propusieron varios intentos de solución de este problema, entre los que figuran como principales las doctrinas de Empédocles, Anaxágoras y el atomismo.

## Doctrina de Empédocles de los cuatro elementos

En la historia de la química antigua la doctrina de Empédocles de Agrigento (fl. 445 a. C.) ocupa un importante lugar. Empédocles, filósofo, estadista, poeta, médico, orador, ingeniero, sacerdote y taumaturgo sintetizó de

modo peculiar -en forma poética- las más importantes tendencias de la Escuela itálica con la problemática de los milesios. Igual que en la obra de Anaxágoras, en la doctrina de Empédocles no se enuncia la generación y la corrupción absolutas, se habla sólo de la mezcla y división de las partes de los elementos iniciales. Empédocles dice: "De todas las cosas mortales ninguna tienen ni (auténtico) nacimiento, ni (auténtico) fin en la funesta muerte, sólo existe el entrevero y la traslación de (las partes de) la mezcla, pero el nacimiento es el nombre que dan las personas (a este proceso)" [12, p. 179]. Sin embargo Empédocles conserva esas palabras de uso corriente (nacimiento-muerte) ya que eso responde a la orientación biomorfa de su pensamiento. La idea mecánica de los cambios (combinación y división, mezcla y traslación de las partes) no obtiene en su obra el desarrollo que adquirirá en la teoría de los atomistas.

Empédocles, como representante de la filosofía de la naturaleza posteleática, resuelve una tarea común para ella: la síntesis de la ontología parmenídea y la cosmología heraclíteica. Y lo consigue aunque con contradicciones. El proceso cíclico del devenir enunciado por Heráclito se refleja en la visión del mundo de Empédocles, que no obstante adopta categorías elaboradas por los eléatas. Para Empédocles el proceso cósmico fundamental es el paso cíclico de lo único a lo múltiple y de lo múltiple a lo único. El Ser parmenídeo se restablece en la imagen de la Esfera cósmica, que, sin embargo, a diferencia de la Esfera ideal de Parménides, es ovoide. Este cambio puede servir de modelo par entender las diferencias entre Empédocles y Parménides. Su pensamiento se orienta del "mundo según la verdad" al mundo "según la opinión", organizado de modo que se coloca en la misma fila que el "mundo verdadero".

El cosmos de Empédocles está formado por cuatro elementos (fuego, aire, agua, tierra) y dos fuerzas (Amistad y Enemistad o Amor y Odio). Pero sería erróneo contraponer las sustancias y las fuerzas al interpretar la doctrina de Empédocles. La naturaleza cualitativa y dinámica de los elementos los coloca en la misma fila de las fuerzas, que, a su vez, tienen materialidad y no se conciben fuera de ella. Según Empédocles, el movimiento y el cuerpo que se mueve, la cualidad y las sustancias están aún fundidas en grado suficiente.

Pero Empédocles da cierto paso en esa dirección como lo hacen también Anaxágoras y todos los presocráticos del último período. Mas esa diferenciación de fuerza y sustancia, de cualidad y su portador es imposible dentro del pensamiento de Empédocles, debido a que concibe el cosmos como un ser vivo, íntegro, en el que la actividad de la Enemistad conduce a la disgregación de partes "trepidantes" que luchan unas con otras. Empédocles llama a los elementos *raíces* de las cosas (*ρίζωματα*) y en la descripción de los

procesos cósmicos utiliza metáforas "vegetales". Por ejemplo, él dice que el "éter... empezó a introducirse en la tierra mediante largas raíces" [12, p. 198]. Ese biomorfismo relacionado estrechamente con la estilización mitológica (Empédocles encuentra para cada elemento un equivalente en el panteón de la mitología griega) diferencia a Empédocles de Anaxágoras y en mayor grado aún de los atomistas.

En la historia del pensamiento griego encontramos la idea de que el cosmos está compuesto por cuatro elementos ya en la obra de los primeros cosmólogos (Ferécides, los órficos, Epicarmo). Pero esa tradición no contenía aún el concepto de elemento, que desarrollaron los filósofos jónicos y Empédocles. Según ese concepto se considera elemento a aquello, que constituye la base inmutable de todos los cambios. Al igual que los antiguos elementos cosmogónicos, los elementos de Empédocles son activos, pero a diferencia de los cosmogónicos no implican ningún cambio cualitativo. A diferencia del elemento de los milesios, el elemento de Empédocles no es algo al que todo vuelve y de donde surge merced a sus transformaciones. Según Empédocles, bajo la acción de la Amistad todo el mundo visible se transforma en una Esfera homogénea, algo semejante a una combinación química del tamaño del cosmos, que luego se divide en cuerpos individualizados bajo la acción de la Enemistad. Las "raíces" (elementos) son las portadoras de estas transformaciones cíclicas de lo único y lo múltiple. De ese modo, aquí encontramos un concepto específico de elemento, distinto del milesio. Gracias a ese concepto, la teoría de Empédocles sobre los cuatro elementos es considerada con pleno fundamento por Aristóteles como una nueva doctrina. Para la formación del pensamiento químico es esencial en esta doctrina la idea de *limitada* pluralidad de los elementos inmutables. Así pues, la doctrina de Empédocles brindó definiciones tan importantes de los elementos químicos como su inmutabilidad y la limitada pluralidad en cuanto al número.

El concepto más complicado y tal vez el más contradictorio de la química de Empédocles es el concepto de mezcla. Responde al concepto de mezcla el de cuerpo complejo formado de cuerpos simples. Puede decirse que ese concepto suscitó con razón no pocas observaciones críticas (de los eléatas, de Aristóteles), ya que quedó sin elaborar en muchos aspectos: el esbozo de ideas acerca de la formación de cuerpos compuestos que realiza Empédocles, pudo ser desarrollado en lo sucesivo en orientaciones distintas y hasta contradictorias (los atomistas y Aristóteles).

La contradicción fundamental en las concepciones de Empédocles sobre la formación de los cuerpos complejos fue puesta de manifiesto por Filopón (siglo VI): "El se contradice a sí mismo al decir que los elementos son inmutables y que estos no surgen uno de otro, pero que [todo] lo demás [surge]

de ellos; y de otro lado al afirmar que durante el dominio de la Amistad todo deviene único y se forma una Esfera sin cualidades en la que no se conserva ya la peculiaridad ni el fuego, ni ninguno de los demás [elementos] ya que cada uno de los elementos pierde [aquí] su propio aspecto" [12, p. 150-151]. La inmutabilidad de elementos cualitativamente determinados es incompatible con la formación de la Esfera sin cualidades. El pensamiento de Empédocles en este caso es muy original: para él "del todo sin cualidades surgen las partes=cualidades y de estas el todo sin cualidades. En el ulterior desarrollo de la filosofía de la naturaleza no encontraremos tal pensamiento. Para los atomistas, de las partículas (átomos privados de cualidades físicas) surgen cuerpos complejos con cualidades físicas. Para Aristóteles, de los elementos como cualidades surgen cualitativamente nuevos cuerpos complejos (teoría de la mixis). Pero nadie mas que Empédocles ha relacionado de tal modo el mundo de cualidades con el mundo sin cualidades, de un lado, y el todo y la parte, de otro.

Ya mucho antes que Filopón observara la contradicción de las ideas de Empédocles, el discípulo de Parménides, Meliso, muestra que con esas ideas la unidad resulta imaginaria, el "mundo de la opinión" no puede devenir "mundo de la verdad" y el múltiple de Empédocles tampoco auténtico único [íbidem, p. 89, 93]. Si nos atenemos rigurosamente, por supuesto, a la idea de la inmutabilidad de las "raíces" de todas las cosas, entonces resulta efectivamente inconcebible la "fusión" de elementos de un todo sin cualidades. "Pues el único cambio posible admitido por el sistema de Empédocles, -observa A.O. Makovelski,- es el orden de colocación de los elementos unos respecto de otros" [íbidem, p. 115]. Pero no encontramos en ninguna parte manifestaciones de Empédocles acerca del mutuo orden de los elementos en la estructura de los cuerpos complejos. Por el contrario, en sus fragmentos encontramos una original interpretación de la inmutabilidad de los elementos: "...Como lo único nace evitablemente de lo múltiple, estos (los elementos) surgen y su vida no es estable. Pero teniendo en cuenta que no cesa nunca su constante paso de un estado a otro, estos existen siempre en un círculo inmutable" [íbidem, p. 190]. Aquí se expone claramente la interpretación biomorfa de la inmutabilidad de los elementos como su eterna regeneración cíclica en el marco de un todo orgánico (el cosmos). Por eso no se puede comprender la doctrina de Empédocles sin tener en cuenta el específico biomorfismo de su pensamiento. Los elementos "desaparecen", como juegos que alimentan el organismo, pero son inmutables puesto que el organismo mundial los engendra de nuevo. Ese es el fondo de las ideas empedocleas sobre la formación de los cuerpos complejos y esa es la concepción de la combinación química que sin tener en cuenta ese biomorfismo universal parece una completa contradicción. Según Empédocles, el modelo de cambios de los elementos no es la estructura espacial en el espíritu del pensamiento

antibiomorfo de los atomistas; sino el orden de alimentación y de regeneración. La originalidad de Empédocles reside precisamente en eso, en su intento de ver el eleatismo del propio organismo cósmico vivo. Por eso todas las características de los elementos, no en vano llamados "raíces", sólo pueden ser comprendidas partiendo de este intento.

En relación con eso la Esfera de Empédocles no debe ser considerada como una enorme combinación química ovoide, del tamaño del cosmos, sino como un organismo vivo homogéneo. Prueban la homogeneidad de la Esfera y su carácter biomorfo toda una serie de fragmentos [íbidem, p. 149]. Aristóteles y Filopón, que se hallaban en fases más diferenciadas de la conciencia científica, critican a Empédocles por su animación de la naturaleza, por no hacer diferencia entre lo vivo y lo no vivo. No es de extrañar por eso que para ellos esa doctrina estuviera llena de contradicciones y de bonitos absurdos.

Los elementos empedocleos, en el espíritu de la tradición jónica, se conciben como cualidades dinámicas opuestas: "Todo consta de cuatro elementos; la naturaleza de estos es los opuestos: sequedad y humedad, calor y frío; esta produce todo mediante la mezcla mutua proporcional (de los elementos)" [íbidem, p. 148]. Pero al cualitativismo tradicional jónico se añade en este caso la idea itálica (pitagórica por sus raíces) acerca de la combinación cualitativamente rigurosa de los elementos en las formaciones complejas. Esta idea sirve de base para considerar a todos los objetos como cuerpos complejos: "Cada objeto existe debido a la correlación entre sus partes" [íbidem, p. 162]. La correlación numérica de los elementos es la esencia de un objeto dado, es decir, de aquello que distingue a cada cosa de otra (el hueso de un león se distingue del hueso de un caballo, cita como ejemplo Aristóteles).

Simplicio cita el siguiente texto de Empédocles: "La amable tierra recibió en sus anchos hornos las dos octavas partes de Nestis resplandeciente y cuatro de Hefesto, y nacieron los blancos huesos maravillosamente ensamblados por las ligaduras de Armonía" [íbid., p. 212]. Nestis -diosa siciliana del agua- representa para Empédocles el agua y Hefesto, dios griego del fuego y del metal, el fuego. Este fragmento se refiere precisamente a la composición de los huesos blancos y de ningunos otros, ya que debido a su blancura, en ellos, según Empédocles, debe prevalecer el fuego (Hefesto).

Aquí vislumbramos no sólo la idea, cualitativamente expresada, de la composición del cuerpo, sino también el modo de determinarla. Este modo consiste en que la composición se determina mediante la valoración de las propiedades que se relacionan con los elementos. Por ejemplo, en la obra de Empédocles con el color blanco se relaciona el fuego y con el oscuro el agua.

Por eso en los huesos blancos prevalece el fuego y en los oscuros el agua. Esta lógica para determinar la composición en su forma desarrollada aparece más tarde en la química de Aristóteles.

La teoría sobre la proporción cualitativa de los elementos que componen todas las cosas tiene para Empédocles múltiples aspectos mutuamente relacionados: científico, filosófico, medicinal, estético. Detengámonos brevemente en el aspecto medicinal, cercano al lado propiamente químico de esta teoría. Según Galeno, Empédocles puede considerarse el fundador de la Escuela siciliana de médicos. Precisamente en la Escuela siciliana las ideas de la filosofía de la naturaleza acerca de los cuatro elementos se transformaron en idea acerca de cuatro cualidades (fuerzas) elementales (caliente y frío, húmedo y seco) [íbidem, p. 128]. Empédocles aplica esa doctrina a la medicina, brindando la concepción de los tipos de temperamento, así como a la teoría de las percepciones. La base de esta teoría es la tesis de que lo semejante tiende hacia lo semejante y es percibido por lo semejante. El hombre percibe "la tierra con la tierra, el agua con el agua" [íbidem, p. 217]<sup>4</sup>. La proporción cuantitativa de elementos en la composición de diversos órganos sirve para caracterizar la salud o la enfermedad. Por ejemplo, se considera como la mejor la vista de aquellos ojos cuyos componentes (fuego y agua) están mezclados en idéntico grado [íbidem, p. 166].

Hay que señalar que toda la teoría de Empédocles sobre la composición, cuantitativamente expresada, de los cuerpos se basa en el ejemplo de los cuerpos y sustancias orgánicas (huesos, carne, sangre, ojos). La propia alma, según Empédocles, es algo así como la fórmula química de todo el cuerpo: "El alma es la relación cuantitativa de los elementos mezclados en el hombre" [íbidem, p. 123]. Por eso es evidente que la salud depende de la mejor proporción de los elementos.

Se puede destacar la teoría de Empédocles acerca de la proporción numérica de los elementos que introduce en el círculo del pensamiento la idea del *número químico*. Los pitagóricos se referían a los números como a estructuras fisicogeométricas. Pero Empédocles, utilizando sus opiniones, llegó a la idea química del número, llenando el concepto de número de contenido químico. Al hacer una valoración general de la doctrina de Empédocles sobre las proporciones numéricas de los elementos, el eminente historiador soviético A.F. Lósev dice: "En general eso no es, por supuesto, otra cosa que pitagorismo (notable en Empédocles también en otros aspectos), pero los números, pensantes aquí, están aún mas cerca de la sustancia" [10, p. 411]. Esa "cercanía de la sustancia" tiene un carácter de cercanía al concepto químico de la sustancia, al concepto de su composición química.

Por último, señalemos otro importante momento de la doctrina de Empédocles. Se trata de la teoría de los poros, que Empédocles aplica a la explicación de fenómenos como, por ejemplo, la disolución de un líquido en otro. La disolución del vino en agua está condicionada, según Empédocles, por la correspondencia de sus poros, es decir, por su semejanza estructural. Según testimonia Teofrasto, "en general él efectúa toda mezcla mediante la simetría de los poros, por eso el aceite y el agua no se mezclan y los demás líquidos cuyas especiales combinaciones enumera, al contrario" [12, p. 167].

Gomperz hace la siguiente valoración de la química empedoclea: "Con Empédocles,- dice el historiador alemán-, como por encanto, nos trasladamos a la química moderna. Las tres fundamentales ideas de esta ciencia aparecen claramente por primera vez ante nosotros: la hipótesis de la *pluralidad* y además de una *limitada* pluralidad de los elementos; la idea de las *combinaciones* que forman estos elementos, y por fin el reconocimiento de las numerosas *diferencias cuantitativas* o de la mutabilidad de las proporciones en esas combinaciones" [5, p. 201].

Hay que destacar que el concepto de combinación en el sentido químico (como figura en la obra de Aristóteles), en la obra de Empédocles no aparece. Pero expone la idea de la fusión biomorfa de los elementos y de la composición de los cuerpos que es la base para la explicación de sus propiedades. Empédocles, a primera vista, vacila entre el reconocimiento de la combinación química (nueva integridad de una formación homogénea en la que desaparece la individualidad cualitativa de los componentes) y la combinación mecánica (simple mezcla mecánica). Pero en realidad su doctrina no tiene ni quimismo, en el mencionado sentido de esta palabra, ni mecanismo: encontramos en ella biomorfismo en la interpretación de los cuerpos complejos.

### Doctrina de Anaxágoras

Después de Parménides el problema fundamental para los "físicos" era el de cómo explicar de modo racional el mundo, evitando, al hacerlo, la génesis como llegada al Ser del no Ser. La lógica de los eléatas que prohibía ese paso, fue adoptada por todos ellos, como lo atestigua de manera convincente Aristóteles (Fis., A4, 187 a 23). Pero las vías para resolver este problema fueron distintas. De un lado la génesis se interpretaba a través de los elementos y los opuestos, que se transformaban unos en otros y se combinaban unos con otros en determinadas proporciones; de otro lado era interpretada como construcción de cosas a base de diminutos principios materiales. Entre las

variantes de la segunda vía figura la solución de este problema por Anaxágoras y los atomistas.

Las nociones de Anaxágoras (500-428 a. C.) sobre la sustancia y sus cambios se basan en la tesis eleática acerca de que no existe el nacer y el perecer de las cosas. Existe únicamente el cambio de lo que ha habido siempre y de lo que hay y habrá. Ese cambio consiste en el proceso de unión y desunión de las "semillas" (σπέρματα) o, como las llamaron más tarde, homeomerías. En los fragmentos de Anaxágoras se dice: "Los helenos no tienen una opinión justa sobre el nacer y el perecer: ninguna cosa nace ni perece sino que se une mediante cosas existentes y se divide. Y de ese modo sería más justo llamar al nacimiento combinación y a la desaparición disolución" [11, p. 298]. Así pues, todo cambio visible consiste en combinación y disolución de las homeomerías.

¿Qué son las homeomerías? Aristóteles llamaba a los elementos de Anaxágoras por su término τὰ δμοιομερῆ, es decir, sustancias homogéneas con partes iguales. El propio Anaxágoras llama a sus principios "semillas", "cosas" o "semillas de cosas". Los fragmentos conservados muestran que para Anaxágoras el concepto de principio es algo así como el cosmos infinito con toda la variedad de sus sustancias y cualidades, pero pasándolo a la vez a un micronivel. "La homeomería, dice Lósev reconstruyendo la doctrina de Anaxágoras, es lo infinito de elementos de un tipo dado que contienen lo infinito de elementos parciales, los cuales conservan también su tipo propio" [10, p. 323]. La homeomería de Anaxágoras es el conjunto materializado de todas las cualidades conocidas. En cada "semilla" están presentes todas las cualidades, pero en distinta proporción. La cualidad predominante determina el tipo de "semilla".

Diríase que Anaxágoras concentra el mundo con todas sus infinitamente variadas cualidades en un "punto", en una "semilla" infinitamente pequeña, que, sin embargo, no sólo representa al mundo entero, sino también a un cuerpo bien determinado (por ejemplo, la carne, los huesos, etc). Anaxágoras partía, por lo visto, de las observaciones del proceso de alimentación de los seres vivos. Y su explicación de este último sirvió de modelo para su doctrina. La carne, los huesos, la sangre y otras partes del organismo se componen de diminutas "semillas" de esas mismas partes que, según Anaxágoras son contenidos desde el principio en productos alimenticios, como por ejemplo el vino o el pan. "¿Pues cómo podría nacer el pelo de lo que no es pelo y la carne de lo que no es carne?" [12, p. 511] -pregunta el filósofo. Por eso admite la existencia de "semillas" que no nacen y no perecen. Cada "semilla" contiene cualitativamente todo el mundo tanto en lo que respecta a las sustancias como a los "opuestos". La materia, según Anaxágoras, es infinitamente divisible,

pero eso no puede exterminar su estructura cualitativa observada en nuestro mundo. Según dice Anaxágoras, "en cada cosa hay una porción de todo salvo de la Mente" [8, No. 509]<sup>5</sup>.

La originalidad de Anaxágoras reside en su paradójico acoplamiento de tendencias opuestas en una concepción teórica única. Ya hemos señalado la tendencia mecanicista de explicar todo por la mezcla, la división y la combinación de las "semillas". Pero ese mecanicismo no está ligado con la estructura geométrica como en el caso de los atomistas, los pitagóricos y Platón. Por el contrario está relacionado con un extremo cualitativismo, que sólo cabe imaginar. Anaxágoras en su doctrina acerca de la infinita pluralidad de homeomerías perpetúa cualquier cualidad, pasándola del nivel de fenómeno al nivel de esencia: toda cualidad es elemental<sup>6</sup>.

Mientras que los milesios jerarquizaban las cualidades y las dividían en elementales y derivadas, Anaxágoras convirtió a todas las cualidades en elementales, es decir las sacó de las olas del "devenir" a la firme orilla del "Ser". "Sustancias como los huesos, la carne o la sangre, dice Lósev, también poseían para él su especial cualidad y no quería reducir esta cualidad a ningunas otras cualidades más pequeñas y en ese sentido más fundamentales" [10, p. 321].

Anaxágoras no tenía y no podía tener una idea de la combinación química, análoga a la que contiene la teoría de la mixis de Aristóteles. Pero en la postulación del mantenimiento de la individualidad cualitativa de la cosa (homogeneidad) al constatar la infinita diversidad de cualidades de su composición individual (ilimitada heterogeneidad) se oculta un prototipo de la idea de combinación, fundamental para la química. Además hay que señalar que la desunión de las "semillas" no perjudica lo más mínimo a la constante individualidad del cuerpo, es decir no existen límites para la cualidad. Para Anaxágoras la cualidad es un invariante en el espacio y el tiempo. Pero si la mayoría mecánica de partes de la "semilla" unicualitativas determina la individualidad del cuerpo complejo, eso quiere decir que no existe la idea de la síntesis de las partes en un todo único cualitativamente nuevo. No obstante cabe pensar en esa síntesis, puesto que el cuerpo homeomérico es homogéneo. Las tendencias opuestas están articuladas perfectamente y de modo muy sencillo en esa rica y compleja doctrina.

La idea de la composición "flota" en la teoría de Anaxágoras: su homeomería se "hunde" literalmente en lo infinito y por ello la composición de cada homeomería es infinita, al igual que es infinita la composición de cada parte y de cada parte de la parte, etc. No obstante Anaxágoras utiliza la valoración cuantitativa de la composición en su forma cualitativa "mas-

menos" para explicar la individualidad del cuerpo. Así pues, la "mezcla" de Anaxágoras que constituye cualquier cuerpo o sustancia, es totalmente mecánica y, no obstante, química. La absolutización del continuo cualitativo infinito conduce a Anaxágoras a esa paradójica síntesis.

Al hacer el balance del estudio de la doctrina de Anaxágoras, podemos decir que en ella está ausente la química, puesto que éste no expone ninguna idea acerca del proceso que conduce a la combinación química. Todas las combinaciones químicas para él existían antes, son eternas, no nacieron y no pueden perecer. Todo el proceso mundial es el juego de la unión y desunión mecánica de las partículas.

Cada parte del cuerpo homeomérico es idéntica a todo el cuerpo, y de una cualidad (del cuerpo, de la sustancia) no puede nacer otra. Este principio de la identidad conduce a una admirable teoría que eleva toda cualidad al absoluto. De ese modo Anaxágoras puso al revés la filosofía de los *eléatas* y la presentó como filosofía de la naturaleza y de la física, liberándolas al máximo del mitologismo. Todo el mundo sensitivo es eterno e inmutable en la forma de sus principios, "semillas". Pero además del *eleatismo* forman parte también de las premisas de la filosofía de Anaxágoras la Escuela milesia y algunos motivos de la filosofía de Heráclito. Pero lo que para Heráclito era mitología artística del "continuo material", para Anaxágoras adquirió el carácter de tesis abstracta: "En todo hay parte de todo". De tal suerte, la idea presocrática acerca del devenir general, de la fluidez de todas las cosas, al tropezar con la inflexible lógica de los *eléatas* creó esta admirable teoría.

### **La doctrina atomista de Leucipo y Demócrito**

La atomística de Leucipo (500-440 a. C.) y Demócrito (460-370 a. C.) resuelve de un modo original el problema cosmológico, sintetizando la tradición jónica con las tradiciones de las Escuelas *eléata* y *pitagórica*.

El enfoque mecánico estructural de la sustancia y sus cambios cobra un poderoso desarrollo en el atomismo. Los tímidos sugerimientos de ese enfoque hechos por los jónicos (Anaxímenes) y la concreción específica que de él hicieron los pitagóricos, obtuvieron entre los atomistas una eficaz elaboración. Pero sería erróneo afirmar que Demócrito funda el programa cuantitativista del conocimiento científico, como señalaban ya en la antigüedad algunos escritores de la Escuela *peripatética*, o que su doctrina es mecanicismo antiguo, parecido al neoeuropeo. En la obra de Demócrito encontramos una interpretación dual de las cualidades, una interpretación subjetivo-objetiva. El acusado subjetivismo sólo se revela entre los discípulos de Demócrito. Es

particularmente significativo en ese sentido Metrodoro de Quíos, pero también en la obra del propio Demócrito encontramos la negación de la realidad de las llamadas cualidades secundarias. Por ejemplo, Teofrasto caracteriza del siguiente modo la teoría de Demócrito: "En la naturaleza no existe ni caliente, ni frío, pero la forma (el átomo) al cambiar de posición efectúa también esos cambios en nosotros" [14, p. 264]. Además, según testimonio del propio Teofrasto, la forma de lo caliente es esférica [ibidem, p. 264]. Más tarde esas contradicciones fueron observadas en particular por Aristóteles, que trató de eludirlas, restableciendo, con los medios de la técnica desarrollada del pensamiento, el cualitativismo preatomístico y evitando, de manera consecuente al hacerlo, las ideas estructurales y discretas, es decir, no continuistas. Pero en el marco del atomismo ese enfoque doble, subjetivo-objetivo de las cualidades perceptibles, era natural y orgánico. El propio planteamiento de estos axiomas iniciales, que parte de la síntesis lógica hecha por los atomistas de la filosofía eléata del ser y la jónica del devenir, determinaba estas tendencias opuestas. Esa misma dualidad es característica para la doctrina atomista sobre los elementos. En efecto, los elementos pueden ser explicados como formaciones complejas, hechas de átomos simples, pero también se puede considerar, conforme a esos axiomas, que a cada elemento le corresponde un tipo específico de átomos. Por ejemplo, Aristóteles al hablar de los atomistas indica que sólo atribuían una forma determinada a los átomos del fuego: la forma de esfera [ibidem, p. 266]. El resto de los elementos, señala él, están formados, según ellos, de una mezcla de diversos átomos. Diógenes al exponer la doctrina de Demócrito indica con mayor precisión que Aristóteles, que del movimiento de los átomos "nace todo lo complicado: el fuego, el agua, el aire, la tierra". Subraya que todos los elementos "son combinaciones de algunos átomos" [ibidem, p. 225]. Según ese enfoque no existe génesis, existe únicamente combinación de los átomos. Tampoco existe la desaparición sino sólo la desunión de los átomos. Pero la teoría de las cualidades del gusto y el color, desarrollada por Demócrito, muestra que los axiomas atomísticos permitían utilizar también otro enfoque distinto del mencionado. Por ejemplo, según la teoría atomista del color, a los cuatro colores principales (blanco-negro-rojo-amarillento=verde) les corresponden determinadas formas o átomos, y el resto de los colores y sus matices se obtienen mediante su mezcla. En esta teoría la sustancialización atómica de las cualidades se circunscribe a los colores fundamentales. A excepción de este motivo, específicamente atomista, la teoría del color expuesta por Demócrito semeja a una doctrina que parte aún de los jónicos y que divide las cualidades en fundamentales y derivadas.

Considerando la teoría del color de Demócrito como modelo para la reconstrucción de su doctrina sobre los elementos, debemos señalar que este modelo es un testimonio a favor de la idea de Aristóteles sobre la concepción

atomista de los elementos, y por tanto contra Diógenes. Eso significa que la falta de indicaciones respecto a otros elementos, a excepción del fuego, no es ni mucho menos casual y se refiere al propio contenido de la teoría de Demócrito. Por lo visto se puede considerar que sólo algunos elementos para Demócrito, tal vez realmente sólo el fuego, como lo comunica Aristóteles<sup>7</sup>, eran fundamentales y tenían significado ontológico. El resto de los elementos no eran simples sino complejos, la diferencia entre ellos no se debía a la forma de sus átomos (factor intraestructural) sino a factores extraestructurales (posición y orden).

En efecto los testimonios más fidedignos de los axiomas del atomismo coinciden en una cosa: todos los procesos y cosas del mundo visible obedecen a la forma, orden y posición de los átomos. "Las causas de todas las cosas, -dice Aristóteles, al exponer la doctrina de Demócrito,- son determinadas diferencias en los átomos... Y esas diferencias según su doctrina son tres: la forma ( $\sigma\chi\eta\mu\alpha$ ), el orden ( $\tau\acute{\alpha}\xi\varsigma$ ) y la posición ( $\theta\acute{\epsilon}\sigma\iota\varsigma$ )" [14, p. 200].

La *forma* de los átomos es un factor intraestructural, y la *posición* y el *orden* un factor extraestructural respecto a los propios átomos. Las tres son características estructurales pero su utilización para explicar los fenómenos de la meteorología, de los colores, de los cambios cualitativos en general ofrece diversas posibilidades. Los atomistas no tenían ni podían tener un criterio experimental para distinguir lo simple de lo complejo: era simple todo lo que poseía forma propia de átomo, la forma eterna. Pero esta definición carece de todo sentido empírico, ya que al tropezar con el agua o el fuego no sabemos si poseen forma propia y por tanto son simples, o bien están constituidos de otras formas simples, es decir son complejos. Los atomistas, por lo visto, aplicaban ambos métodos de explicación, como lo muestra Aristóteles, al señalar que sólo el fuego es simple y tiene forma. Quiere decir que al fuego le aplicaron el método intraestructural de explicación y al resto de los elementos el extraestructural. Es evidente que el procedimiento extraestructural de explicación aparece como método mecanicista y el intraestructural como método semejante al platónico, digamos, "geométrico".

Al considerar la posible correlación de estos métodos de explicación debemos advertir que existían las más amplias posibilidades para su aplicación. Un mismo fenómeno se puede explicar de modo intraestructural y extraestructural. Más tarde, en la obra de Epicuro esa peculiaridad del atomismo se convirtió, bajo la influencia de otras circunstancias, en una tendencia general a utilizar las distintas explicaciones, con tal de que condujeran al deseado resultado ético. En la obra de Demócrito vemos únicamente la posibilidad de desarrollar el pensamiento en esa dirección. Para la aplicación de los modelos intraestructurales en el sentido opuesto al enfoque

de Platón es favorable la tesis acerca de la infinidad de formas de átomos que figura en la obra de Leucipo y de Demócrito. ¿Para qué introducir la jerarquía de lo simple y lo complejo si cualquier cualidad puede ser representada por una forma específica? Pero esta tendencia no fue realizada por Demócrito, en cierta manera fue realizada en la obra de Anaxágoras<sup>8</sup>.

Las huellas del enfoque de Anaxágoras quedaron en el atomismo pero fueron borradas por el enfoque extraestructural, que deduce los fenómenos del movimiento y del acoplamiento de los átomos. Ese aspecto, precisamente, obtuvo en el atomismo tal desarrollo y tal claridad de formulaciones, que pueden verse como una anticipación de los atomistas algunas características de la estructura química en el sentido de la química clásica orgánica del siglo XIX. Por ejemplo, Partington habla de la "anticipación de la isomería" [15, p. 42].

Un modo de explicación extraestructural, que parte del movimiento de los átomos hacia los fenómenos, es el que, sin embargo, domina al otro, es decir, al intráestructural. Figura en ese método la aplicación de modelos cinemáticos, es decir, la explicación de las cualidades a través de las características del desplazamiento. Diógenes señala al exponer la doctrina de Leucipo: "Todos los astros resplandecen a causa de la rapidez del movimiento..." [14, p. 199]. De ese modo la cualidad resulta ser función directa de los parámetros mecánicos. Es evidente que el desarrollo de esta línea conduce no simplemente a la superación de la antropomorfización del cosmos (cosa que caracteriza ya a los milesios) sino también a acabar con la animación de la naturaleza, propia de todos los pensadores jónicos. Por ejemplo, Aecio señala que el mundo de los atomistas "no está animado" [ibidem, p. 229]. Pero de todos los modos esta tendencia no se lleva hasta el fin y no podía ser llevada hasta el fin en el marco de la percepción antigua del mundo.

Lo mismo que en la teoría de Anaxágoras, en la doctrina de los atomistas no existe génesis en lo que respecta al ser. Lo que se llama nacimiento no es más que unión de átomos, cambio es su agrupamiento y la desaparición es su desunión. El principio eléata del ser en combinación con el del devenir jónico no proporciona la génesis, sino únicamente el movimiento de átomos inmutables, capaces, debido a sus formas, de proceder al mutuo acoplamiento<sup>9</sup>. En el ámbito del ser, comprendido en el marco de la lógica eléata, no se opera nada, ya que el ser (los átomos), según la definición, es inmutable. Los átomos no han sido creados y no pueden ser destruidos. Su movimiento no significa su cambio. El devenir jónico se mecanizó debido a que a diferencia de los eléatas los atomistas introdujeron entre sus axiomas el vacío, un verdadero no ser. Por supuesto la mecánica atomista es muy distinta, muy específica, se parece muy poco a la mecánica de los nuevos tiempos. En esta mecánica no

existe el concepto de reposo, no hay dinámica con el concepto de fuerza, etc. En ella es mucho lo que recuerda la movilidad hilozoísta del cosmos jónico. Ciertamente es que lo que introduce una diferencia esencial del cosmos de los atomistas frente a este último es el principio de lo discreto, el enfoque estructural del cosmos y todas sus manifestaciones, que exigen buscar en todas las partes las estructuras límite. Es evidente por tanto que, además de la visión del cosmos jónica, formaron parte en la filosofía atomista no sólo la lógica eleata, sino también los motivos pitagóricos (límite-ilimitado, geometrismo, etc.). Pero todos esos componentes no son más que premisas de una síntesis original, rica, carente de eclecticismo, que corona toda la filosofía presocrática de la naturaleza.

Las que ofrecen mayor interés, en relación con el análisis del devenir del pensamiento teórico químico, son las ideas de los atomistas sobre la formación de los cuerpos complejos. Esta se efectúa, en primer lugar, debido al movimiento de los átomos, puesto que es precisamente el movimiento el que los aproxima y, en segundo lugar, merced a la mutua congruencia de sus formas que condiciona la creación de sus acoplamientos mecánicos<sup>10</sup>. Es importante señalar que con eso no se opera ningún cambio en los átomos. No se opera ninguna mutua influencia entre ellos, ninguna influencia del todo que deforma la parte a través de la relación de las partes, puesto que la parte es el todo absoluto, ya que no existe ningún todo nuevo superatómico. El todo, o lo único, no puede nacer de lo múltiple, dice Aristóteles, exponiendo la doctrina de los atomistas [íbidem, p. 201]. Lo que nace se coloca en un nivel completamente distinto, inconmensurable con el nivel del auténtico ser, es decir de los átomos. Son muchos los comentaristas que destacan ese motivo eleata. En particular, según Epifanio (siglo IV), Demócrito "... enseñaba que todo se encuentra en lo infinito, que el nacimiento de todo (existe sólo) en la imaginación y la opinión, pero en realidad no nace nada, eso (únicamente) parece, como el reflejo del remo en el agua" [íbidem, p. 208].

Si los atomistas hubieran concebido el nacimiento de una nueva integridad, que en lo que respecta a su ser fuese del mismo orden de la integridad que la inicial del átomo, evidentemente el átomo como parte de la nueva integridad cambiaría entrando en su composición. Pero no encontramos ese razonamiento en los atomistas.

La inmutabilidad absoluta del átomo es el obstáculo principal para la creación de una nueva integridad. En la doctrina atomista no existe el concepto de contacto. Filopón testimonia: "Demócrito utilizaba la palabra "roce" no en su sentido propio, cuando decía que los átomos se rozan mutuamente, ya que los átomos sólo se hallan cerca uno de otros y están a una insignificante distancia unos de otros, y eso es lo que califica de roce, ya que enseña que los

átomos están separados por completo por el vacío" [íbidem, p. 202]. Para la formación de una nueva integridad los componentes iniciales diríase que deben fundirse en un todo único en la interacción penetrante del contacto real. El acoplamiento de los átomos seguirá siendo para los atomistas una mezcla mecánica y no una combinación química<sup>11</sup>.

La propia lógica de la identidad, propugnada por los eléatas y asimilada por los atomistas les impedía concebir la combinación química. Esa cuestión, precisamente, fue destacada elocuentemente por Simplicio. Los átomos, dice "se encuentran y entrelazan (unos con otros), de modo que entran en contacto y se colocan unos al lado de los otros. Però de ellos (al entrelazarse) no se forma ni mucho menos una naturaleza verdaderamente única. Ya que es absolutamente absurdo que dos o un número mayor pueda convertirse alguna vez en uno" [íbidem, p. 225-226]. Aristóteles, según lo expone Simplicio, señala que los átomos se mantienen juntos, mecánicamente acoplados, enredados y estancados debido al carácter complementario de sus formas hasta que "cualquiera necesidad más fuerte, llegada de fuera, sacude (el conglomerado formado)". De ese modo "la sacudida" aparece como un modo universal para la transformación de lo complejo en simple. Però lo esencial, destacado aquí, consiste en la imposibilidad de concebir que de lo múltiple (dos o más partes) nazca lo único. Dos siempre serán dos, como uno es siempre uno, como "el ser existe y el no ser no existe" (Parménides). La lógica eléata del ser no es capaz de concebir la combinación química. Lo que dio la lógica eléata, cierto es que sobre la base de las tradiciones jónica e itálica, fue la idea del átomo y de la estructura.

Pese a que el principio de la estructura es propio de todo el pensamiento clásico griego, en ninguna parte, seguramente, la idea de la estructura alcanzó tal nivel de desarrollo en su aspecto cosmológico, físico y químico como en la teoría de los atomistas. Aristóteles brindó la mejor característica del concepto atomista de estructura, señalando que, según ese concepto, el cuerpo "parece otro durante el desplazamiento de una unidad cualquiera que entre en su composición" [íbidem, p. 203]. Però el estructuralismo atomista no satisfacía a Aristóteles como observador. Según Demócrito, todo cambio en un cuerpo complejo exige cambio de la estructura (orden y posición de los átomos). Mas, según Aristóteles, esas son tesis puramente especulativas. Las observaciones muestran que el agua se congela sin falta de mezcla ni sacudida: un cuerpo líquido, dice Aristóteles, "sin haber sido ni mezclado, ni cambiado en su naturaleza, de líquido se ha transformado en sólido" [íbidem, p. 226]. El continualismo de elementos cualitativamente determinados, según una tesis aristotélica, más empírica, corresponde mejor a la observación que el atomismo con su concepto de estructura.

## La teoría de Platón sobre la sustancia

Platón (428-347 a. C.) fue discípulo de Sócrates (470-399 a. C.), quien cambió el carácter de la filosofía griega, dándole un viraje de la filosofía de la naturaleza a la elaboración del problema del hombre, de los valores éticos y a la dialéctica de los conceptos. Al exponer los criterios de Sócrates, Platón pone en su boca su propia doctrina, según la cual el principio supremo del universo es la idea del Bien. Platón, como discípulo de Sócrates, centra la atención en las cuestiones éticas y sociales, la filosofía de la naturaleza es para él de poca importancia y no es de sorprender que la química platónica se coloque en el fondo de los diálogos políticos. Se desarrolla en el diálogo "Timeo", que liga los diálogos "República" y "Critón". Todos ellos están dedicados al tema de la construcción de un Estado ideal y del hombre perfecto, requerido para ese Estado.

Platón incluye la esfera de los conocimientos químicos en la esfera de lo no existente según la Verdad. Se trata de un rumbo del pensamiento que parte de Parménides. El dualismo parmenídeo de la Verdad y la Opinión brindó un nuevo status al conocimiento de la naturaleza. El mundo físico, en correspondencia con esto, descendió en su status, puesto que sobre el mundo visible del devenir se halla el mundo del ser comprendido sólo por la mente.

El mundo físico, según Platón, no es perfecto y por eso el conocimiento de ese mundo sólo es posible como algo versátil, confuso, condicional. A decir verdad no se puede tener un sólido conocimiento de ese mundo. Se pueden expresar opiniones acerca de lo que nace y lo que muere, se pueden utilizar razonamientos probables, pero nunca exactos y rigurosos. Veremos más abajo que Platón de todos modos limita esta especie de rechazo del mundo. Aquí señalaremos únicamente que postulando una clara división de las cosas en Ser y no Ser (devenir), es decir empezando el diálogo por la tesis parmenídea, Platón pasa al semirreconocimiento del mundo cambiante. Por boca de Timeo habla de él de un modo que no es una opinión totalmente huera, sino, repitiendo sus palabras, un "mito verosímil". El mundo, según Platón, está en oposición a la verdad. Pero la referencia a las cosas que nacen y mueren puede ser, no obstante, una mezcla de mito y verdad, es decir, una referencia a las probabilidades. El conocimiento químico es un mito verosímil, perfeccionado, una opinión mejorada, no destinada desde un principio ni a ser verdad, ni a llegar a serla en el futuro. Ninguna mejora de las opiniones las convierte en verdad; entre la verdad y la opinión existe, según Platón, una discordancia insuperable.

Habiendo averiguado el status de la química de Platón se puede pasar a su análisis. A diferencia de los presocráticos, en la obra de Platón resalta

claramente la orientación teleológica de la cosmogénesis: la belleza y el Bien son el "telos" del cosmos conforme a los cuales el cosmos nace del caos merced al demiurgo. En esta teleología resaltan en primer lugar las demandas estéticas (coincidentes con las éticas). Platón hace una deducción estética de su cosmoquímica.

En efecto, el cosmos debe tener cuerpo, razona Platón, ya que es un ser vivo, nacido del caos, un ser bello. Pero si el cosmos tiene necesariamente cuerpo, eso significa que está dotado de carácter sensitivo. Y partiendo de que la base de ese carácter de la cosa es la imagen visible, el cosmos debe ser visible. Pero, según Platón, visible "no puede ser nada sin la participación del fuego" [16, p. 472]. De ese modo, partiendo de la exigencia de una admirable visibilidad del cosmos, se subtrae el fuego como elemento suyo. Pero la visibilidad no abarca toda la sensibilidad, aunque sea primordial. El cosmos debe ser también tangible. Pero nada puede ser tangible, dice Platón, "sin algo firme, y nada puede hacerse firme sin la tierra". De ese modo, el segundo elemento deducible es, para Platón, la tierra. El fuego y la tierra son suficientes para asegurar la fundamental corporalidad del cosmos. Por eso el cosmos se crea al principio de estos "fundamentales géneros"<sup>12</sup>. Pero, observa Platón, dos miembros, para su buena conjugación requieren la mediación de un tercero. A tenor con la estética pitagórica, Platón considera el eslabón vinculador como proporción. Como se trata de la corporalidad, que posee tres dimensiones espaciales, para la unión de dos cuerpos se necesitan dos mediadores.

Los cuatro elementos están congregados por la proporción en una unidad bella y buena. Entre el fuego y la tierra se instalan el agua y el aire, con la particularidad de que el aire se relaciona con el agua, como el fuego con el aire y el agua se relaciona con la tierra como el aire con el agua. Uniendo esas dos proporciones en una obtendremos que el fuego se relaciona con el aire como el agua con la tierra.

La cosmogénesis, según Platón, es una bella y buena organización del caos sobre la base de correlaciones matemáticas de los elementos de partida. Toda la sustancia forma parte de la composición del cosmos. No queda nada fuera de sus límites: toda el agua, todo el aire, todo el fuego y la tierra participan en su cuerpo. Este cosmos es un todo automóvil, que recibe la alimentación "de su propia descomposición" [íbidem, p. 473].

Según el número de elementos y conforme a su naturaleza surgen cuatro géneros de seres vivos: al fuego le corresponde el género de los Dioses, al aire el de las aves, al agua el de los seres acuáticos y a la tierra el de los seres de a pie. En esta clasificación resalta el agrupamiento jerárquico de los elementos,

que lleva la huella de las valoraciones mitológicas (elevada valoración del fuego).

La idea de la transformación de los elementos unos en otros se expresa en "Timeo" como convicción ampliamente difundida entre los griegos (entre los milesios la manifestó claramente Anaxímenes). Los elementos a través de condensaciones y enrarecimientos se convierten unos en otros. Pese a que Platón dibuja en ese caso un círculo no pleno de mutuas transformaciones (no menciona que la tierra, cambiando, da fuego y agua), sus palabras, sin embargo, acerca de que los elementos se transmiten unos a otros "la copa circular del nacimiento", inducen a reconocer que aquí Platón no expresa ningún pensamiento original.

Con esta concepción de la mutua transformación de los elementos, Platón plantea un problema teórico. En eso reside precisamente la novedad de su enfoque. Este problema es de importancia primordial para el conocimiento químico. ¿Cómo hay que organizar el movimiento lógico del pensamiento que estudia la sustancia *cambiante*, pensamiento que por su naturaleza debe ofrecer sus determinaciones *estables*? Es sabido que las sustancias químicas existen en tanto en cuanto pasan de unas a otras. ¿Cómo es posible entonces proceder a su conocimiento? ¿Cómo se puede entonces determinar cualquier sustancia si se convierte en otra? Platón estima por eso que los elementos (y las especies materiales en general) deben ser considerados como no sustanciales: no expresan el "qué" del ser, sino su "cual", es decir no son sustratos inmutables, sino sus determinaciones cambiantes, sus "modos" o sus "accidentes". El análisis de la concepción presocrática del mutuo paso de los elementos, de su transformación cíclica, conduce a Platón al concepto de la materia como sustrato inmutable, disforme y único, que yace en el fondo de todas las diferencias y cambios de las cosas. Ese monismo cosmológico caracteriza realmente el pensamiento presocrático, empezando por Tales. En la doctrina de Platón pasa a ser una creación lógica desarrollada, lo que cambia sustancialmente su contenido. "Sólo al ente, dentro del cual éstas (las cosas nacientes) obtienen el nacimiento y al cual toman al morir, lo denominaremos "que" y "esto" pero cualquier cualidad bien sea el calor, la blancura o lo opuesto a ellas, o lo que se forma de ellas no merecen en modo alguno ese nombre" [íbidem, p. 491]. El agua, el aire, la tierra, el fuego son estados cualitativamente distintos de una sustancia única. Platón explica esa idea mediante una comparación con la fundición de distintas figuras de oro. Todas las diferentes figuras, en cuanto a la definición sustancial, son oro, su forma visible es una definición accidental, la cualidad.

Este análisis lleva a Platón a la deducción de que la materia primaria no es, en caso alguno, ni la tierra, ni el aire, ni el agua, ni ninguna otra sustancia

derivada de ellos. La materia primaria, a diferencia de cualquier sustancia determinada, es una "especie invisible, disforme y omnia-similadora" [íbidem, p. 492]. Su relación con los elementos reside en que su capacidad inflamatoria es el fuego, la humidificadora es el agua, etc. La materia primaria en sus distintas manifestaciones posibles es unas veces el fuego, otras agua, otras aire, otras tierra. Para que estas manifestaciones se realicen se necesitan las correspondientes formas, promovidas por el demiurgo.

Platón desarrolla esa idea señalando que la materia primaria con su movimiento selecciona los elementos, separándolos unos de otros y colocando un género en una parte y el otro en otra. La separación de la sustancia cósmica por elementos precede al nacimiento de cuerpos individuales en orden determinado. Esa ordenación de los elementos en el cosmos se rige por las leyes de las proporciones que son la expresión matemática de la armonía.

Platón explica "la estructura y el nacimiento" de cada elemento, partiendo de "la imagen y el número", es decir de las figuras geométricas. La representación geométrica, según Platón, en ese caso es necesaria ya que los elementos son cuerpos. El cuerpo siempre tiene profundidad que necesariamente "debe ser limitada por la naturaleza de la superficie" [íbidem, p. 495]. Pero el elemento mínimo de la superficie es el triángulo como en la línea es el segmento. Por tanto es preciso, según Platón, establecer los tipos de triángulos fundamentales con el fin de tener material para la construcción de los elementos. Existen dos tipos de esos triángulos: en primer lugar los triángulos rectángulos isósceles y en segundo los triángulos rectángulos escalenos. A juicio de Platón, que por lo visto parte de las teorías pitagóricas, cuya influencia es indudable en esas reflexiones, son precisamente esos dos tipos los fundamentales y en ellos se centra toda la variedad de triángulos. Sólo falta precisar qué triángulo rectángulo escaleno debe ser elegido. Partiendo de nuevo de consideraciones estéticas, Platón considera que se trata de un triángulo, que combinando con otro semejante, proporcione un triángulo equilátero. Este último, mediante tres ejes de simetría, se divide en seis partes iguales.

En este lugar de su razonamiento Platón introduce una corrección importante en la teoría de los elementos. Según la concepción jónica, todos los elementos pasan mutuamente de unos a otros formando, por ejemplo en la obra de Heráclito, un ciclo de mutuas transformaciones. Platón considera que ese punto de vista es erróneo, está basado únicamente en la visibilidad. A esa lógica de los fenómenos Platón le opone la lógica de la estructura geométrica como lógica más profunda. Los elementos, dice Platón, "nacen" de los triángulos fundamentales, que yacen en su base [íbidem, p. 496]. Tres elementos (fuego, aire, agua) se forman del rectángulo escaleno y el cuarto

elemento (la tierra) del triángulo rectángulo isósceles. Eso significa que no todos los elementos pueden transformarse en todos y que en las relaciones de su mutuo paso existen limitaciones, impuestas por la diferencia de los triángulos de partida.

Luego Platón monta con esos triángulos poliedros regulares. Los elementos como se sabe son cuerpos, es decir, dotados de tres dimensiones. Primero utiliza triángulos escalenos y forma con ellos consecuentemente un tetraedro, un octaedro, un icosaedro, que corresponden al fuego, el aire y el agua. Con el segundo tipo de triángulos forma un cubo (la tierra). De los poliedros regulares no se menciona el dodecaedro, que Platón relaciona con el trabajo del demiurgo para adornar y configurar el Universo como el Todo. El dodecaedro es el más próximo a la forma de la esfera, que a su vez es la más perfecta de las formas concebidas. Precisamente por eso esa forma fue elegida para el éter.

Platón atribuye a la tierra una estructura cúbica, por ser la más inmóvil de los cuatro elementos. La elección del cubo para la tierra dimana de la relativa coincidencia de sus propiedades. De ese modo las propiedades exteriores son determinadas como manifestación de las propiedades internas de la estructura característica. En otras palabras, las propiedades observadas son consideradas como realización de las propiedades de la estructura geométrica. Esas propiedades internas de la estructura geométrica son inherentes tanto a los triángulos como a los propios poliedros, si bien sólo los últimos garantizan la naturaleza específica de los elementos. Por ejemplo, el triángulo isósceles debido a su simetría es más estable que el escaleno. Igualmente el cubo, obtenido de triángulos isósceles, es más estable (más simétrico) que el tetraedro o el icosaedro. Por tanto vemos que, según Platón, se opera una transmisión de propiedades, empezando por los triángulos elementales, con la particularidad de que los mediadores en este proceso son los poliedros regulares.

A tenor con ese principio, el tipo menos móvil de los poliedros regulares restantes se atribuye al agua (icosaedro) y el más móvil al fuego (tetraedro) y el de en medio al aire (octaedro). El tetraedro es el más ligero (el menor número de componentes), el más pequeño y el más móvil, lo que corresponde a las propiedades del fuego.

Ese pensamiento de Platón permite considerar como una de las posibles interpretaciones de su doctrina la que concibe los triángulos y los poliedros regulares como objetos físicos, es decir corporales, dotados de propiedades como la gravedad y la densidad. Las incesantes discusiones acerca de la interpretación de esta teoría tienen un serio fundamento. El criterio, primitivo

a primera vista, que atribuye a las estructuras de Platón existencia física, se puede contraponer a la tendencia del pensamiento griego hacia la corporeidad en todas las manifestaciones en los más distintos ámbitos. En la época de Aristóteles cambió, por lo visto, la actitud de los griegos hacia las matemáticas. La geometría, en particular, empezó a considerarse como un abstracción del mundo físico. De ahí resulta comprensible la interpretación que hace Aristóteles de la teoría platónica como utopía matemática, que trata de obtener de la forma matemática incorpórea un cuerpo físico. Platón en su teoría sigue claramente la tradición pitagórica en la que el número se entendía de una manera bastante concreta.

Basándose en las ideas estructurales sobre los elementos, Platón construye su química de los elementos. La tierra, por los motivos más arriba expuestos, no está en el ámbito de las transformaciones de los elementos. "No puede tomar otra forma", dice Platón [ibidem, p. 499]. Merced a las ideas estructurales las mutuas transformaciones de los elementos reciben características cualitativas exactas, determinadas por la correlación de los triángulos de partida. De ese modo tenemos las siguientes ecuaciones:

1 agua (icosaedro, 20 caras, 120 triángulos)  $\Leftrightarrow$  2 aire (octaedro, 8 caras, 48 triángulos) + 1 fuego (tetraedro, 4 caras, 24 triángulos); 1 aire  $\Leftrightarrow$  2 fuego, etc.

La teoría platónica de la mutua acción de los elementos tiene un carácter dinámico. Los distintos tipos de cuerpos elementales luchan unos con otros hasta que uno de ellos vence al otro. La victoria hace que el elemento vencido se transforme en lo más fuerte. Un elemento no puede actuar mutuamente consigo mismo. Por tanto cuando se realiza la transformación, el proceso de mutua acción cesa. Los elementos transformándose mutuamente, pasan de sus lugares en el cosmos a los lugares de los elementos en que se transforman.

La dimensión de los triángulos iniciales es un factor determinante de la variedad de las sustancias. A la cantidad de distintos tipos de sustancia dentro de cada género de elementos le corresponde una cantidad de triángulos de distinta dimensión. Según Platón existen distintos tipos de fuego, aire, etc. Por ejemplo, hay dos variedades de agua: líquida y fundible. El agua líquida consta de partículas diminutas y heterogéneas y la fundible de partículas grandes y homogéneas. Por eso la variedad fundible es más sólida y pesada que la líquida.

Es muy importante el concepto de homogeneidad de la sustancia. Si una sustancia es heterogénea, es decir consta de partículas de distinta dimensión (por ejemplo de triángulos de diversa dimensión) será más móvil que la

sustancia homogénea, como si tuviera mayor reserva de energía interna. Este principio explica diversos fenómenos, en particular la fundición de cuerpos pertenecientes al tipo de agua fundible bajo la acción del fuego. Las partículas del fuego al ser pequeñas, ligeras y movibles penetran en el cuerpo de agua fundible introduciendo con ello en ese cuerpo una fuerte heterogeneidad. Como consecuencia, este cuerpo, se pone en movimiento y bajo la acción del movimiento interno y del aire externo que lo presiona, el agua se esparce por la tierra. Ese es precisamente el proceso de fusión. El proceso es reversible. Si el fuego abandona ese cuerpo todo sucede a la inversa: se devuelve al cuerpo su homogeneidad y con ella la inmovilidad, es decir, se paraliza. Al marcharse el fuego deja espacios que se llenan de agua, ésta se comprime en su interior, se solidifica.

Los cuerpos complejos se forman mediante la mezcla de elementos. Cabe señalar que la química aplicada de Platón fue trazada por él superficialmente. Al no existir la concepción de combinación química ésta tiene más un carácter físico molecular, hablando con lenguaje contemporáneo, que un carácter químico. Platón describe distintas sustancias (la miel, la álcali, la cera, la sal y otros) utilizando las nociones mecánicas (los poros, la presión de las masas, la comprensión de cuerpos y su descomposición). El mecanismo de presión fue estudiado por Platón más detalladamente y lo utiliza con frecuencia. Ese mecanismo consiste en que el aire al separarse del cuerpo presiona sobre el medio ambiente que a su vez ejerce presión sobre ese cuerpo, prensándolo. Por eso toda comprensión, condicionada por ese mecanismo, se relaciona con la segregación de aire (si el proceso tiene lugar en un medio aéreo).

A esta teoría de la presión se suma la idea de los poros, que encontramos en la filosofía griega, tanto antes como después de Platón. Esta es muy importante para explicar diversos procesos. Por ejemplo, el fuego no destruye la tierra, dice Platón, porque sus poros son menores que los poros de la tierra. Por eso la atraviesa sin obstáculos. Por el contrario, el agua destruye fácilmente la tierra porque sus partículas son mayores que los poros de la tierra y del fuego. Al introducirse, el agua destruye la tierra sin ninguna presión violenta mientras que el fuego sólo la destruye con una compresión violenta.

Otro factor que diferencia las sustancias, además de la dimensión de los triángulos, es la cantidad de elementos. Platón no puede en ningún caso establecer exactamente esa cantidad. El, por supuesto, no se plantea esa tarea y ni siquiera necesitaba plantearla. Para él es suficiente la valoración cualitativa de la composición cuantitativa. Esa valoración se establece por la relación "más-menos". Algunas mezclas de agua y tierra contienen más tierra (el cristal y sustancias afines a él) y otras más agua (la cera y el incienso).

No es de extrañar que la química de Platón adquiera en total un carácter físico molecular: este se debe al dominio en ella, en todos los niveles, de nociones geométricas estructurales. La tarea de Platón estriba en explicar la variedad existente de sustancias y la resuelve examinando "las combinaciones y mutuos pasos de las figuras" [íbidem, p. 505]. La preponderancia en la química de Platón de ideas estructurales y mecánicas hace que ésta se aproxima mucho más a la doctrina atomista de la sustancia que a la aristotélica.

Las ideas sobre los elementos, desarrolladas por Platón en relación con su propósito general de explicar la antropogénesis cósmica, sirven de base para el examen de problemas de medicina y psicología. Platón aplica ante todo esas nociones a la explicación de distintas sensaciones. Conforme a la naturaleza de los cuerpos que captan la percepción, los ojos y los oídos contienen elementos ligeros de fuego y aire y el cabello y los huesos por el contrario constan de tierra [íbidem, p. 509]. Sobre la base de sus ideas acerca de los elementos, Platón desarrolla sus teorías del olor y el color, así como del sabor.

La creación del hombre es para Platón un ejemplo de receta química preparativa, puramente teórica, naturalmente. Según Platón, el demiurgo "pasó por el tamiz tierra pura y homogénea; la deshizo y roció con médula; colocó esa mezcla en el fuego e inmediatamente la sumergió en el agua; luego la hizo pasar de nuevo por el fuego y nuevamente la metió en agua" [íbidem, p. 549].

Platón explica la vida y la muerte de los organismos vivos partiendo de sus ideas estructurales acerca de los elementos. Cuando el organismo se desarrolla, los triángulos que lo forman son jóvenes, frescos, fuertes y por eso vencen a los triángulos de los cuerpos externos que entran en él con la alimentación y la respiración. Al hacerse viejo la correlación de fuerzas cambia, lo que condiciona la muerte<sup>13</sup>. Esa noción sobre el envejecimiento orgánico de los triángulos elementales puede recordar al lector contemporáneo la conocida hipótesis astrofísica, aunque errónea, acerca del envejecimiento de los fotones. Además de esta lejana alusión, cabe señalar la connotación de Platón con el enfoque biofísico contemporáneo de la vida. En ese punto precisamente se puede ver la divergencia de los enfoques de Platón y Aristóteles para explicar la naturaleza [17, p. 64].

### **La química aristotélica de los elementos**

El problema fundamental de la filosofía de la naturaleza de Aristóteles (384-322 a. C.) es el problema de la naturaleza como principio generador. Aristóteles funda su concepción partiendo del análisis crítico de Anaxágoras, Empédocles, los atomistas y Platón. El resultado de su reflexión es el

siguiente: el objeto físico cualitativo, según Aristóteles, no puede ser formado de otros objetos carentes de cualidades.

Aristóteles destacaba que el motivo de la reducción de la cualidad, característica para los atomistas y Platón, es la "insuficiencia de experiencia": "El que vive cerca de fenómenos de la naturaleza, es capaz de presentar principios fundamentales que satisfacen a una amplia cadena (de fenómenos). El abuso de la dialéctica, en cambio, deforma la observación, descubriendo únicamente un pequeño número de propiedades" [2, p. 13]. El propio empirismo de Aristóteles tiene, sin embargo, una base teórica racional. Efectivamente, en la crítica a los atomistas, Aristóteles se presenta como empírico teorizante contra los "extremos" de la especulación. Su principal objeción contra la interpretación atomista del nacimiento como la unión de los átomos y de la desaparición como la desunión consiste en que, para él, la división de los componentes contribuye no sólo al parecer sino también al nacer y la unión no sólo al nacer sino también al perecer. "Si el agua está dividida en diminutas partículas nace de inmediato el aire, mientras que si las partículas del agua están unidas el aire nace muy lentamente" [íbidem, p. 22-23].

Para explicar el nacer y el perecer de las cosas Aristóteles utiliza categorías de potencia y acto, materia y forma, así como el concepto de género y de individuo. Al examinar la génesis, como principio metodológico aparece la exigencia de analizar únicamente sus causas más inmediatas. La aplicación de este principio por Aristóteles hace que en sus obras de "química" y biología no aparezca la categoría de materia primaria. Aristóteles necesita la materia primaria sólo allí donde se examina el nacer de los propios elementos y su mutua transformación. En ese caso el principio de más inmediata causa exige como causa material la indicación del sustrato de cambio, que es la materia primaria. El nacer de una cosa es su paso del ser potencial al actual. La génesis de las cosas, según Aristóteles, es el cambio sustancial.

La química aristotélica de los elementos empieza por el análisis de su status, su estructura y su origen. Los elementos existen como cuerpos simples que poseen una mínima organización formal. En el proceso de su mutua generación no existe ningún elemento privilegiado, que pueda ser considerado como elemento de partida para los demás. Ese principio de igualdad de los elementos contrasta con la jerarquización aristotélica que se refleja en la cosmología. El pensamiento aristotélico va del reconocimiento, como base inicial, del fenómeno de la vida (reproducción del género) hasta su condicionamiento, primero en la química de la mixis, y luego, en la química de los elementos, que fundamenta la química de la mixis. De ese modo podemos hacer constar que la estructura de la química de Aristóteles se

organiza metodológicamente "de arriba a abajo", pero carece de la idea evolucionista en el sentido contemporáneo. Esa falta de idea evolucionista se acompaña de un peculiar "evolucionismo" químico, limitado por las especies biológicas existentes, y que abarca toda la naturaleza inorgánica, revelándola como condición para la existencia de eternas especies biológicas.

El "remontar" químico a los organismos no es más que una condición para la reproducción de los últimos. Aristóteles aspira a fundamentar la génesis de las cosas, plasmándola sobre la base de su modelo orgánico. De ese modo surge la concepción de las cualidades elementales, que constituye el fundamento de su doctrina sobre los elementos.

Aristóteles hace la definición de los elementos, partiendo de su función en la génesis de las cosas. Los elementos, dice, son "algo cuyo cambio bien mediante la unión, bien mediante la división, bien mediante algún otro paso dan como resultado el nacer y el perecer" [íbidem, p. 97].

La selección de las cualidades elementales (opuestos) se realiza, tomando en consideración su actitud hacia lo "activo-pasivo", ya que esas características son necesarias para la interacción y es una condición de la génesis en general y de la mixis en particular.

Quien establece la jerarquía de los opuestos es el tacto. La tactilidad de los cuerpos confirma su realidad. Aristóteles señala que "los cuerpos sólo se caracterizan por los opuestos que corresponden al tacto" [1, p. 101], lo que conduce a la selección de siete pares de cualidades opuestas. Otra exigencia restrictiva es la característica de lo "activo-pasivo", necesaria para la mutua transformación de las cosas. No satisface esa exigencia un par de cualidades, tan importante en otro aspecto, como son pesado-ligero. El siguiente principio de selección de las cualidades primarias es la exigencia de no reductibilidad de unas cualidades a otras. Como resultado de la aplicación de esa exigencia, el número seleccionado de cualidades disminuye hasta cuatro que forman dos pares: caliente-frío (par activo) y seco-húmedo (par pasivo). Estos dos pares, que responden a todas las exigencias, son cualidades elementales.

El elemento es la combinación de dos cualidades fundamentales, superpuestas sobre el sustrato inicial (la materia primaria). En la esfera de cualidades elementales se reproducen los conceptos universales aristotélicos de materia y forma: las cualidades pasivas son la materia y las activas, la forma.

La introducción de la asimetría en la combinación de cualidades que constituyen el elemento, muestra que para Aristóteles existen dos capas de nociones acerca del elemento. La primera capa es la teórica, que construye los

elementos según las cualidades fundamentales. Es la capa del elemento ideal. En el elemento ideal coexisten de modo simétrico ambas cualidades: la activa y la pasiva.

La segunda capa son las nociones acerca del elemento real. En el elemento real el equilibrio de constituyentes cualitativos se desplaza hacia uno de los lados. Por ejemplo, en el fuego real domina el calor: "El fuego es exceso de calor, lo mismo que el hielo es exceso de frío", dice Aristóteles [2, p. 107].

La dualidad en la comprensión del elemento significa que la combinación de sus cualidades es accesible, según Aristóteles, a la ininterrumpida variedad de sus correlaciones. Dicho de otro modo en la comprensión del elemento se revela en Aristóteles el principio de intensificación de las cualidades. Este principio que permite variar las proporciones de las cualidades es una condición de la diversidad y el carácter cambiante del mundo. El emplazamiento cosmográfico de los elementos les impone una definición complementaria, que no se puede obtener en la doctrina general sobre los elementos. En este sentido es característica la agrupación de los elementos: "El fuego y la tierra son los elementos extremos y los más puros, mientras que el agua y el aire son los elementos intermedios y los más mezclados" [íbidem, p. 104]. Los pares opuestos de elementos son los siguientes:

Fuego (caliente-seco)	Agua (frío-húmedo)
Tierra (frío-seco)	Aire (caliente-húmedo)

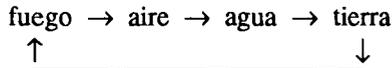
Aristóteles señalaba que cada elemento tiene una cualidad como propia, es decir, dominante: "Para la tierra la sequedad más bien que el frío, para el agua el frío más bien que la humedad, para el aire la humedad más bien que el calor y para el fuego el calor más bien que la sequedad" [íbidem, 107-108].

Es interesante señalar que la cualidad propia del aire es la humedad y la del agua el frío. Aunque estas definiciones parecen estar en contradicción con la experiencia, a Aristóteles le interesa construir un esquema lógico: el fuego y el agua son contrarios como el calor y el frío, y la tierra y el aire como la sequedad y la humedad; esas contraposiciones tienen cierta autenticidad empírica, pero en este caso es más importante el aspecto lógico: la cualidad propia del elemento responde en primer lugar a las exigencias del sistema de elementos en su conjunto. Eso significa que en su química cualitativa Aristóteles sigue siendo un empírico teorizante. Las relaciones de la agrupación cosmográfica más las relaciones de los opuestos de la composición cualitativa de los elementos están estrictamente establecidos. Y como el calor del fuego está establecido, aunque no sea más que empíricamente, al agua,

como su opuesto elemental, no le queda otra cosa que tener el frío como propiedad propia.

Según Aristóteles los elementos tienen obligatoriamente que nacer y perecer pasando de unos a otros. De lo contrario es imposible el cambio de las cosas. La cuestión que investiga no se refiere a la existencia de la transformación de los elementos, sino sólo a las formas concretas en que ésta puede manifestarse. Esas formas corresponden a la definición del elemento como cuerpo constituido superponiendo sobre la materia primaria los opuestos fundamentales. De ese modo aparece como condición de la química de los elementos el principio de la materia primaria como sustrato indiferente a las cualidades elementales. Merced a esa indiferencia, la cualidad resulta exterior respecto al sustrato y por eso puede ser sustituida por cualquier otra<sup>14</sup>. Pero el elemento es la superposición de dos cualidades fundamentales sobre la materia como sustrato, por tanto disminuye el número de cambios de las cualidades, con los que se opera la transformación de los elementos.

Aristóteles distinguía tres modos de transformación de los elementos. El primero era la transformación consecutiva de un elemento en otro en su orden natural (cosmográfico):



El mecanismo de ese modo de transformación es la conversión de una de las cualidades elementales en otra opuesta a ella:

fuego (caliente-seco) → aire (caliente-húmedo) → agua (frío-húmedo) → tierra (frío-seco) → fuego (caliente-seco) → ...

Esa transformación, indica Aristóteles, se efectúa con facilidad y rapidez ya que para su realización sólo se necesita la conversión de una de las cualidades que constituyen el elemento. Basta con cambiar el elemento dominante en uno de los dos pares para que se opere la transformación del elemento.

El segundo modo de transformación consiste en la conversión simultánea de dos cualidades en cualidades opuestas a ellas. Esa transformación es más difícil y requiere más tiempo que la efectuada según el primer esquema:

fuego (caliente-seco) ↔ agua (frío-húmedo)  
 aire (caliente-húmedo) ↔ tierra (frío-seco)

El tercer modo de transformación consiste en el paso de dos elementos de recíproca acción, que no son consecutivos en cuanto a su emplazamiento en el cosmos, a otro elemento mediante la eliminación de dos cualidades tomadas de una en una en cada uno de los elementos de acción recíproca. Citemos un ejemplo:

Fuego (caliente-seco) + agua (frío-húmedo) → tierra (seco-frío) + caliente + húmedo

Si los elementos iniciales tomados responden a su orden cosmográfico, entonces no se opera la transformación según este mecanismo, ya que de esas cualidades no se puede formar un nuevo elemento. En ese caso cualquier combinación de cualidades iniciales brinda o bien esos mismos elementos iniciales o simplemente pares de cualidades que no existen como elementos.

El análisis de la doctrina de Aristóteles sobre los elementos muestra que la definición de elemental se refiere más bien a las cualidades que a los elementos. Eso se pone de manifiesto ya en el hecho de que el propio elemento es definido como combinación de cualidades elementales. Por eso se puede constatar que Aristóteles no ofreció un concepto de elemento independiente de la cualidad. Por eso su concepto de elemento resulta en cierto sentido cuasiconcepto, ya que no permite realizar la función explicativa respecto a las cualidades como fenómenos que requieren explicación. La concepción aristotélica de elemento servía para la clasificación y ordenación del mundo y no para su explicación mediante la deducción de las cualidades partiendo de las características autónomas de la esencia.

### La química de la mixis

El siguiente nivel tras los elementos en la ascensión química de los cuerpos es para Aristóteles la homeomería. Aristóteles dice: "... Es posible que del fuego proceda el agua y del agua el fuego (puesto que su sustrato es algo común en uno y otro). Pero también procede de ellos la carne y la médula. ¿Más cómo se opera su nacimiento?" [íbidem, p. 128]. Los cuerpos homeoméricos, por ejemplo la carne, los huesos, la sangre, etc. son cuerpos compuestos homogéneos que constituyen formaciones típicas del mundo material. Según Aristóteles los cuerpos homeoméricos se forman de los cuatro elementos.

La doctrina aristotélica sobre la mixis es la concepción del nacer de una formación con nueva cualidad (y ante todo de los cuerpos homeoméricos). El concepto de mixis no se requiere únicamente en el caso de explicación de las

mutuas transformaciones de los elementos. La existencia de un sustrato común hace comprensibles esas transformaciones. Pero para explicar el nacimiento de una cualidad más complicada a partir de otras más simples hace falta recurrir al concepto de la *mixis*. Analizando este problema, Aristóteles critica la concepción mecánica de agregación que relaciona con Empédocles. Pese a que la idea de las proporciones cuantitativas en la composición de los cuerpos está relacionada precisamente con Empédocles, esa idea no concordaba con su doctrina acerca de la mezcla cósmica de los principios y no fue desarrollada. Su desarrollo fue realizado de manera consecuente precisamente por Aristóteles, que sustituyó la visión mecánica por la química.

Aristóteles examina ante todo el contacto de los cuerpos. Presenta como principio que "todas las cosas, cuya unión se supone, deben estar en condición de entrar en contacto mutuo" [íbidem, p. 58]. Aristóteles indicaba que la capacidad de entrar en contacto es una peculiaridad de los objetos físicos a diferencia de los objetos matemáticos. Por eso, según su opinión, la tradición pitagórico-platónica no puede explicar la formación de nuevas cualidades, y por tanto la química. Sólo tienen capacidad de contacto las cosas del mundo sublunar. Aristóteles presenta la esencia del contacto como interacción, destacando que la reciprocidad del contacto es una característica del mundo material. La química de Aristóteles es una química del mundo sublunar. En el mundo de las estrellas y los planetas no existe ni puede existir ninguna química. La interacción de los cuerpos presupone que un cuerpo es activo y el otro pasivo. En la teoría de la interacción, Aristóteles apela a sus predecesores, analizando la mutua conexión de los conceptos de semejanza y de interacción. El argumento de los filósofos que negaban la posibilidad de interacción de cuerpos semejantes es que el carácter igual de la actividad de los cuerpos semejantes hace imposible su interacción, ya que ésta requiere que un cuerpo sea activo y otro pasivo. Aristóteles compara dos puntos de vista opuestos: 1) para la mutua acción se necesita semejanza; 2) para la interacción, los cuerpos no deben ser semejantes. Criticando ambos puntos de vista, Aristóteles forma su posición sintética. La deducción de Aristóteles es clara y concreta: "Es preciso que el agente y el paciente sean en general semejantes e idénticos, pero en un aspecto especial sean semejantes y opuestos" [íbidem, p. 64]. La condición de la interacción es identidad de género, pero especies deben ser opuestas. Los opuestos entran siempre en un género y de ese modo interaccionan. Por eso el fuego quema y el frío enfría, señala Aristóteles.

Al analizar la cuestión de los mecanismos de interacción de los cuerpos, Aristóteles compara la teoría de los poros (Empédocles, Alcmeón) con la teoría atomista, dando preferencia a la última. El atomismo no sólo es fructífero en el sentido lógico, ofreciendo claras definiciones de distintos tipos de cambios, sino también, cosa no menos importante para Aristóteles, es

bueno que no menosprecie la experiencia. Aristóteles tiene una alta opinión del atomismo, que supo conciliar la experiencia y la dialéctica abstracta de los eléatas. Pero en fin de cuentas Aristóteles pasa a criticar el atomismo. La principal objeción de Aristóteles es que los átomos carentes de cualidades no pueden tener actividad. Según Aristóteles si los átomos tienen figura en lugar de cualidad salen de la esfera de las relaciones "actividad-pasividad". Le parece "extraño" que se pueda reducir la cualidad a la figura. En particular señalaba "que sería por lo menos extraño atribuir al calor una forma de átomos únicamente esférica, ya que a su opuesto hay que aplicarle alguna otra figura" [ibidem, p.76]. Por lo visto esa "extrañeza" se debe a que la esfera no tiene opuesto.

Aristóteles critica con agudeza otro principio estructural: la estructura porosa de los cuerpos. La hipótesis de poros, según Aristóteles, está de más: "trabaja" cuando los poros están colmados, es decir cuando no existen. Dicho de otro modo se elimina por sí misma. La hipótesis de los poros es inútil, ya que si el agente no acciona incluso sin los poros, estos poros no pueden ayudar. Los poros no organizan un nuevo tipo de contacto, sino que únicamente difunden el corriente contacto externo a la masa del cuerpo. Aristóteles no acepta tampoco esa hipótesis por el mismo motivo: los poros son un factor de mutua acción estructural cuantitativo y no cualitativo.

La mixis culmina el proceso de mutua acción iniciado por el contacto. Aristóteles diferencia el concepto de mixis del concepto de síntesis. La mixis es una nueva sustancia, una combinación química. La síntesis es sólo la mezcla mecánica de las sustancias. En su teoría de la mixis Aristóteles examina la interacción de dos componentes. Ante todo busca lugar a la mixis en su clasificación de los tipos de cambio. El concepto de mixis resulta difícil de formular porque en él hay que unir dos tesis opuestas: en primer lugar la existencia independiente de los componentes de la mixis y en segundo su desaparición como tales. "La varita mágica" en esta situación es la concepción aristotélica de la potencia y el acto: los componentes de la mixis existen en ella potencialmente, pero después de la descomposición de la mixis pueden existir actualmente. Por tanto la teoría de la mixis sólo es posible con esa diferenciación de la potencia y el acto.

Al examinar la mixis se plantea el siguiente problema: ¿Es la mixis una combinación simple de componentes que no son percibidos por los órganos de los sentidos debido a la pequeñez de sus partes, o constituye una formación nueva respecto a las partes y en ella no se pueden distinguir, en principio, los componentes iniciales? Aristóteles contesta positivamente a esta pregunta rechazando toda interpretación de la mixis como mezcla mecánica. Si la no distinción de las partes se debe a su pequeñez, sólo hay una apariencia de

homogeneidad, apariencia de mixis. Eso es lo esencial en la doctrina de Aristóteles acerca de la mixis: la mixis no es en modo alguno forma de síntesis. La mixis es la formación de una nueva combinación homogénea, pero no de cualquier nueva combinación, sino de la limitada a la posibilidad de volver a sus componentes si se descompone. Aristóteles formula su pensamiento del siguiente modo: nada potencial, es decir los componentes contenidos en la mixis, puede ser distinguido por ninguna vista actual, ni siquiera por la vista del mítico Linceo.

La teoría de Aristóteles culmina con la formulación de tres condiciones de la mixis:

1. La interacción de los cuerpos. No hay mixis, por ejemplo cuando la medicina se "mezcla" con el cuerpo enfermo para que se obtenga la salud, ya que el arte del médico no cambia con la curación del cuerpo enfermo [íbidem, p. 90].

2. Entre los cuerpos que accionan recíprocamente, forman con más facilidad la mixis en aquellos que pueden ser divididos o fraccionados fácilmente, por ejemplo los líquidos que son fáciles de dividir.

3. Se necesita un determinado equilibrio entre los componentes que se mezclan. Las fuertes desproporciones en el sentido cuantitativo obstaculizan la mixis: provocan una simple transformación de los cuerpos, por ejemplo del vino en agua cuando su cantidad es pequeña en comparación con el agua.

Las dos primeras condiciones son las del mejor contacto e interacción de los cuerpos. El contacto y la interacción son las condiciones fundamentales y el factor cuantitativo de determinado equilibrio se reduce a ellos, ya que, según Aristóteles, no existe acción mutua sin cierta igualdad de los cuerpos: esos deben ser proporcionados.

El objeto de la química aplicada de Aristóteles son los cuerpos homeoméricos, sus transformaciones y cambios. Es un nivel intermedio entre los elementos y las formaciones orgánicas complejas. Las homeomerías provienen de elementos y ellas, tomadas como materia, son la base para el nacimiento de formaciones complejas. Aristóteles diferenciaba la definición de las homeomerías "desde abajo" (de los elementos) y su esencia lógica o definición obtenida "desde arriba" (del organismo). Esa diferencia corresponde a la diferencia de causas material y formal. La causa material viene "de abajo" y la formal "de arriba". Por eso el biologismo de Aristóteles está sólidamente enraizado en su concepción filosófica. La biologización de la química inorgánica no es un procedimiento automático: Aristóteles comprende bien sus

dificultades. El decía, en particular, que la aplicación del enfoque "desde arriba" es evidente en el caso de cuerpos como las anhomeomerías, por ejemplo partes del cuerpo, y tanto más en el caso de cuerpos vivos íntegros formados de anhomeomerías. Pero la definición formal se relaciona en mayor grado aún con objetos del arte humano. El biologismo aristotélico es por tanto una concepción universal que abarca, si bien con dificultades, los mundos tanto prebiológico como superbiológico. Pese a que la definición funcional de las homeomerías y tanto más de los elementos es menos evidente que la de los órganos del cuerpo vivo, ésta, no obstante, puede ser establecida gracias a sus vínculos con el organismo vivo y con su reproducción.

La idea de Aristóteles respecto a las dificultades de biologizar la química reside en que los objetos químicos inorgánicos están muy cerca de la materia inicial, teniendo en cuenta las relaciones de la materia pura y la forma pura como extremos entre los cuales se emplazan los cuerpos investigados. Su proximidad a la materia significa que están sujetos a los procesos de cambio. Y eso a su vez significa que su logos pierde su precisión. Para la precisión de la característica lógica de la cosa se requiere que sea inmutable y su forma permanente. Según Aristóteles el logos es biomorfo y toda la diferencia entre los cuerpos (elementos, homeomerías, anhomeomerías, organismos, productos de la actividad consciente del hombre) está en el grado de precisión de la definición lógica: su base biomorfa permanece inmutable. La única diferencia que hace Aristóteles se refiere a la suficiencia de la dinámica de las cualidades para explicar el origen de las homeomerías (orgánicas e inorgánicas) de un lado y las anhomeomerías y objetos del arte humano, del otro. En el caso de las homeomerías la dinámica de cualidades es una base suficiente para su nacimiento. Esa diferencia obedece al hecho de que las anhomeomerías y las cosas creadas por el trabajo del hombre sólo incluyen las homeomerías como causa material. En cambio la dinámica de cualidades aglutina tanto la causa material como la formal (la que acciona), pero sólo para el nivel de las homeomerías. Para un nivel más alto de la organización formal es preciso dividir la explicación para las causas: señalar por separado las causas material y formal. La causa formal para los objetos de la civilización humana es el arte y para las anhomeomerías la naturaleza.

La definición lógica de las homeomerías se forma, como toda definición, del conjunto de definiciones material y formal. La definición material para las homeomerías es la composición cualitativa, ante todo, la definición de su naturaleza pasiva cualitativa (seco y húmedo) como la capa material más profunda. La definición formal es la definición biológica directa de las homeomerías como sangre, carne, etc. ¿Pero cómo se estructura la parte formal de la definición de homeomerías inorgánicas, como por ejemplo los metales?

La doctrina aristotélica sobre los metales consiste en hacerlos semejantes a las plantas. Según Aristóteles "en Chipre el cobre es cortado en trocitos diminutos y sembrado en la tierra. Cuando llega la lluvia éste crece, da brotes y se recoge" [15, p. 99]. Aristóteles conoce a los metales, como a las plantas, ante todo por sus funciones curativas: "El cobre tiene una gran fuerza curativa. El viento originado por un arma de cobre (o de bronce) cura mejor que el viento que proviene de un arma de hierro". Las funciones curativas de los metales y sus combinaciones son muy diversas: el cobre cura las magulladuras, el estaño blanco se utiliza como anticonceptivo, la ceniza de Frigia (al parecer óxido de zinc) se utiliza para el tratamiento de los ojos.

Aristóteles correlaciona los metales con los organismos y sus funciones: el cobre y la plata no pueden ser digeridos por el calor animal y no se disuelven fácilmente en el estómago. Pero el hierro es asimilado mucho mejor, por lo menos por los estómagos de los ratones: "En Chipre, dice Aristóteles, los ratones comen hierro" [ibidem, p. 100]. Los metales contactan con los jugos vegetales y animales incluso fuera del organismo: "Para imitar al oro el cobre se pinta con bilis" [ibidem, p. 100].

¿Qué deducción se puede hacer al tratar de reconstruir la doctrina aristotélica sobre los metales? Aristóteles no concebía una sustancia metálica fuera del plano orgánico. Los metales son una especie de la naturaleza vegetal que entra en contacto variado y a veces útil con la naturaleza animal. La diferenciación de las homeomerías en tres tipos<sup>15</sup> es convencional. Todos los cuerpos homeoméricos son orgánicos en principio. Por eso precisamente, según Aristóteles, todos esos cuerpos pueden obtener una definición lógica de su esencia en el sentido de indicación de su causa formal. Las propias categorías de forma, logos y conocimiento están imbuidas de intuición biomorfa.

El carácter cualitativo de la química de Aristóteles significa que las cualidades no se reducen a nada que carezca de cualidades. Ciertamente existe determinada jerarquía de cualidades debido a lo cual parece suavizarse esa exigencia de no reductibilidad. Pero en el sistema jerárquico de cualidades no existe su reducción a una esencia carente de cualidad<sup>16</sup>. Mediante esa jerarquía, la variedad de cualidades se organiza en un sistema coherente.

Aristóteles no conocía ni podía conocer el procedimiento de determinación de la composición, digamos por medio de una balanza, procedimiento independiente de la constatación directa de las propiedades. El determinaba la composición de modo empírico constatando las características cualitativas dominantes, reveladas en las acciones recíprocas de las sustancias.

El concepto de composición era para Aristóteles un concepto empírico y fenomenológico y por eso no encerraba en sí nada distinto en principio respecto a las cualidades de la sustancia determinadas en la experiencia.

Señalemos que funcionalmente el concepto aristotélico de composición equivale al concepto de tipo en el sistema de la clasificación fenomenológica de las sustancias. Por tanto la lógica de la composición química aristotélica reproduce la lógica de la construcción de la clasificación biológica. Todas las sustancias se descomponen en tipos fundamentales, determinados sobre la base de cuatro elementos tomados como cualidades. Las mezclas de otros elementos no son tan esenciales.

El problema de la química aristotélica no es la génesis de las propiedades de la sustancia según sus características esenciales, (problema fundamental de toda la química) sino la génesis de los propios cuerpos y en fin de cuentas de los organismos vivos sobre la base de la dinámica de las cualidades. Aristóteles entiende la génesis de cuerpos de este mundo en el plano de su reproducción cíclica y no en el plano de la "evolución creadora" que aspira a la novedad. La ciencia (nosotros diríamos la química), según Aristóteles, debe investigar las condiciones de ese proceso, sus reglas. Es una tarea tanto de la química de los elementos, como de la mixis. En el pensamiento bioteleológico de Aristóteles la química de los elementos está supeditada a la química de la mixis, que conduce a la formación de cuerpos homeoméricos como un nivel más elevado de organización que los cuerpos elementales.

La formación de las propiedades tiene como fin lograr la forma superior de lo vivo (el alma), la génesis de las propiedades de los cuerpos en fin de cuentas es la génesis de la vida o biogénesis. En eso consiste el enfoque aristotélico de la química y de su problema fundamental<sup>17</sup>.

La reanudación de las tradiciones jónicas en el marco de una lógica más desarrollada del todo orgánico condujo a Aristóteles a la creación del concepto de combinación química en su doctrina sobre la mixis. En los atomistas y en Platón no encontramos esa concepción, pero en cambio, encontramos las de átomo y estructura. El pensamiento antiguo desarrolló estas dos líneas, pero los intentos de síntesis de estas no pudieron obtener éxito durante largo tiempo. El pensamiento antiguo descubrió la incompatibilidad en sus marcos de las ideas de las *bases del quimismo* (los átomos, estructuras y formas) y del *propio quimismo* (combinaciones y nuevas integridades cualitativas).

## NOTAS

1 Este trabajo puede parecer una modernización exagerada del pensamiento antiguo a partir de las nociones de la ciencia contemporánea. Creo que no es así, ya que sólo hay modernización deliberada y por eso ya moderada. Este tipo de modernización es igual al procedimiento de Sambursky cuando habla sobre la "cristalografía" de Demócrito [20, p. 146].

2 El enfoque cualitativo para explicar la naturaleza (cualitativismo) consiste en que se toman como elementos del mundo físico las cualidades percibidas por los sentidos (por ejemplo caliente y frío, seco y húmedo, según Aristóteles) cuyas mutuas transiciones y dinámica son consideradas como base para explicar los fenómenos de la naturaleza [4].

3 Nuestras nociones sobre las doctrinas de Anaximandro se basan en su interpretación aristotélica. Pero la teoría de este milesio era más arcaica. Por ejemplo, A. Lébedev demuestra que el propio Anaximandro entendía el principio como Crono (Κρόνος) - Cielo o infinito "Tiempo-Espacio". Esta imagen muy sincrética se esfumó pronto y la noción del "espacio-tiempo continuo" surge sólo en el siglo XX en la obra de A. Einstein [9].

4 Es interesante señalar que las investigaciones bioquímicas contemporáneas llegan a cercanas deducciones. Por ejemplo el psico-químico G. Watson descubrió que nuestra capacidad de sentir el olor de algunas vitaminas y substancias alimenticias depende en parte de la cantidad de esas combinaciones que contiene ya la sangre. En otras palabras "para sentir el olor de la vitamina A es preciso tener en la sangre cierta cantidad de ésta" [19].

5 Es necesario superar la contradicción evidente entre los principios de la homeomeridad ("las semillas") y de las porciones (μοιραί) para resolver el problema de Anaxágoras. Estamos de acuerdo que "la única analogía satisfactoria es... la analogía del número infinito de puntos incluso en la línea más corta" [8, p. 525]. Desarrollando esta idea podemos decir que una línea consta siempre de otras líneas más pequeñas (principio de identidad presentado en el principio de homeomeridad). Es decir, existen, digamos, "las semillas" de línea, de un lado. De otro, existen también "las porciones" de línea porque una línea consta siempre de puntos (principio de diferencia presentado en la idea de porciones). Por tanto, la contradicción es superada al menos al nivel de modelo y analogía.

6 P. Tannery calificaba esta doctrina de "atomismo cualitativo".

7 En su obra "Del cielo" Aristóteles señala: "Cómo es la figura de cada uno de los elementos y qué representa, no fue determinado por ellos (Leucipo y Demócrito), sólo al fuego le atribuían (forma) de esfera. Por lo que se refiere al aire, al agua y a otros, ellos sólo los determinaban cuantitativamente, enseñando que su naturaleza es una especie de mezcla de semillas, formada con todos los elementos" [14, p. 266]. V.P. Zubov considera que para los atomistas todos los elementos tenían forma de átomo y por tanto no pasaban de unos a otros [21, p. 45]. A nosotros nos es difícil aceptarlo, puesto que consideramos que, a tenor con las manifestaciones de Aristóteles, eso sólo puede decirse del fuego. Existen declaraciones negando la forma simple del fuego (Diógenes), pero no existen declaraciones atribuyendo determinada forma a las partículas de

otros elementos. Cierto es que admitiendo la infinita pluralidad de formas se puede hacer esa conjetura, más los propios atomistas no lo hacían al parecer.

8 No se puede olvidar tampoco la diferencia de principios de la doctrina de Anaxágoras, que admitía la infinita divisibilidad de la materia, de la teoría de los atomistas.

9 Por ejemplo, un átomo ganchudo puede llegar a intrincarse con un átomo cuya figura sea adaptable al gancho [8, p. 582].

10 "... Atomos 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", Simplicio, de caelo 241, 21 [8, p. 582].

11 "Aristóteles da a entender a veces -dice Kirk- que un átomo esférico no es ni alma ni fuego, sino simplemente un átomo esférico, que adquiere sus propiedades secundarias únicamente al asociarse con otros átomos... Aparte del caso del alma y del fuego, no se nos ha transmitido detalle alguno sobre cuáles son las características secundarias que se originan de una determinada figura de átomo, salvo en el caso de la sensación en donde los átomos puntiagudos producen sabores salados, etc" [8, p. 584]. La cuestión, muy importante, ¿qué nivel de estructuración es responsable del surgimiento de las cualidades secundarias: el ámbito de los átomos o el ámbito, digamos, superatómico, casi "molecular" ? está sin respuesta. Pero en el caso de Epicuro y Lucrecio hay el intento elaborado de introducir un ámbito bastante próximo al "molecular" (la concepción del *concilium*). Pero esto es un tema especial. El atomismo de Epicuro y Lucrecio no es una doctrina presocrática y no puede ser comprendido sin la doctrina de Aristóteles. Sólo diremos que las cualidades secundarias tienen su base material y estructural con estabilidad *relativa*. A tales condiciones generales corresponden precisamente las estructuras "moleculares". Por eso es claro que el intento de explicar los fenómenos visibles directamente a partir del mundo invisible de los átomos con sus características *eternas* (eleáticas) no puede tener éxito.

12 En esta consideración del fuego y la tierra como principios fundamentales, Platón sigue a Parménides.

13 Esa idea diferencia a Platón de Demócrito, quien considera que los átomos son inmutables.

14 La concepción aristotélica del elemento fue una de las fuentes de las nociones alquímicas acerca de la posibilidad de transmutación de los metales.

15 Animales, vegetales, minerales.

16 Se tiene en cuenta la falta de cualidades físicas, perceptibles sensitivamente. La plena abstracción de las cualidades es imposible.

17 Señalando la importancia de las investigaciones evolucionistas en la química de hoy constatamos con ello que la química contemporánea sobre una base teórica completamente distinta se ha acercado a la reanudación de la interpretación aristotélica del papel cósmico del quimismo.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 ARISTOTELES (1937) *Física*. Moscú, Socecguiz, (en ruso). Traducción de V.P. Karpov.
- 2 ARISTOTELES (1951) *De la génération et la corruption*. París. Trad. francesa de J. Tricot.
- 3 VIZGUIN, V. (1980) "Surgimiento y desarrollo de las ideas sobre sustancia en la filosofía de la naturaleza". In: *Historia general de la química. Surgimiento y desarrollo de la química de la antigüedad al siglo XVII*. Moscú, Nauka, (en ruso).
- 4 VIZGUIN, V. (1982) *Génesis y estructura del cualitativismo aristotélico*. Moscú, Nauka, (en ruso).
- 5 GOMPERZ, T. (1911) *Pensadores griegos*. Vol. I, San-Petersburgo, (en ruso).
- 6 GUTHRIE, W.K.C. (1984) "Los primeros presocráticos y los pitagóricos". In: *Historia de la filosofía griega*. Vol. I. Madrid, Gredos. Versión española de Alberto Medina González.
- 7 KIRK, G.S., RAVEN, J.E. (1966) *The Presocratic Philosophers*. Cambridge.
- 8 KIRK, G.S., RAVEN, J.E. (1974) *Los filósofos presocráticos*. Madrid, Gredos. Historia crítica con selección de textos. Versión española de Jesús García Fernández.
- 9 LEBEDEV, A.V. (1978) "Τὸ ἀπειρον: no Anaximandro sino Platón y Aristóteles". In: *Vestnik drevnii istorii* (Revista de historia antigua), No 1, p. 30-54, No 2, p. 43-58, (en ruso).
- 10 LOSEV, A.F. (1963) *Historia de la estética antigua*. Moscú, Vyschai skola, (en ruso).
- 11 MAKOVELSKI, A.O. (1914) *Los presocráticos*, p. I. Kazán, (en ruso).
- 12 MAKOVELSKI, A.O. (1919) *Los presocráticos*, p. II. Kazán, (en ruso).
- 13 MAKOVELSKI, A.O. (1919) *Los presocráticos*, p. III. Kazán, (en ruso).
- 14 MAKOVELSKI, A.O. (1946) *Los atomistas griegos*. Bakú, (en ruso).
- 15 PARTINGTON, J.R. (1970): *A History of Chemistry*. Vol. I, p. I, London.
- 16 PLATON, (1971) *Obras*. Vol. 3, p. I, Moscú, Nauka, (en ruso).
- 17 ROBIN, L. (1944) *Aristote*. Paris.
- 18 ROJANSKI, I.D. (1972) *Anaxágoras*. Moscú, Nauka, (en ruso con textos griegos).
- 19 RORSVIK, D. (1973) "Lo que pueden contar los olores". In: *Za rubezhom*, No 30, (en ruso).
- 20 SAMBURSKY, S. (1990) *El mundo físico de los griegos*. Madrid, Alianza. Versión española de María José Pascual Pueyo.
- 21 ZUBOV, V.P. (1965) *Desarrollo de las ideas atomistas antes del siglo XIX*. Moscú, Nauka, (en ruso).