

**EL**  
**ESTADO DE LAS CIENCIAS**

EN TIEMPO DE ARISTÓTELES.

---

**CONFERENCIA**

EXPLICADA EN EL ATENEO DE MADRID EN ABRIL DE 1882

POR

DON EDUARDO SAAVEDRA.



MADRID:  
IMPRESA DE FORTANET,  
CALLE DE LA LIBERTAD, NÚM. 29.

1855.

SEÑORES:

Repetido y general ha sido el deseo que en diversas épocas se ha manifestado para atesorar en un gran repertorio cuantos conocimientos se alcanzaban, bien acerca de todas las ciencias, ó de algún grupo particular ó rama de ellas. Esto es lo que hoy día se llama reunir ó formar una enciclopedia, y no necesito recordaros, para demostrar cuántas veces se ha intentado empresa semejante, los nombres de Plinio, Marciano Capela, San Isidoro, Santo Tomás, Alstedio y otros tantos. Hoy, y en diversas partes de Europa, se están haciendo compilaciones numerosas y de variada índole; pero de unas y otras, así antiguas como modernas, no hay á mi entender más que dos que obedecieran á otra idea que la de simple curiosidad ó deseo de tener á mano un medio para poder consultar fácilmente los datos necesarios al erudito y al desocupado. De estas dos ocasiones en que la enciclopedia

ha sido determinada por un movimiento particular, por una situación especial de los estudios generales y del espíritu del tiempo, la última es clásica y conocida por su mismo nombre, es la época en que los sabios franceses, dirigidos por Diderot y DAlembert, pretendieron fundar una obra que, como no igualado monumento, marcase el punto de partida del nuevo rumbo que á su juicio iba á tomar la humanidad, decidida á romper con cuanto por tradición la ligaba á lo pasado. Pero hubo otro momento en el cual con condiciones análogas, pero con aspiraciones menos manifiestas, se puede decir que tuvo lugar el nacimiento de otra enciclopedia, y fué en aquel tiempo en que en el seno de la culta Grecia, un genio gigantesco pudo abrazar cuanto en el humano saber habían allegado los helenos de todas las edades en los ramos más variados, para trasmitirlo á la posteridad como grandioso testimonio de su cultura, con un nombre y una autoridad sin igual en la historia. Aristóteles, pues ya comprenderéis que á él me refiero, apareció en el momento preciso de la vida helénica en que, terminado el período de producción de formas originales, así en artes como en política, empezaba el movimiento de reflexión para aprovechar la masa inmensa de conocimientos adquiridos; y Grecia, decaída de su esplendor y desparramada por el mundo, empezó desde entonces á ser la maestra de las naciones, por el ímpetu recibido en su modo de ser de las conquistas macedónicas.

Por esto se justifica que los organizadores de estas

conferencias hayan señalado época tan singular y privilegiada para marcar el primer paso en la historia de las ciencias. Después que los doctos ateneístas que me han precedido han señalado el punto á que ha llegado cada una de ellas y ha precisado el valor de sus conceptos fundamentales, viene muy á propósito echar la vista atrás y renovar el examen de las cuestiones en el orden en que se han presentado al entendimiento, y poner algunos jalones para trazar el camino de su historia. Dirigida á este fin la enciclopedia aristotélica, no ha de ser considerada sino en lo puramente científico; es decir, en lo que se refiere á las ciencias exactas, físicas y naturales, dejando á un lado, no obstante su importancia suma, la parte relativa á las ciencias lógicas y metafísicas, cuyo influjo domina en todo el resto de la obra. Pero aún así, el valor que la enciclopedia aristotélica tiene para el desarrollo de las ciencias físicas y naturales en las edades sucesivas es bastante para que fijemos en ella la atención, y nos sirva como de primer punto de parada donde se contemple como en un cuadro la sabiduría primitiva, y se proceda después, si se encuentra conveniente, á reseñar el progreso ulterior de estas mismas ciencias.

No fué el gran filósofo, ni con mucho, el fundador del conocimiento científico en Grecia, pues hacía largo tiempo que sus compatriotas se dedicaban á varios de estos ramos del saber con diferentes criterios, pero lo que es un conocimiento fundamental de las ciencias físicas y naturales no tuvo verdadera existencia hasta

Aristóteles. Ciertamente es que los primitivos cultivadores de la ciencia helénica dirigieron su vista a la naturaleza y que en ella trataron de cimentar sus principales dogmas; pero es necesario tener presente que aun cuando en la escuela jónica Tales considerase el agua como principio de todas las cosas, Anaxímenes el aire, Anaximandro lo indefinido, Heráclito el movimiento, Anaxágoras la materia y Leucipo los átomos, todo fué en distinto sentido de lo que podemos hoy entender con tales expresiones; de manera que está muy distante Tales de poderse considerar como fundador de la teoría neptúnica de la formación del mundo, así como de Leucipo no puede decirse que haya contribuido, en mucho ni en poco, a la creación de la fecunda teoría química atómica moderna. Tampoco se puede pretender que las escuelas idealistas fundaran ningún concepto verdaderamente matemático, porque aun cuando Pitágoras cultivase las ciencias exactas con éxito y las tuviese como fundamento de sus ideas y procedimientos, no era para explicar los fenómenos, sino como representación simbólica de su sistema. Así se ve que, conociendo Pitágoras, la ciencia de los números, fuera de ciertos límites, nunca salió de vaguedades y caprichos, tales como suponer que el número 1 significa la paz, el 2 la confusión, el 3 la perfección, el 4 la divinidad, el 10 el sistema planetario.

Era, pues, necesaria una gran renovación filosófica que hiciese variar el caprichoso rumbo de la investigación científica; pero lejos de eso, y continuando

en el mismo sentido, se hacía cada vez mayor la abstracta especulación con que se consideraban los fenómenos naturales en las diversas escuelas que se sucedieron. Los escasos adelantos positivos alcanzados en medio de tanto dispendio de imaginación fueron conservados por los sofistas, hombres de trabajo asiduo y meritorio, calumniados sin duda alguna por muchos historiadores de la filosofía, como si fueran responsables de la postración y decadencia que de atrás venía, cuando en realidad muchos de ellos continuaban con gloria los estudios de todas clases y hasta hicieron algunos progresos sobre los datos que les habían legado sus maestros. Pero faltaba en ellos el espíritu de severa lógica que encauzara la confusión de aquel desordenado idealismo, por ley necesaria caído en el panteísmo; y esa fué la obra de Sócrates, quien dirigió la filosofía al concepto moral y psicológico, y abrió camino al divino Platón para elevar al mayor grado las concepciones sublimes de la inteligencia. Platón, cultivador no vulgar de las matemáticas y de las ciencias físicas, puso tan alta la abstracción de las ideas, se fijó tanto en la universalidad de los ideales y en el arquetipo de estas ideas madres, de estas primeras síntesis que habían de informar todo el universo, que para él no era este más que un reflejo, una sombra, una casi no existencia relativamente á estas ideas primitivas; y por consiguiente, los platónicos tenían por fuerza que inclinarse por el rumbo que había impreso á sus estudios este modo de considerar la naturaleza. Pero por

fortuna, el discípulo amado de Platón, el más asiduo concurrente á sus aulas, en una palabra, el gran Aristóteles, después de escuchar atento durante treinta años las enseñanzas del maestro, puso término á esta división tan perniciosa entre la esfera de las ideas y la esfera de los fenómenos, y su mayor gloria consiste en haber llamado la atención de los pensadores, haciéndoles bajar la vista hacia este mundo que habitamos, y ser el verdadero fundador del método experimental, de la ciencia inductiva.

Aristóteles trajo la idea de la existencia, de la actividad del individuo. En cualquier sentido que quisiese emprender el estudio de un objeto material ó moral, siempre iba á buscar ante todo la consideración del individuo para contemplarlo y examinarlo en sus condiciones propias, y después de obtenido este punto de partida sólido y firme, después de haberlo mirado en todas sus fases, es cuando por medio de un método riguroso, general y seguro, que era el de la comparación de lo análogo y la separación de lo contradictorio, iba á buscar un principio superior que dominara y comprendiera todos los caracteres comunes y salvara todas las dificultades de la contradicción. Así es como Aristóteles, lejos de ser sensualista, lejos de ser en cierto modo precursor del materialismo, como algunos han afirmado, tenía el mismo punto de vista y el mismo objetivo de su gran maestro, quería ir á buscar las grandes ideas, las ideas generales y universales; mas no quería, como Platón, buscarlas dentro de sí mismo de un salto, contem-

plando su propia esencia; quería ir á lo general partiendo de lo particular, á lo desconocido desde lo conocido. Bien se ve que con su sistema, Aristóteles no podía menos de imprimir huella profunda y duradera en todo el campo de la filosofía; y por otra parte, dada su larga vida y perseverante estudio, así como la comodidad y desahogo con que vivió desde su juventud (puesto que no es cierto que dilapidara su fortuna), pudo escribir variadísimos tratados, que aunque dedicado cada uno de por sí á los objetos más distintos que pueden imaginarse, si pudiera reunirse todo lo que escribió, formaría indudablemente la enciclopedia más grande y la más completa expresión de los conocimientos de la Grecia en los tiempos que alcanzó ese hombre incomparable.

No se escapó á su penetración la necesidad de dar alguna pauta para clasificar tan diversos conocimientos; y aplicándola á sus propios escritos, resultan sus obras agrupadas bajo dos capítulos diferentes, el de las ciencias generales y el de las particulares; y dejando en aquellas la lógica y la metafísica, donde desarrolló principalmente su gran sistema, incluía en las ciencias particulares todas aquellas que se referían á las cosas de la vida común, al conocimiento de los objetos exteriores, á la aplicación de sus diversas cualidades y condiciones. Dividía estas ciencias particulares en teóricas y prácticas, colocando entre estas las de aplicación usual, como la Política, la Economía, la Ética, y con ellas la Poética y la Retórica; quedando para las ciencias teóricas la Teología, las Matemáticas y la Fí-

sica, la cual abrazaba todo lo relativo á las ciencias de la naturaleza. Expuesta la clasificación de este modo, nuestra tarea queda circunscrita á los dos últimos artículos, es decir, á las Matemáticas y la Física, para examinar en ellos hasta dónde había llegado el gran sabio de la nación helénica.

Esta división de la última parte en Matemática y Física, ó sea en ciencias de la cantidad y ciencias de la naturaleza, responde á los dos procedimientos de investigación que se pueden emplear en toda labor científica: al procedimiento deductivo y al procedimiento inductivo. El deductivo, bien lo sabéis, es el primero que se presenta y se ha presentado siempre al ejercicio de la actividad humana. No es cierto, según lo que podemos columbrar si vamos ascendiendo por el curso de la historia, que el hombre haya empezado á manifestar sus ideas y formar sus conceptos de lo más concreto á lo más abstracto. Verdad es que si consideramos los pocos rastros que quedan de los hombres más primitivos, parece que vivían en un estado casi salvaje, mas como los datos históricos dan á conocer al hombre cada vez menos dotado de conocimientos positivos y más inclinado á formar conceptos genéricos, parece legítimo deducir este carácter particular del entendimiento, dejando para cuando haya más datos resolver el enigma que resulta de la contradicción aparente entre lo histórico y lo prehistórico. En el estudio del lenguaje, ciencia moderna y totalmente inductiva, se encuentra una de las pruebas principales de esta tesis; pues se observa que la for-

mación de las palabras no empezó por la denominación de objetos materiales, ni por interjecciones; la historia de las lenguas sabias primitivas hace remontar la composición de los vocablos á raíces verbales, que no tienen siquiera acomodación de lugar ni tiempo. Hay por otra parte, razones especiales para que el procedimiento deductivo sea el primero que se presenta á la inteligencia, porque con él puede sacar dentro de sí misma todo lo que necesita, sin tener que ir á buscar la comparación detenida y larga con los objetos exteriores. Por esto, las ciencias deductivas han sido siempre las que han llevado el paso más adelante, y en tal concepto, las Matemáticas figuran como ciencias más avanzadas que las demás.

Al lado de las ciencias deductivas se encuentran las inductivas, que nacen en contrario sentido y tienen que apoyarse en un gran número de observaciones, y ¡cosa singular! también en los tiempos que estamos examinando y aun en los más atrasados poseía el hombre observaciones de hechos exteriores, sin que faltara á los pensadores antiguos conocimiento exacto de los objetos tales como eran; pero el salto que hay que dar para venir desde el objeto perfectamente considerado á comparar sus relaciones y sus cualidades y á inducir de ahí leyes generales, es sumamente difícil. Por eso cuanto más atrás consideremos la historia, vemos más y más separados estos dos géneros de conocimiento; el deductivo y el inductivo, y un espacio inmenso entre estos dos extremos.

Si queréis que os presente un ejemplo, el más mar-

cado, el más fehaciente de este fenómeno, os señalaré el Egipto antiguo, donde por tantos años existió una civilización dotada de particular carácter. Una clase sacerdotal había llevado, según tuve el honor de decir hace pocos días, los conocimientos metafísicos, los conceptos cosmogónicos y teogónicos á un grado tal de brillo, que á su lado iban á buscar la base de sus estudios los más grandes filósofos de Grecia, como Tales, Solón, Platón y otros muchos que no necesito nombrar; sin que se considerase con carácter de tales filósofos á los que excusaban el viaje á Egipto, cosa entonces tan necesaria como lo es ahora el de Italia para los artistas. Aliado de este particular desarrollo intelectual ved cómo conocían los objetos exteriores. Sus monumentos subsisten todavía, allí están representados todos los animales, todas las plantas, allí se ve á las personas en las más diversas ocupaciones, allí se encuentran de manifiesto los guerreros, los operarios, los esclavos, el señor en su casa, la mujer en sus faenas, sus fiestas, sus ceremonias religiosas, sus triunfos guerreros. Un solo hecho os probará con qué exactitud conocían todos los objetos: Cuvier, el famoso naturalista, dice que no ha visto una figura, por pequeña que sea, de animal ó planta, en que no haya podido determinar por la simple inspección, no solamente el género, sino la especie á que pertenecía. Y, ¿cómo se explica que teniendo este tesoro de observaciones, las ciencias naturales no llegaran á iniciar siquiera su desenvolvimiento? Porque faltaba un método, un proce-

dimiento, el conocimiento filosófico, el sello que el hombre había de poner para que la observación diera fruto; faltaba la inducción, en una palabra, y así reducido y aislado el conocimiento de los hechos y las cosas, nada pudo progresar fuera de las Bellas Artes.

Pero el arte podía reproducir el objeto exactamente, y aun extraer por la fuerza de abstracción un ideal que la fantasía retuviera y reprodujera la mano en el mármol; mas no tenía medio de pasar á otras esferas. Eso que del Egipto os refiero pasaba más ó menos en todas partes y en todas las escuelas. Solamente cuando Aristóteles vino á fundar su nueva filosofía experimental, pudo tener nacimiento este estudio, y desde entonces, aunque á pasos lentos, la escuela de Alejandría, que sucedió á la de Atenas, continuó estos progresos, no escasos en muchas ciencias, que prosiguieron otras escuelas sucesivas, cuyos adelantos no es de mi incumbencia relatar esta noche, porque formarían un curso completo de historia de la filosofía.

Ocurre ahora preguntar: ¿de dónde tomaron los griegos las nociones científicas ó á lo menos sus primeros rudimentos? Los apasionados por la ciencia griega niegan constantemente que pudieran tener ningún contacto, ninguna noticia, ningún socorro de la parte de afuera; pero ¿es siquiera admisible que una nación, ni antigua ni moderna, pueda vivir sin relación con todo lo que la rodea? ¿Es que el hombre en la sociedad no recibe constantemente algo de su contacto

con todos los demás? ¿Es que el hombre, según frase vulgar, no respira y nada en la atmósfera en que está viviendo? Pues de la misma manera, las naciones forman entre sí la gran sociedad humana, y ni las antiguas de Egipto y de Asia hubiesen llegado á hacer progreso alguno, por pequeño que fuera, en los conocimientos científicos, ni hubieran fundado nada, si no se encontraran relacionadas unas con otras. Esto es indudable, según los datos que nos han quedado; y estimo por eso que los griegos debieron, sí, imprimir tipo especial y propio á cada uno de estos conocimientos; pero dejar de recibir algo es imposible, y mucho menos si se recuerda cuanto he apuntado acerca de los viajes que constantemente hacían los filósofos á los países extranjeros, llegando algunos, como se cuenta de Pitágoras, hasta la India.

El mismo Platón dice en la *Epinómide* ó «Comentario de las leyes», que los griegos recibieron muchos conocimientos de los egipcios y de los sirios, pero que tenían la habilidad de darles forma, de mejorarlos y de constituirlos en un cuerpo propio de doctrina. Ante tal testimonio no cabe duda que aun cuando los griegos debieron tener de por sí verdaderos conocimientos científicos, desarrollaron con tino especial muchas de las nociones científicas recibidas, que tomaron carta de naturaleza y formaron cuerpo dentro del suelo de la misma Grecia.

No es de extrañar que las Matemáticas hayan tenido desarrollo considerable; pero esta ciencia, por otro lado, se encontraba limitada en la índole del genio

griego, que siendo eminentemente filosófico, era, sin embargo, esencialmente sintético, le repugnaba el procedimiento analítico que en los tiempos modernos invade el dominio de todas las ciencias; por lo cual no pudieron salir del conocimiento de la Aritmética y de la Geometría. La Aritmética habría adquirido de muy antiguo desarrollo completo, si fuera verdad lo que se cuenta de Pitágoras; pero lo positivo es que en tiempo de Aristóteles ya está constituida dentro de los límites de lo finito. Todas las operaciones usuales, como las cuatro reglas comunes, la elevación á potencias, la extracción de las raíces cuadrada y cúbica, las proporciones, todo se encuentra perfectamente definido y conocido. Igualmente habían llegado á penetrar la variedad posible de los sistemas de numeración: grandes indicios hacen presumir que el sistema decimal, en tiempos antiquísimos, vino á reemplazar á otro sistema quinario anterior; se dice que Pitágoras inventó otro sistema basado en las condiciones especiales del número 4; y Aristóteles, y esto es histórico ya, se deja decir en cierta ocasión que en lugar del sistema decimal, tan difícil de aprender, convendría más un sistema ternario, que sobre ser más sencillo, serviría mucho mejor para computar todos los cálculos. Sobre las huellas de Aristóteles vino luego la escuela de Alejandría, en la cual se dió principio á una teoría tan fecunda como ha llegado á serlo entre nosotros la de las series; pero en los tiempos que consideramos, estaba limitado su conocimiento por la barrera de las proporciones, sin haber llegado á pasar ni un punto

más allá, marchando hacia lo infinito, en la forma tan fecunda de las progresiones.

Más felices todavía fueron los griegos en el estudio de la Geometría. La Geometría, ciencia de la cantidad continua, la ciencia amada de Platón, que la exigía como condición para entrar en su Academia, ha tenido la fortuna de ser recopilada en un verdadero monumento, cual es el tratado de Euclides, posterior, sí, á Aristóteles, pero en tan pocos años, que salvo alguna que otra demostración original del discípulo, no podía menos de estar formada la ciencia en tiempos del gran filósofo. Pero esta ciencia, siguiendo también el espíritu sintético de los griegos, no podía abrazar una gran rama, que es la que se llama Geometría analítica. En la Geometría ordinaria, que es la que cultivaron los griegos, llegaron á un grado tal de perfección, que las obras de Euclides se han estado traduciendo y comentando hasta nuestros días, y Legendre se envanece de no haber escrito una Geometría propia, sino de haber explicado la misma de Euclides, última edición que creo se ha hecho con éxito de este gran trabajo.

Sin embargo de esta repugnancia de los griegos á las consideraciones abstractas de las Matemáticas, todavía en esta ciencia llegaron más allá de lo que podía esperarse: la Geometría de Euclides es la que se llamaba Geometría elemental, pero había otra parte que llamaban trascendente, y es aquella que trata de las líneas que no pueden construirse con solo el auxilio de la regla y el compás, ó sea de la línea recta y del

círculo. El primer paso que dieron en este terreno abraza el estudio de las secciones cónicas, llamadas ahora curvas de segundo grado, y que son las tres figuras conocidas con los nombres de elipse, hipérbola y parábola. Pero no paró ahí todavía el genio investigador de la antigüedad, y más allá de las curvas de segundo grado llegaron á obtener y trazar otras curvas, impulsados por el deseo de resolver ciertos problemas famosos, que han llegado hasta nuestros días para tormento de los matemáticos y de los que pasamos por tales: me refiero á la duplicación del cubo y á la cuadratura del círculo, que ya se discutían en tiempos de Platón. En las escuelas antiguas, estos problemas ocuparon á la mayor parte de los filósofos que se preciaban de matemáticos y que no llegaron á comprender la imposibilidad de su resolución con la regla y el compás. Pero en la misma escuela de Platón, un discípulo suyo llamado Menecmo dió solución á alguno de estos problemas por la intersección de secciones cónicas; y un hermano suyo, Dinostrato, no satisfecho con esta solución, quiso buscar curvas nuevas que ayudaran á resolver estos mismos problemas, y encontró una que llamó *cuadratriz*, primera de otra serie de curvas que se llamaron mecánicas, porque no podían describirse sino por medio de dobles movimientos, no como el círculo ó la recta que se describen por un movimiento simple.

La mayor parte de las curvas mecánicas inventadas por otros filósofos de las escuelas griegas son posteriores á Aristóteles, pero es ya notable que en este

tiempo estuvieran echados los cimientos de todos los conocimientos relativos, tanto á las secciones cónicas como á las curvas mecánicas, y que además se hubiera fundado la resolución de problemas trascendentes en la intersección de curvas de otra especie.

Hay una porción de ciencias físicas, un gran número de estudios que pertenecen á las ciencias de observación en que esta es tan pequeña y la parte de la cantidad ó de la forma es tan considerable, que casi se pueden mirar como ciencias matemáticas, y se han incluido durante mucho tiempo en el cuadro de estas ciencias con el nombre de matemáticas mixtas. La primera de ellas, que se ofrece inmediatamente á la curiosidad y al interés de todos, desde los tiempos primitivos, y que se reduce en su primera forma á Una aplicación del conocimiento de las líneas que se pueden trazar en la esfera, es la Astronomía. ¿Para qué os he de decir que los hombres desde las primeras edades habían de fijar su atención en el nacimiento, curso y ocaso de las estrellas; que habían de comprender la relación que entre sí tenían; que habían de distribuirlas en constelaciones; que habían de notar, á poco que repararan, que los planetas y señaladamente el sol y la luna, seguían órbitas, distintas de las demás estrellas, avanzando en un sentido y retrocediendo luego, y que llegaron por consiguiente á determinar una órbita para cada uno de esos planetas? Traer aquí á colación los textos de Job, Hesiodo y otros autores, sería empequeñecer el asunto, porque yo creo que estos fenómenos habían de impresionar

tanto la mente, que la clasificación de las estrellas y la distinción de los planetas entre sí no puede menos de haberse hecho desde los tiempos más remotos. Del mismo modo es inútil decir que ha de ser también antiquísima la aplicación del curso de los astros, señaladamente del sol, á la construcción de relojes, porque ¿quién no ha observado cómo la sombra producida por el sol da vueltas alrededor del objeto que la arroja, y cómo el día natural se divide en dos partes iguales, conforme lo dividían antiguamente los griegos para el uso civil?

Creo que no necesito esforzarme para hacer ver de qué manera debió ocurrir luego la subdivisión de cada mitad del día en partes alícuotas, cada vez más pequeñas, haciendo igual división en el camino descrito por la sombra. Más difícil, y sin embargo, muy antiguo, es el deseo de formar un cómputo para la composición de calendarios regulares. Que la vuelta del sol al mismo sitio forma un año por la sucesión de las cuatro estaciones, con poco trabajo pudo haberse establecido; que la luna vuelve á su misma posición en el espacio de un mes, también es conocimiento sencillo; pero después de haber adoptado por largo tiempo estas unidades de meses como base de la composición de la otra unidad anual, el empeño grande de la antigüedad fué compaginar estas dos unidades de tal manera, que con meses lunares se formasen años trópicos; y como es imposible llegar á concordar estos dos elementos, de ahí que una parte de la historia de la Astronomía antigua se reduzca á la de las tentativas

para construir un calendario luni-solar perfecto, esfuerzos que no llegaron en definitiva á otra cosa que á la reforma juliana del calendario en Roma, tomando por base exclusiva el año solar. Pero los griegos, impulsados por este deseo, inventaron y trataron de introducir ciertos ciclos, á imitación del antiguo ciclo sótico de los egipcios; y de ahí el ciclo de los 8 años de Cleóstrato y después el más famoso de Metón, el de los 19 años. Poco se tardó en encontrar este ciclo defectuoso, pues pasados los 19 años no volvían los astros á la exacta posición que tenían, y para remediar este inconveniente, Calipo, contemporáneo de Aristóteles, inventó otro ciclo de cuatro ciclos metonianos para poder corregir estas diferencias; pero ya no se consideró oportuno hacer más cambios y llevar estas correcciones á 76 años, quedando el calendario con los defectos que tenía hasta la reforma y adopción del calendario romano.

Tampoco se ocultó á la sagacidad de los griegos la desigualdad de los movimientos planetarios. Para explicarla, se empezó desde tiempos muy antiguos á considerar que cada planeta se hallaba en una esfera propia, sólida, transparente, giratoria y excéntrica con relación á la Tierra. Había, por consiguiente, siete esferas para los planetas y otra octava esfera portadora de las estrellas, que abrazaba á las anteriores y completaba el célebre sistema de las ocho esferas, perpetuado obstinadamente hasta Copérnico, á pesar de que los discípulos de Pitágoras habían empezado á considerar el movimiento de rotación de la Tierra

como más propio para explicar las apariencias celestes. Aun fueron algo más adelante, pues Filolao sostuvo que el centro del mundo no era la Tierra, sino el fuego, como sustancia superior y más pura, y que á su alrededor debía girar nuestro globo, junto con otro astro confusamente descrito con el nombre de *antichton* ó contratierra; idea considerada por muchos como precursora del sistema copérnico, pero que no tiene relación ninguna con ella, porque para los pitagóricos el sol ocupaba, no el centro, sino el medio del sistema planetario, es decir, que tenía cuatro planetas interiores, y tres y las fijas por fuera. Aristarco de Samos, 250 años antes de J. C., fué el primero que concibió claramente al sol como inmóvil en el espacio, pero faltó á su sistema el apoyo de una argumentación sólida y científica, y pasó como las demás hipótesis fantásticas, hijas de los caprichos individuales.

Pareció á los antiguos, imbuidos en principios arbitrarios de filosofía natural, que no había movimiento perfecto fuera del circular, y que era el único adecuado para los astros, cuerpos también perfectos en el orden natural. Había que explicar, sin apartarse de este principio los fenómenos del movimiento de los planetas, sobre todo los exteriores á la Tierra, y para ello se supuso que el movimiento de cada planeta se efectuaba en círculos que giraban rodando al mismo tiempo sobre la circunferencia de otros círculos trazados en la esfera propia de cada planeta. Esta teoría, llamada de los *epiciclos*, perfeccionada más tarde en Alejandría y que dominó en toda la Edad Media con

la autoridad de Tolomeo, ya había tomado cuerpo en tiempo de Aristóteles, á quien la comunicaron Galipo y Polemarco al volver de su visita á Eudoxo de Gnido, y aun se vislumbra en uno de los diálogos de Platón en la *Política*, cuando refiere la revelación de Alcino.

En lo que pertenece en particular á nuestro planeta, el filósofo de Estagira aduce, para demostrar que es esférico, todas las razones que hasta hoy se han consignado en los libros de Geografía y Astronomía, y añade la singular consideración de que si la Tierra fuera plana, el agua del mar se vertería por sus bordes en el espacio. De que la Tierra sea redonda deduce que cubriendo los mares todo el resto de la superficie no ocupada por las tierras, ha de ser posible llegar navegando desde las columnas de Hércules hasta las costas de la India; anticipación señalada, y esta vez sin género de duda, del gran descubrimiento de la América por Colón. Y digo que ahora sin género de duda, porque no es esta como otra clase de ideas manifestadas por los filósofos, al acaso y por casualidad sembradas en un libro, y que luego da la coincidencia de ser iguales á otras adquiridas por métodos científicos. Esta se apoyaba en una razón sólida, filosófica, dada en virtud de conocimientos seguros y positivos, y que están fundados en otro cálculo idéntico al que produjo posteriormente el portentoso descubrimiento.

Es la luz el único vehículo que nos lleva desde la tierra al conocimiento de los objetos celestes, y por ello los pueblos y las escuelas que se dedicaron á la

Astronomía no pudieron dejar descuidado su estudio; pero sólo en cuanto depende de las líneas y de sus combinaciones pudieron adelantar los griegos la Óptica. En el tratado atribuido á Euclides se explican perfectamente todos los fenómenos de la propagación de la luz en línea recta y á su reflexión en superficies planas y curvas, constándonos, además, que los griegos conocían la perspectiva y su aplicación á la pintura y decoración de teatros. Algo conocían de la refracción, puesto que Euclides habla de la aparición de una sortija puesta en el fondo de un vaso cuando se llena de agua, y en Aristófanes se ve una mención pasajera de las lentes convexas. Pero aun cuando conocían en esta materia la esencia del fenómeno, la inflexión del rayo, y más adelante Tolomeo hizo muchos ensayos para medirla, en tiempo de Aristóteles no había intento siquiera de reducir el hecho á leyes, y de ahí la vaguedad é inconsistencia de la explicación que el gran filósofo da de la formación del arco iris, atribuyéndolo á la reflexión de los rayos del sol; y como por ella no se descompone la luz, necesitó explicar la variedad de colores, y en particular el color rojo, por ciertas propiedades del medio más oscuro, á través del cual se miran los objetos brillantes, siendo singular que el gran poeta Göthe, cuyos conocimientos científicos son indudables, haya querido explicar el color rojo de las llamas y de algunos otros objetos precisamente con análoga sutileza.

Tan torturada explicación muestra como en llegando á la consideración de la Óptica física, de las causas y fe-

nómenos que producen la luz, en cuanto se sale del terreno de la deducción matemática, cae por completo toda la ciencia griega. Para ella, la visión era debida á ciertos efluvios que saliendo del objeto y del ojo del nombre venían á chocar en el camino, ó bien procedía de rayos que directamente desde el ojo llegaban al objeto, según una teoría posterior. La luz no era ningún medio que se moviera, como ahora sostenemos, ni rayos materiales como en la teoría anteriormente en boga, sino que para Aristóteles era un medio indeterminado entre el objeto y el órgano de la visión, sin dar más claridad á sus explicaciones. Si los cuerpos eran transparentes consistía, no en propiedad que ellos tuvieran, sino en la acción del medio, que era el *transparente* en acción; la oscuridad era el *transparente* en potencia, el color no era lo *absoluto visible*, sino que estaba en lo absoluto visible y tenía la facultad de poner lo transparente en acción, pero solo cuando era el color propio de cada cosa, pues había colores impropios que las mismas cosas presentaban en diversas circunstancias.

Con más fortuna que la Óptica cultivaron los griegos la Acústica. Esta rama de la Física depende de la Aritmética, que ellos conocían bastante á fondo, y además el pueblo griego era artista; y apreciaron con exactitud, no sólo los tonos y semitonos en las escalas, sino las comas, venciendo todas las dificultades que había para llegar á una misma nota desde otra nota fundamental, por diversos intervalos combinados de distinto modo. La teoría acústica se atri-

buye á Pitágoras, y tal vez sea anterior, porque la música es tan antigua como el hombre, pero se puede asegurar desde luego que es imposible (y no sé cómo se ocultó esto á la sagacidad de los griegos), que Pitágoras llegara á determinar las relaciones numéricas de las notas por el peso de los martillos que las producían en un yunque, ni por la tensión de cuerdas iguales, pues no existe en esas cantidades la pretendida proporcionalidad. Faltos directamente de medios para contar las vibraciones, los antiguos debieron medir las longitudes de cuerdas homogéneas, sujetas á igual tensión. Pero cualquiera que fuese su origen, estos conocimientos eran reales y positivos y vinieron á dar fundamento científico á la Acústica, á distinción de las demás ciencias físicas, de modo que cuando todas han ido procediendo por descubrimientos sucesivos, la Acústica no ha ido trayendo hechos nuevos á la práctica, sino resolviendo problemas. En aquellas ciencias, resuelto un problema, hay necesidad de que pase tiempo para dar á conocer hechos nuevos, que á su vez dan origen á otros problemas, tampoco resueltos definitivamente hasta que otros hechos vengan á dar medios de resolverlos. Así es, que en los libros de Aristóteles se distingue la Acústica por la gran claridad con que la expone. Conoce que el medio de propagación del sonido es el aire; conoce la ley de propagación y de reflexión, así como la posibilidad de la intersección de diversas ondas sin estorbarse, por lo cual se puede decir que la Acústica es la ciencia mejor fundamentada que en la antigüedad se conoce.

Si entramos, empero, en el examen de las demás ciencias físicas, nos encontramos con un desengaño; y todo lo que á ellas se refiere puede ser compendiado en dos palabras. Consiste esto en que para el conocimiento exacto de aquellas ramas de la Física en que se entra en el estudio de las fuerzas, faltaba su noción fundamental. Aristóteles y su escuela, que tanto se habían esforzado en determinar, no solo los conceptos de materia y de forma, sino los de causa, no pudieron dar con la idea tan sencilla de que la causa eficiente del movimiento es de naturaleza matemática, geométrica, que es conmensurable, comparable con la fuerza más conocida, con la causa más universal del movimiento, con la acción de la gravedad, y que desde ahí podían partir para fundar la ciencia del equilibrio. Estaba reservada á Arquímedes la gloria de constituir la Estática y la Hidrostática; pero no alcanzó la Dinámica, que no había de nacer hasta el tiempo de Galileo. Aun cuando la Física de Aristóteles se refiere exclusivamente al movimiento, porque no estudia ninguno de los demás elementos que hoy constituyen la parte más importante de esta ciencia, la considera de una manera metafísica, y entiende que la causa eficiente es siempre el contacto de un cuerpo con otro; y desconociendo la ley de la inercia, no concibe cómo un cuerpo que se ha desprendido del primer agente motor sigue moviéndose. Cuando yo lanzo una piedra con la mano, la piedra marcha en cuanto la mano la suelta, por la fuerza con que la he lanzado, pero desciende luego hacia el suelo por la

resistencia que le opone el aire y por la acción de la gravedad; mas para Aristóteles, la piedra, lanzada por la mano, se abre paso á través del aire y propende á dejar tras de sí un vacío, que no pudiéndose dar en la Naturaleza, es causa de que el aire se precipite tras de la piedra y le comunique nuevo impulso, el cual, repitiéndose nuevamente, pero con menor intensidad á cada instante, conduce el proyectil al fin de su camino.

Si se trata del equilibrio, tampoco comprende cómo las fuerzas pueden llegar á producirlo en una palanca, teniendo diversa dirección, y la teoría de esta máquina elemental, llevada á término por Arquímedes, es para Aristóteles un problema difícilísimo, y lo resuelve alegando que el movimiento natural de los pesos es el rectilíneo, y como participa el circular de una parte no natural, aquel extremo que menos parte no natural tiene, es el que predomina; por consiguiente, el brazo mayor, que produce un arco con menos curvatura, debe llevar ventaja al menor y compensar con ella el exceso de peso. A pesar de este atraso, de este desconocimiento absoluto de cuanto se refiere á la ciencia mecánica, la práctica de esta misma mecánica estaba todo lo adelantada que la civilización de aquel tiempo exigía; y sin conocer las teorías, todo el mundo sabía que podía levantar un peso con la palanca. Y no solamente se hacía uso de tan sencillo mecanismo, sino que la práctica había conducido á una porción de combinaciones mecánicas, tales como las poleas, tornos y cabrias, con las cuales se levantaban pesos á

considerables alturas, y se hacían aparatos delicadísimos, como los relojes de agua. Esto indica que á veces la práctica de la vida lleva á descubrimientos cuya explicación queda para la ciencia en tiempos mucho más lejanos, mucho más distantes de aquellos en que la necesidad se ha hecho sentir.

Si esta era la situación científica que entonces presentaba la ciencia mecánica, puede comprenderse lo que para el resto de la Física había de ser. Desconocida la idea de fuerza, tenía que aparecer la doctrina de las cualidades, y según ella, si un cuerpo se mueve por sí solo en cierto sentido, es porque tiene propia y especial cualidad para ello; si la piedra cae, es porque posee en sí la cualidad de bajar; si el humo sube, es porque lleva inherente la cualidad de subir; y explicados por tan fácil camino todos los fenómenos naturales, vino á constituirse con meras palabras todo el conocimiento que podríamos llamar la Química de los antiguos. En efecto, para la escuela de Aristóteles, y en esto heredaba á otras anteriores, los cuerpos tenían ciertas propiedades abstractas, pareadas y contrapuestas de dos en dos, tales como las del calor y del frío, de sequedad y humedad, de lo liso y lo áspero, lo untuoso y lo magro, lo pesado y lo ligero; y del examen de todas se procuraba entresacar aquellas de las cuales pudieran depender todas las demás, como si fuera raíz y prototipo de las condiciones naturales de los cuerpos. Aristóteles, con más precisión y lucidez que sus antecesores, llegó á la conclusión que de todas las cualidades físicas, no hay

más que cuatro fundamentales; ser caliente ó frio, seco ó húmedo, y que en ellas debía apoyarse todo el conocimiento de la naturaleza exterior; pero como estas cuatro cualidades son abstractas, no podían subsistir nunca por sí solas, porque entonces hubiéramos llegado al conocimiento de lo absoluto, y en la naturaleza finita todo es relativo, todo son combinaciones parciales de otras propiedades más elevadas. Por eso fué necesario buscar las combinaciones de estas cuatro cualidades genéricas en sus diversas combinaciones, y pues que lo contrario no podía nunca hallarse junto, era menester combinar tan solo cada elemento con los otros dos que no son de su especie, lo cual conduce únicamente á cuatro combinaciones primarias. Hé aquí explicado el fundamento y la teoría de los cuatro elementos de Aristóteles, de los cuatro elementos de la filosofía griega, que vienen reinando en ella desde los tiempos más antiguos.

El mismo Tales, fundador de la escuela jónica y el más antiguo filósofo de que se conocen escritos, se refiere á los cuatro elementos, aunque escoge uno de ellos, el agua, como principal, así como preferían los persas el fuego. Combinado lo frio con lo seco se produce la tierra, lo frío con lo húmedo el agua, lo caliente con lo húmedo el aire y lo caliente con lo seco el fuego. Cada uno de estos elementos tenía un movimiento propio, natural (siempre cualidad en lugar de cantidad y fuerza): la tierra y el agua tenían la propiedad de bajar, el aire y el fuego la propiedad de subir; y de ese modo se explicaba con cuatro palabras

toda la teoría de los movimientos naturales. Sin embargo, todavía hay otro movimiento; los cielos estrellados no bajan ni suben, tienen movimiento circular. ¿Cómo es que la materia que indudablemente llena el espacio (pues el vacío no se admitía) no baja ni sube? Suponían los antiguos que el aire lo llenaba todo hasta la bóveda celeste, y como siempre subía y este movimiento no podía convertirse en circular, imaginaron un quinto elemento de naturaleza superior y casi celestial, que llamaron *quinta esencia*, nombre aplicado después á objetos de alquimia y farmacia, pero cuyo origen se encuentra en la filosofía, para explicar la composición de la materia de los cielos, elemento que no se quería que fuese ni tierra, ni agua, ni aire, ni fuego, sino otra cosa distinta, un éter purísimo, una materia muy sutil, pero materia al fin, y que se distinguía de las demás por ser elemento primordial, cuerpo simple que tenía un movimiento más particular y perfecto, el circular.

De esta Química tan ruda é inconsistente era imposible que naciese nada útil para conocer de la parte de las ciencias físicas que es más compleja y difícil. Y no se crea que pensaron los aristotélicos en la posibilidad de combinar tierra, agua, aire y fuego para producir nuevas sustancias, ni que pudieran los cuerpos, aun con medios por ellos ignorados, resolverse en aquellos elementos, sino que suponían que había cierta singularidad esencial propia de cada uno de dichos elementos que venía á informar los demás cuerpos, y lo que querían signifi-

car, en suma, era lo sólido en la tierra, lo líquido en el agua, lo gaseoso en el aire, y en lo que llamaban fuego los fluidos imponderables, que antes de la Física ondulatoria dominaban exclusivamente en las escuelas científicas. Consideraban, pues, en tales elementos las condiciones, no el elemento mismo, y aun cuando esto no había de conducir forzosamente á error ninguno, brindaba gran comodidad para explicar los fenómenos sin estudiarlos, resguardándose además con la autoridad del maestro; y continuando por ese camino, en vez de descomponer los cuerpos en otros más sencillos, se descompusieron en meros adjetivos.

Mas si pasamos del estudio de las propiedades y composición de los cuerpos al conocimiento de los objetos naturales tales como son, encontramos un fenómeno singular; volvemos á dar un salto, la ciencia antigua se levanta de nuevo. Vengamos al examen de los minerales, de los vegetales y de los animales, en su parte clasificatoria, en la parte que comprende solo el conocimiento del objeto en sus formas, en la parte que no exige sino un talento de observación fino y atento, que no exige sino paciencia, deseo de aprender y asiduidad para mirar y describir, y encontraremos un tesoro de hechos notabilísimos que vuelven á elevar la ciencia antigua al nivel de que hemos partido, en esta rápida enumeración, al considerar sus adelantos en las ciencias matemáticas; es decir, como he expuesto al principio, que deducción y observación las poseían los antiguos cual ninguno. Desde luengos siglos tenían hechas numerosas obser-

vaciones, y de ese modo pudieron erigir un monumento tan eminente como es el de la *Historia de los animales* de Aristóteles, calificada por el gran Cuvier Como una de las obras más perfectas y acabadas, primer cimiento de la clasificación zoológica, que subsiste todavía. Aristóteles ordenó los animales en los grandes grupos que hoy se conservan; no confundió en manera alguna los peces con los cetáceos, los vivíparos con los ovíparos y si no llegó á comprender algunos de los fenómenos de la reproducción en los animales inferiores, consiste en que eso se escapaba irremediabilmente á la penetración de aquellos tiempos. Por eso admitió la generación espontánea, como en general la han admitido todos los naturalistas hasta el siglo XVII; cuestión que hoy se reproduce con ardor, aunque en concepto muy distinto, pues no es exactamente la misma la generación espontánea que patrocina y defiende Pouchet.

Aristóteles tenía grandes recursos para hacer estos trabajos: además de conocer todo lo que habían hecho sus antecesores, de poseer numerosos apuntes recogidos al visitar países lejanos y de haber heredado toda la ciencia de su padre que era médico, habiéndose él mismo dedicado á la medicina, ciencia que ya entonces había recibido de Hipócrates el gran sello de adelanto y fijeza que le ha dado merecida fama, además de todo esto, Aristóteles tenía otro recurso inapreciable, pues su discípulo, el gran Alejandro, había formado particular empeño en que de todos los países que recorrieran sus generales, recogieran cuan-

tos objetos pudiesen interesar á las ciencias y todos ellos se remitieran al domicilio de su maestro en Atenas. Con estos envíos y una subvención más cuantiosa que ninguna de las que hoy dan los Estados á los establecimientos científicos, el filósofo pudo formar en poco tiempo una colección abundante y curiosísima de objetos que le sirvieran de auxiliar para escribir esa grande obra. Dedicó á las plantas otro libro que se ha perdido, pero á pesar de ello, podemos fácilmente comprender qué es lo que se alcanzaba en este ramo en aquel tiempo por los libros de su discípulo Teofrasto. Sin embargo, hay que notar que el sistema de exposición, y sobre todo el de clasificación de las plantas, está muy lejos de tener la brillantez y fijeza que el de los animales. Teofrasto clasificó las plantas por su tamaño en árboles, arbustos, matas y hierbas, clasificación puramente formal, que no tenía condiciones para fundar una ciencia. Menos aún se podía esperar de la descosida y aun fantástica enumeración de minerales del mismo autor, y por eso mismo contrasta más el tino con que Aristóteles, en la clasificación de los animales, distingue los vertebrados de los invertebrados, los de sangre roja de los de sangre blanca; cómo divide los vertebrados en los cuatro grupos en que hoy se reparten, dando una porción de pormenores, no sólo de conformación exterior, sino de disposición interior; escribiendo, en una palabra, un verdadero tratado de Anatomía comparada.

Imposible era ir más allá de la naturaleza viva y contemporánea, y aun cuando se invoque tal cual pa-

saje de Heródoto ó de Ovidio, y se recuerde que Teofrasto habla de marfil y de cañas fósiles, es menester dar por cierto que Aristóteles no conoció ni aun sospechó nada de la Geología ni de la Paleontología, ciencias de nuestro siglo, nacidas casi á nuestra vista.

¿Cómo se explica que poseyendo la ciencia griega tan admirable y completo desarrollo como manifiesta el brillante y exacto resumen de los conocimientos de su tiempo dado por Aristóteles, y después de haber establecido reglas de investigación y de crítica que son sustancialmente las mismas que hoy se emplean, y merced á las cuales tanto vuelo ha tomado el saber humano, quedaran las ciencias por tantos siglos estacionarias? La explicación de esto es á mi sentir bien sencilla. No consiste precisamente en el método de Aristóteles, ni en un defecto esencial de la ciencia de aquel tiempo, que se propagara á tiempos posteriores; no fué culpa de la escuela peripatética, fué la causa la limitación de inteligencia, la falta de genio de los que debieron seguir la marcha iniciada por esta escuela. Aristóteles marca el punto de partida; pero faltaba el conocimiento completo de la necesidad de retroceder después de haber llegado á un principio superior, por vía de comprobación, hasta el mismo fenómeno del cual se había partido; en una palabra, había observación, había inducción; faltaba sólo la experimentación.

Añádase á esto la facilidad con que los filósofos se contentaban con una palabra que pudiese explicar aparentemente los hechos, y la tendencia á declarar

y erigir como dogmas los puntos á que el maestro había alcanzado, en vez de tomarlos como principio adquirido, como escalón para ir más adelante, y se comprenderá de qué modo las ciencias se estancaron en mucha parte, reducidas en su marcha á investigaciones pequeñas de detalle. Solo cuando á guisa de revolución, como quien rompe con lo antiguo, se dejó á un lado el sistema dogmático, aun cuando en el fondo para desenvolver lo que dentro de ese sistema se contenía como fuente de progreso, fué cuando se pudo dar un paso agigantado en el camino del estudio científico. La consecuencia que de esto se puede deducir ¿es favorable ó adversa á Aristóteles? En mi concepto, la admiración al gran maestro debe crecer cada día. Si hombres de pequeño alcance han llevado el descrédito á su obra, no es culpa suya: el que funda una escuela y la lleva tan adelante como Aristóteles, no está obligado á adivinar todo lo porvenir; basta que supiera y organizara cuanto en su edad se conocía, que obligación de los demás era haber seguido su camino y perfeccionar el sistema, procurando acercarse cada vez más hacia la experimentación como consecuencia lógica y necesaria. Si no hicieron esto las escuelas posteriores; si no continuaron todo lo que faltaba explorar en el mismo sentido, y allí se pararon repitiendo hasta la saciedad sentencias y aforismos, culpa suya fué, no del maestro, cuya gran enciclopedia marca un paso notabilísimo y un punto luminoso en la historia de todas las ciencias.

---