

Al desembarcar en Cádiz Nariño logró fugarse burlando la vigilancia de las autoridades, pero Zea y otros trece ciudadanos neogranadinos fueron aherrojados en el fuerte de aquel puerto: en aquella prisión permaneció dos años.

Durante los cinco que desempeñó el destino de agregado principal en la Expedición, cuánto no enriqueció de luces su entendimiento privilegiado! Si entró siendo literato distinguido, hombre talentoso y bastante nutrido de verdad, salió sabio de primer orden, veterano en la botánica y práctico en el análisis y la observación, únicas armas con que el espíritu investigador puede abrirse paso en los oscuros campos de la invención. "El ministro Godoy, dice Plaza, descubriendo en Zea dotes intelectuales nada comunes, lo hizo poner en libertad y lo envió a Francia con una misión científica y un sueldo de seis mil francos anuales. Después de una residencia de tres años en París volvió a Madrid, y en lugar del permiso que solicitaba para volver a la América, obtuvo la plaza de director adjunto, y más adelante la de primer director del gabinete botánico de la corte, en 1804.

Zea siguió desempeñando estos des-

tinios y mereciendo entre tanto los nombramientos de miembro de la sociedad métrica de emulación, de la Filomática, de la Farmacia, de la de los observadores del hombre, de la de ciencias de artes y amena literatura de París.

En 1805 fue nombrado catedrático de botánica de la universidad de Madrid, y el día 17 de abril, en que tomó posesión de la cátedra, pronunció un discurso sobre el mérito y utilidad de esta ciencia, que, por la exactitud de sus apreciaciones y la rectitud de sus conceptos, mereció los honores de la impresión por cuenta del gobierno. Los modernos botánicos españoles hacen de él grandes elogios y lo miran como una producción destinada a triunfar de los desdenes del tiempo.

Dejemos al agregado de la Expedición, al humilde colono americano, al preso de Cádiz, proscrito por sus ideas de independencia y libertad patria, colocado en Madrid como director del primer establecimiento de ciencias naturales y como profesor de la primera universidad del poderoso reino español, para volver a hablar de su maestro Mutis.

Florentino Vezga

## Historia de la física

Al lector amigo que, por casualidad o sin ella, llegare a interesarle la lectura de estas notas sobre la historia de la física, me permito informarle que en el volumen I de DYNA (segunda época) fueron publicados los siguientes capítulos:

- I. Nacimiento de la ciencia.
- II. La astronomía antigua.
- III. La astrología y su papel en la antigüedad.

### IV. La física entre los griegos

1. El mundo físico de los griegos.
2. La escuela jónica. Los filósofos de Jonia.
3. La escuela pitagórica. Sistema de Filolao.

Pensaba suspender esa publicación, por juzgarla de poco interés para los lectores de DYNA, amigos de lo moderno y de lo útil, en tratándose de conocimientos, y no



de aquellas antiguallas que a duras penas sirven de puesto para admirar el grandioso camino recorrido en veinticinco siglos por el genio del hombre en su perpetuo afán de conocer el "esqueleto causal del mundo", que siguió desconocido para las cien generaciones de la especie humana que desde entonces han nacido, crecido y fenecido en este que tantos tildan de pícaro mundo. Pero a ruego de algunos amigos a quienes profeso alta estimación y particular afecto, resolví desistir de ese propósito de suspender la publicación de la historia de la física, que continúa en el presente número.—C. G. de la C.

#### 4. LAS TEORIAS ATOMICAS

##### 1. La teoría atómica de los griegos.—

Tres grandes nombres de la antigua Grecia figuran en la historia de los prodromos del problema de la constitución de la materia, el problema fundamental de la física, la ciencia de los esfuerzos que hace el hombre por conocer la estructura del mundo que habita, y que permanece sin resolver al cabo de veinticinco siglos de formular y discutir teorías, crear y destruir leyes físicas, inventar y descubrir fenómenos extraordinarios, hacer y deshacer complejas y difíciles experimentaciones, **et tutti quanti** hacen los físicos para arrancarle a la naturaleza sus secretos más recónditos. Cabe sí advertir que entre los filósofos griegos la discusión era puramente metafísica, porque ellos nada conocían de los métodos experimentales para verificar las hipótesis y comprobar los hechos; pero los físicos modernos, que a la vez son filósofos profundos, han vuelto a inspirarse en una elevada metafísica al exponer y sostener sus **working hypothesis**, lo que con harta frecuencia los coloca fuera de la comprensión de la generalidad de los hombres de estudio. . . .

**Empédocles de Agrigento**, el filósofo trashumante de vida legendaria y el más insigne representante de la petulancia y la farolería en la Grecia antigua, pertenecía a la escuela filosófica de los eleátas, de la ciudad de Elea, colonia griega de Italia, cuyos principales representantes fueron Jenófanes, Parménides y Zenón, el de la famosa paradoja. Gran viajero delante del Eterno, Empédocles aprendió en Oriente la medicina, la magia, el arte de hacer milagros y el de fabricar la lluvia y el viento. Llevaba habitualmente vestiduras sacerdotales, un ceñidor de oro y una corona, y no tenía empacho en proclamarse dios antes sus conciudadanos, que oían atónitos y turulatos las relaciones de sus proezas en países lejanos. Se ha pretendido que no murió y que se elevó hacia la bóveda celeste en gloriosa ascensión, como había de sucederle a Cristo-Rey algunos siglos más tarde; pero según otros se lanzó en el cráter del Etna con la esperanza de que, no siendo conocida la causa de su muerte, seguiría pasando por un dios; esperanza que fué burlada por el volcán, que, en la primera erupción, arrojó las sandalias de bronce del filósofo poeta.

Fiel a los principios de la escuela eleática, despreciaba el testimonio de los sentidos y sólo creía en la razón. Los fragmentos que de él han quedado inducen a pensar que ni en los sentidos ni en la razón tenía confianza, persuadido como estaba de la imperfección original del alma, condenada a vivir en este mundo y a transmigrar en seguida a una serie de cuerpos diferentes.

Los filósofos de la Jonia, al observar la sucesión de los cambios de la tierra y del agua en la estructura de las plantas y de los animales, algo entrevieron del principio de la indestructibilidad de la materia y adelantaron la idea unitaria simplificada, a saber, que todas las formas de la



materia bien podrán estar constituídas por un solo elemento básico: demasiado avanzada para esa época, esta concepción era de poca utilidad entonces, y solamente en los tiempos modernos la vemos servir de working hypothesis, experimentada a la luz del inmenso acopio de conocimientos y hechos adquiridos en el correr de los siglos. El primer paso avanzado en la idea de unificar la constitución de la materia se encuentra en la hipótesis de Empédocles, según la cual son cuatro los elementos primarios del universo: la tierra, el agua, el aire y el fuego (la llama, considerada entonces como un cuerpo de constitución rara e indefinida). Todo el mundo sabe que la química moderna ha reconocido más de un centenar de elementos simples, pero las teorías nuevas de la física moderna tienden a resolver el viejo problema de los alquimistas, o sea el de la transformación de unos elementos en otros, y hay muchas razones para creer que los avances de la química no han hecho sino presentar un estado transitorio del gran problema de la unificación.

En la hipótesis de Empédocles se halla el germen de las ideas de los atomistas: sostenía el trashumante filósofo de Agrigento (Sicilia), que con los cuatro elementos de su teoría él podría formar un inmenso número de formas conocidas de la materia. Leucipo de Mileto, primero, y Demócrito de Abdera, después, desarrollaron la concepción de Empédocles hacia la unificación de los elementos y dieron al mundo su teoría de los átomos, descrita después en versos por el poeta romano Lucrecio.

**Demócrito de Abdera**, "probably the greatest of the greek physical philosophers", dice el autor del artículo DEMOCRITUS de la *Encyclopaedia britannica*, nació en Abdera, en la Tracia, aunque algunos dicen que era natural de Mileto. "Nuestros conocimientos de su vida" con-

tinúa diciendo el autor citado, "se basan casi enteramente en tradiciones poco dignas de fe". Parece que nació hacia el año 470 o el 460 A. C., y era, por consiguiente, "an older contemporary of Socrates". Heredero de cuantiosa fortuna, viajó mucho en el Oriente "in search of information". Permaneció en Egipto siete años, durante los cuales estudió matemáticas y los sistemas físicos de las antiguas escuelas. En qué grado recibió la influencia de la magia y de los astrólogos orientales, "is a matter of pure conjecture". Regresó pobre de sus viajes; según una tradición sus conciudadanos le obsequiaron 500 talentos y a su muerte le decretaron funerales públicos; pero según otra, los abderanos lo tenían por loco, e Hipócrates "was summoned to cure him". Diódoro Siculus dice que Demócrito murió a la edad de noventa años; otros le asignan veinte años más de vida. Sus escritos, en número de setenta y dos dice el historiador Diógenes Laertius, se caracterizan por una pureza en el estilo que lo hace comparable al de Platón. El calificativo absurdo de "filósofo reidor", aplicado por algún pensador superficial, fue quizá parte para que durante siglos no se concediera importancia a sus escritos. "It is interesting, however, to notice that Bacon assigns to him his true place in the history of thought", para agregar que tanto en su tiempo como en los de la Roma sabia se hablaba de él "in terms of the highest praise". Por la variedad de sus conocimientos y por la influencia que ejercían sus escritos en las lucubraciones científicas de los griegos antiguos y modernos, Demócrito era considerado como el Aristóteles del siglo V, mientras que "the sanity of his metaphysical theories" condujo a muchos a considerarlo como igual, si no superior, a Platón.

La teoría atómica de Demócrito adopta en parte por lo menos las doctrinas de Leucipo sobre la constitución de la ma-



teria, pero la inmensa fama del primero eclipsó de manera tan completa la del segundo de estos filósofos, que sólo por el testimonio de Aristóteles y Teofrasto se tiene a Leucipo como uno de los fundadores de la teoría atómica de los griegos. Para comprender el significado de esta teoría conviene no establecer comparaciones con la teoría de la física clásica, fundada principalmente por Avogadro y Dalton.

Los pensadores griegos se preguntaban: si se divide la materia, conserva sus propiedades características? Es el hierro siempre hierro por finas que sean las partículas en que se divida y pasa lo mismo con el agua y los demás cuerpos? Son las propiedades de la materia últimos términos que no admiten una descripción, una reducción a términos más simples? Para contestar este interrogante sin perder toda esperanza en el adelanto de los conocimientos fue creada la teoría atómica de los griegos. Mientras que los creadores de la teoría clásica necesitaban explicarse algunos fenómenos de combinaciones químicas y otros observados en las mezclas de los gases, los de la teoría griega no disponían del acopio de hechos comprobables y de conocimientos físicos y químicos, y no tenían la más remota idea de los fenómenos que querían explicar los físicos clásicos. La teoría atómica griega era simplemente un esfuerzo para hacer inteligible el universo. Cada explicación no era de tanta importancia en sí misma, como el hecho de que esa explicación pudiera formularse. Ignoraban los filósofos griegos que se hallaban enfrentados a un problema que veinticinco siglos después se hallaría todavía en el estado de las soluciones hipotéticas, y que muchas propiedades y fenómenos no tienen "la explicación" que la más penetrante observación del más moderno de los físicos tampoco podría dar. . . Se creía que las cualidades

de las sustancias son inherentes a ellas, que el dulzor del azúcar tiene tanta realidad como el azúcar mismo, y así el amargor de las cosas amargas, el color, el calor, etc. Como su teoría no alcanzaba a explicar cuestiones de tanta importancia, Demócrito se vio obligado a negar los hechos cuando afirmaba: "Por convención decimos que las cosas son dulces o amargas, y en virtud de esa convención decimos que son frías o calientes, que existen los colores. En realidad no hay sino átomos y un vacío".

Para Demócrito los átomos son eternos e invisibles; absolutamente pequeños, es imposible dividirlos (átomos, indivisible); absolutamente llenos e incomprensibles, no tienen poros y llenan completamente el espacio que ocupan; homogéneos, difieren solamente por su figura, como la A de la N, o por su colocación relativa, como LA de AL, o por su posición, como una N puesta de lado representa una Z, o por su magnitud; pero sus diferencias en calidad son solamente aparentes, debidas a las impresiones causadas en nuestros sentidos por las diferentes combinaciones de átomos. Los átomos del hierro y del agua son de una misma sustancia, pero mientras que los del agua son esféricos, lisos, no se adhieren unos a otros y por el contrario ruedan con mucha facilidad los unos sobre los otros y así se explica la extrema movilidad del líquido, los átomos del hierro son de superficie áspera, deformados, rugosos, se enganchan los unos con los otros y forman un cuerpo sólido. Y puesto que todos los cuerpos son formados por los mismos eternos átomos, se puede decir que nada llega a ser o perecer en el absoluto sentido de las palabras, aunque los compuestos de átomos están sujetos a crecer y decaer, a aparecer y desaparecer, a nacer y morir. Y así Demócrito establecía el gran principio de la física clásica, la indestructibilidad de la materia,



pues, "en esta vida transitoria—a la que tanto nuestro afán se adhiere—la materia, inmortal como la gloria—cambia de forma pero nunca muere".

**Aristóteles, "maestro de todas las ciencias".**—En el siglo siguiente, el IV A. C., floreció para la gloria imperecedera del pensamiento griego una de las más vastas y profundas inteligencias que la humanidad haya tenido a todo lo largo de su historia. Es verdad que el sabio stagirita no pensaba "matemáticamente", y la ciencia física—si así puede llamarse el conjunto de conocimientos dispersos y disparatados que entonces poseían los hombres sobre la naturaleza—poco o nada adelantó bajo la influencia de su poderoso entendimiento. Sus profundas reflexiones y finas observaciones sobre todos los temas y sobre todos los hechos lo conducían siempre a formarse una teoría casi siempre original sobre ellos. A la luz de los conocimientos adquiridos desde entonces nada valen algunas de sus teorías, como la de la causa de los terremotos y la formación de los volcanes—la formación de un huracán interno por la acción conjunta del calor solar y el terrestre—pero en esta rápida revista de los prodomos de la ciencia física no es posible dejar de citar ciertas observaciones del maestro de Alejandro el Magno, como esa de que en las altas montañas se condensa la humedad del aire y por eso los ríos más grandes nacen en ellas, y las del proceso geológico de la formación lenta de las llanuras aluviales.

La historia de la teoría atómica de los griegos es un ejemplo de lo que ocurre cuando la especulación puramente metafísica predomina en el pensamiento científico sobre los métodos puramente experimentales. Esta teoría es sin duda la que más se acerca entre las antiguas a alguna de la época moderna, pero como sus bases experimentales eran completamen-

te nulas, el gran maestro stagirita le descargó tan reciamente sus baterías metafísicas, que la teoría atómica de Demócrito dejó de ocupar el primer puesto en el pensamiento griego. Algunas conclusiones comprobadas hoy experimentalmente fueron rechazadas por Aristóteles fundándose en su imposibilidad. Por ejemplo, Demócrito sostenía el principio de la igualdad de la velocidad de las cosas al caer en el vacío y que la resistencia que el aire opone al movimiento es lo que retarda la caída de los cuerpos ligeros, aunque ciertamente ignoraba la manera de demostrar su aserción no conociendo el hecho fundamental de la gravedad ni tampoco el curioso hecho experimental de que los pesos de los cuerpos son proporcionales a sus masas. Aristóteles conviene en que los cuerpos caerían en un vacío a igual velocidad, pero rechaza la posibilidad de que exista un espacio vacío, y ese es uno de sus argumentos para rechazar "el vacío" y los demás conceptos de la teoría de Demócrito. Si todos los cuerpos estuvieran compuestos de un mismo y último elemento, todos serían pesados y no habrían cuerpos que tendieran a subir: una gran masa de aire o de fuego tendría que ser necesariamente más pesada que una pequeña masa de tierra o de agua: el sabio piensa que esto es imposible porque ciertos cuerpos siempre tienden a subir y más rápidamente cuanto mayor es su volumen. Puede observarse que Aristóteles no tenía idea de lo que hoy llamamos densidad o peso específico; su doctrina de que los cuerpos son por esencia pesados o ligeros persistió durante las edades del oscurantismo e influyó grandemente para que se retrasara el conocimiento perfecto de la cuestión. Solamente los experimentos de Galileo sobre la caída de los cuerpos vinieron a destruir ese dogma aristotélico.

C. Gartner de la Cuesta