



CAPÍTULO VIII

LAS CIENCIAS EN EUROPA

DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XVI

(1492-1559)

I.—Las ciencias matemáticas

Decisivos progresos señalaron en el orden científico el período durante el cual ocurrieron las guerras de Italia. Ya antes de asimilarse completamente los conocimientos matemáticos encerrados en los textos griegos que los bizantinos conservaban, afirmóse el espíritu moderno con descubrimientos que rebasaban el círculo explorado en la antigüedad. También abrió nuevos caminos en las ciencias naturales, siendo de notar que por esta parte, y particularmente en cuanto concierne á la Medicina, se desarrolló de un modo especial la actividad intelectual de Francia. En lo tocante á las matemáticas, el primer puesto corresponde indiscutiblemente á Italia y el segundo á Alemania.

ARITMÉTICA Y ÁLGEBRA.—En 1494, el franciscano Lucas Paciolo (Fra Luca di Borgo Sancti Sepulchri ¿1445-1514?) había mandado imprimir en Venecia una *Summa de Arithmetica, Geometria, Proportioni et*

Proportionalita, escrita en italiano, cuya influencia fué considerable por exponer fielmente el conjunto de los conocimientos adquiridos á fines del siglo XV. Alemania pudo oponerle en 1544 la *Arithmetica integra* del pastor protestante Miguel Stifel (¿1486?-1567) que contiene investigaciones originales—especialmente sobre los cuadrados mágicos—y que vulgarizó el uso de los signos + y - etc. Á Francia correspondió sólo la *Arithmetique nouvellement composée* (1520), por Esteban de la Roche, apodado Villefranche de Lyon, que recopiló no muy acertadamente la *Summa* de Paciolo y los manuscritos de Nicolás Chuquet. También se publicó en 1532 la *Protomathesis* de Oroncío Fine (1494-1555), profesor del Colegio de Francia, que alcanzó con su enseñanza inmenso renombre, pero cuyas obras no interesan más que por los errores que contienen (1). Tampoco salen del círculo en que se movió Paciolo los cuatro libros que

(1) Véase más adelante lo que de él diremos acerca de la Geometria.

Cuthbert Tonstall (1474-1559), publicó en Inglaterra el año 1522, y que obtuvieron un éxito muy lisonjero hasta en el continente.

En 1545 ensanchóse súbito el horizonte con la aparición del *Artis magna sive de regulis algebraicis liber unus*, impreso en Nuremberg, y en el cual Jerónimo Cardan enseñó la resolución algebraica de las ecuaciones de tercero y cuarto grado. La historia de este descubrimiento capital abunda en pormenores interesantes.

El lombardo Cardan (1501-1576) es una de las figuras más originales entre los sabios de aquella época (1). Genio universal, ha dejado diez enormes tomos en folio (edición de Lyon, 1663), en los cuales trató de toda clase de asuntos con igual competencia, acumulando tesoros de curiosa erudición y de hondas investigaciones personales, aunque defendiendo ciegamente las supersticiones más extravagantes de aquel tiempo. Su vida presenta también un extraño contraste entre la fama que le dieron sus méritos dondequiera que pensó establecerse, y los desórdenes de todas clases que le comprometieron sin cesar. Á los veintidós años era profesor de Matemáticas en Pavia, y tres años después se doctoraba en Medicina en Padua. Ejerció en Milán desde 1535, fué llamado á Dinamarca y á Escocia, visitó á Francia y á Italia, obtuvo en 1562 una cátedra en Bolonia, se le encarceló por deudas en 1570 y murió en Roma.

En 1539 había pensado escribir acerca de las Matemáticas una gran obra, de la cual tenía redactadas varias partes. Supo que Nicolás Tartaglia (2), profesor de Venecia (1500-1552), había resuelto, en un certamen científico de 1535, problemas numéricos cúbicos (de tercer grado) y alardeaba de poseer una regla general. Dirigióse á él para conocerla, sufrió una negativa, puso en juego todas las habilidades de su diplomacia para conseguirlo, pero no lo logró hasta

(1) La posteridad ha unido su nombre á dos invenciones—fórmulas algebraicas para la solución de ecuaciones de tercer grado y el modo de suspensión llamado de Cardan—, pero en realidad no es el autor de ninguna de ellas, según declaración explícita suya. Su saber era demasiado copioso para necesitar apropiarse descubrimientos ajenos.
(2) Nació en Brescia. Cuando el saco de esta ciudad por los franceses en 1512, sufrió una herida horrible que lo desfiguró y le dejó tartamudo, por lo cual le llamaron Tartaglia. Desconocese su verdadero apellido.

haber jurado que guardaría el secreto, pues Tartaglia quería reservarse el honor de publicarlo antes que nadie, cuando le pareciera oportuno. Cardan empezó por cumplir fielmente su promesa; pero en 1542, durante un viaje á Bolonia, supo que por los años de 1505 había hecho el mismo descubrimiento Escipión del Ferro, profesor de la Universidad († 1526), cuyos papeles consultó por haberlos conservado el yerno y sucesor del difunto Aníbal della Nave († 1550), y averiguó también que Aníbal había comunicado la regla de Ferro al veneciano Antonio María Fior, que en 1535 planteó los problemas resueltos por Tartaglia. En tales condiciones, se consideró relevado de su juramento y publicó su *Ars magna*, en la cual, desde luego, dió á cada cual lo que le correspondía. De todos modos, esta obra señaló un progreso decisivo, pues en ella reconocía la existencia de tres raíces y exponía además la resolución de la ecuación de cuarto grado hallada por su discípulo Luis Ferrari (1), que sólo contaba veintitrés años.

Tartaglia merece mucha estimación como hombre laborioso, hijo de sus obras, que sin recursos personales y después de una instrucción primaria muy descuidada, supo conquistar un buen puesto como profesor, pero su genio fué muy inferior al de Cardan, y según parece, sólo por una feliz casualidad descubrió la solución de los problemas de tercer grado; no pudo perfeccionarla, y además nunca la expuso de una manera completa, exclusivamente personal. En 1545 había publicado ya su *Nuova scienza* (1537), en que intentó fundar una teoría del movimiento de los proyectiles, sobre la hipótesis gratuita de que su trayectoria está formada por una recta inicial y por otra final unidas por un arco de círculo. En 1543 había hecho una traducción latina de Arquímedes—copia, en realidad, de la de Guillermo de Moerbeck, y que se desconocía en el siglo XIII—y otra versión italiana de Euclides. En 1546 mandó imprimir ocho libros de *Quesiti et inventioni diverse*, que trataban de diversas aplicaciones de la ciencia—me-

(1) Nació y murió en Bolonia (1522-1585) después de haber llevado una vida casi tan desordenada como la de su maestro.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA U. A. N. I.

cánica, balística, agrimensura, fortificaciones, etc.—, seguidos del noveno, en que cuenta a su manera la historia de los problemas cúbicos, insistiendo en la violación del juramento cometido por Cardan (1).

Éste no se molestó en defenderse, pero su discípulo Luis Ferrari salió a su favor. En 1547 y 1548 cambió con Tartaglia doce libelos y contralibelos llenos de injurias y jactancias recíprocas. Aquella larga disputa debía haber terminado con un certamen científico, el 10 de Agosto de 1548, en Milán, pero no ocurrió así porque Tartaglia abandonó el campo, pretextando parcialidad en los jueces. En realidad, comprendía su inferioridad en el terreno adonde había conducido a sus adversarios.

Aun siendo muy censurable desde el punto de vista moral la falta de palabra de Cardan respecto a Tartaglia, deben reconocérsele circunstancias atenuantes, y es justo declarar que prestó a la ciencia un servicio señaladísimo. En efecto, la solución de las ecuaciones cúbicas llevaba inmediatamente a la noción de las cantidades imaginarias la más fecunda del álgebra moderna. Aunque ese término técnico fué creado por Descartes, la noción se remonta a Cardan, que después de las primeras indicaciones apuntadas en *Ars magna*, la desarrolló en sus obras matemáticas posteriores que aparecieron en 1570; en 1572, Bombelli contribuyó a dilucidarla mediante la profunda discusión del caso llamado *irreductible*. En cambio, Tartaglia no llegó, según parece, a asimilársela.

GEOMETRÍA.—A excepción del álgebra, las ramas de la matemática pura permanecieron relativamente estacionarias durante el período que nos ocupa. La antigüedad había legado cierto número de problemas insolubles con la regla y el compás, como la duplicación del cubo, la cuadratura del círculo, la división de un arco de circunferencia en un número cualquiera de partes

(1) Los demás escritos de Tartaglia son: *Ragionamenti sopra la travagliata invenzione* (1551), para sacar a flote barcos sumergidos por un procedimiento que Cardan había indicado en su obra *De subtilitate*, y que, por consiguiente, resulta un plagio; *General trattato di numeri et misure*, vasta recopilación de aritmética y geometría, cuyo éxito fué considerable, pero cuyo nivel es elemental. Las dos primeras partes fueron impresas en 1555; las cuatro últimas en 1560, después de morir Tartaglia.

iguales, etc. A medida que se difundía el conocimiento del trabajo geométrico de los griegos, esos problemas, tratados ya en la Edad Media, adquirirían mayor celebridad y abundaban extraordinariamente las soluciones falsas y sus refutaciones. En su obra póstuma *De rebus mathematicis hactenus desideratis* (1556), Orencio Fine intentó resolver aquellos diversos problemas. Tentativa tan poco afortunada de un sabio eminente como aquél demuestra el atraso en que estaba sumida la Geometría.

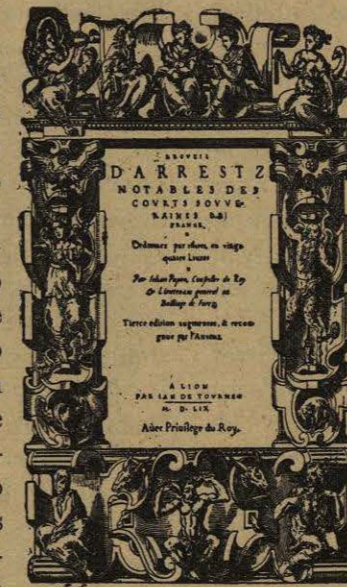
ASTRONOMÍA.—En cambio, la ciencia del cielo comenzaba a renovarse por completo. En 1543 apareció en Nuremberg la célebre obra *De revolutionibus orbium coelestium*, de Nicolás Koppernigk (Copérnico). Nacido en Thorn el 19 de Febrero de 1473, el autor estudió primero en Cracovia y luego en Italia, donde estuvo ocho ó nueve años, cultivando el Derecho y la Medicina tanto como las Matemáticas. De regreso en su patria, donde había obtenido una canongía en Frauenburgo, vivió allí hasta el 24 de Mayo de 1543, prosiguiendo entre muy diversas ocupaciones la reforma del sistema de Ptolomeo. Comenzada en 1506, su obra se acabó aproximadamente en 1530; anunciada tres años después, no se empezó a imprimir hasta el de 1541, y la leyenda refiere que el primer ejemplar, ya concluido, le fué entregado al autor en su lecho de muerte.

En general suele hablarse exclusivamente de la idea principal del sistema de Copérnico: explicar los fenómenos celestes haciendo girar a la tierra alrededor de su eje y describir una órbita al mismo tiempo que en torno de los cinco planetas alrededor del sol, que se supone inmóvil. Copérnico no emitió semejante idea; Aristarco de Lamos la había desarrollado diez y ocho siglos antes, y el reformador moderno no lo ignoraba. Ahora bien; no había triunfado en la antigüedad porque se presentó como una simple hipótesis, cómoda bajo ciertos aspectos (1), pero indemostrable; había de seguir

(1) Desde el punto de vista de las apariencias no es más cómoda que la de Tyco-Brahé: los cinco planetas giran alrededor del sol y éste alrededor de la tierra: sistema que al parecer fué examinado en la antigüedad por Apolonio de Perga, y con el cual, lógicamente, habría debido confinar Ptolomeo.

siéndolo hasta que Newton formulara el principio de la mecánica celeste. Si Copérnico se hubiese limitado a acumular los argumentos de probabilidad favorable a su sistema, su tentativa habría sido indudablemente tan infructuosa como la de su precursor griego, pero su obra era mucho más transcendental.

Los antiguos habían partido de la idea de que los movimientos celestes debían explicarse por combinaciones de movimientos circulares y uniformes. Aun siendo absurdo tal concepto *a priori*, no dejaba de plantear el problema desde el punto de vista práctico del cálculo en el terreno en que persiste hasta para la moderna astronomía, porque los desarrollos en serie, según las funciones periódicas del tiempo, que siguen sirviendo para formular las tablas, corresponden a una hipótesis completamente análoga cuando se limitan a cierto número de términos. Pero—y en esto consiste precisamente el gran defecto de la astronomía de Ptolomeo—las hipótesis particulares que había imaginado con relación a la luna y los planetas, eran, no sólo complicadas y arbitrarias, sino también incoherentes entre sí



Cubierta de un libro del siglo XVI

y contradictorias con los fenómenos, particularmente en orden a las variaciones del aparente diámetro de la luna. Con los materiales reunidos como observaciones en tiempo de Copérnico, y sin dejar de conservar el principio de los movimientos uniformes, cabía acometer la forma del conjunto de las hipótesis de Ptolomeo, y formular, en su consecuencia, nuevas reglas para el cálculo de las tablas astronómicas. Tal fué, en realidad, la magna labor de Copérnico, quien la llevó a cabo con tanto acierto que los astrónomos adoptaron preferentemente sus reglas (1).

De semejante ventaja se aprovechó su sistema, enlazado, siquiera indirectamente,

(1) Las primeras tablas calculadas con arreglo a los principios de Copérnico fueron las *Tabula prutenica* (1551) dedicadas por Erasmo Reinhold (1511-1553) al margrave Alberto de Brandeburgo.

con aquellas reglas. Aunque al principio sólo encontró un corto número de partidarios resueltos, por lo menos se impuso su conocimiento, y pudo aguardar, a pesar de ataques y contradicciones, la hora segura del triunfo.

Notemos de paso que consideramos casi inherente al sistema de Copérnico la idea de la infinitud del mundo, mientras que, en la hipótesis geométrica de Ptolomeo, se supone que las estrellas fijas están situadas en una misma esfera, cuyo radio tiene que ser finito. Sin embargo, Copérnico había conservado sobre este punto la construcción de Ptolomeo. Jordano Bruno (1550-1600) parece haber sido el primer hombre moderno que afirmó explícitamente la infinitud del mundo.

II.—Las ciencias naturales

FÍSICA Y QUÍMICA.—De todos modos, por su indiscutible valor científico la obra de Copérnico revistió desde el principio una importancia capital como renovación verificada contra la autoridad tradicional. También se advirtió esta misma necesidad de libertad, de reacción contra la ciencia *libresca* en el estudio

de la Naturaleza, aunque sus resultados inmediatos distaron mucho de ser tan decisivos.

El movimiento intelectual de aquella época presenta además un carácter peculiarísimo que lo distingue perfectamente de la evolución que en el siglo siguiente había de derribar de una manera definitiva el aristotelismo. Guiarían este segundo movimiento principalmente los pensadores y sabios ajenos en absoluto a las Universidades, que cada vez se entumecían más en su inmovilidad. Si hubo una excepción, si a diferencia de Bacon ó Descartes, Galileo fué profesor, pagó cara la osadía de haber infringido las reglas establecidas. En el siglo XVI los hombres progresivos no eran, hablando justamente, universitarios, sino

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA U. A. N. L.

que tenían un pie en la plaza; pertenecían á una clase especial, la de los médicos, ó estaban relacionados con ella. Esta corporación que en el siglo XVII pareció quedarse rezagada, en el período de que hablamos marchaba en primer término y concentraba ó inspiraba todas las aspiraciones hacia la renovación de la ciencia, desde Cardan hasta Rabelais. Además, en aquella época no había educación completa cuando no se había aprendido Medicina: nos lo demuestra el ejemplo de Copérnico.

Los físicos de aquel tiempo eran, pues, casi exclusivamente los médicos, y solían suscribir las ideas neoplatónicas introducidas por Pletón, Bessarion, Marsilio Ficino, derivadas hacia la cábala por Pico de la Mirandola y Ruchlin. Todo el universo está animado, cada cosa tiene su vida, y por lo tanto sus cualidades ocultas junto á sus propiedades elementales. Tal es el punto de partida generalmente admitido, que contrasta de una manera singular con los conceptos puramente mecánicos del siglo XVII.

Enrique Cornelio Agrippa (1) de Nettesheim—nacido en Colonia en 1486, muerto en Grenoble en 1535, después de una vida agitada, de la cual pasó gran parte en Francia—creía en un *espíritu del mundo* cuya acción era universal: la quintaesencia, á la que estaban subordinados los elementos. Aquel espíritu era además una substancia material y extensa. Agrippa consiguió extraerlo del oro, pero no pudo hacer con él una cantidad de oro más considerable, porque una forma extensa no puede actuar más allá de sus dimensiones. Creía en la magia natural, que sabe hacer obrar á las propiedades ocultas que la experiencia descubre; por eso se pueden atraer briznas de paja con un pedazo de ámbar frotado, y producir una tormenta quemando el hígado de un camaleón. Llegó hasta á reconocer las propiedades cabalísticas de los números y la influencia talismánica de los cuadrados mágicos. En cambio dudaba de la astrología, librándose, al menos por esta parte, de las supersticiones contemporáneas.

Paracelso (Felipe Teofrasto Bombast de

(1) *De incertitudine et vanitate scientiarum*, 1530; *De occulta philosophia*, 1531.

Hohenheim), nacido el año 1473 en Einsiedeln, Suiza, muerto en Salzburgo en 1541, vivió una vida todavía más errante que Cardan ó Agrippa, dejando una reputación todavía más mancillada por sus extravagancias y pretensiones taumatúrgicas; pero renovó la materia médica propagando el empleo de las preparaciones químicas, especialmente del antimonio, con las cuales obtuvo maravillosos éxitos. Fué el verdadero fundador de la escuela *espagírica* (*química*), aunque se atribuya esta fundación al fraile Basilio Valentín. En efecto, ahora se ha confirmado que los escritos de alquimia adjudicados á este supuesto autor del siglo XV fueron compuestos á principios del XVI por un falsario que utilizó ampliamente los de Paracelso.

Éste, decidido adversario de todas las autoridades tradicionales, fué el primero en rechazar explícitamente el dogma de la simplicidad de los cuatro elementos aristotélicos. Sustituyólos con principios—en verdad imaginarios—cuya noción copió de los alquimistas: el *mercurio*, que es el espíritu; la *sal* (1), el cuerpo; el *azufre*, el alma mediadora entre ambos. Estos principios, que sólo tienen el nombre de las substancias naturales designadas con los mismos términos, coexisten en todos los cuerpos, y la diferencia entre sus proporciones es la causa de la diversidad de sus propiedades físicas y químicas. Todo objeto natural presenta una composición análoga á la del hombre; la correspondencia existe en todos los grados del universo: el microcosmos es la imagen del macrocosmos. Los mismos elementos en su masa, el cielo, el aire, el agua y la tierra—Paracelso no reconoce como tal al fuego—están animados por un espíritu vital un *archeus*, un *fabricator*, trabajador que labora por orden de Dios. Pero esos espíritus carecen de conciencia y de personalidad; son lisa y llanamente energías de la Naturaleza; imagínase la causa del movimiento bajo una forma material y vinculada con un cuerpo que es necesario mover.

Cardan admitía también un alma del

(1) Parece que la noción química de *sal* se formó en los últimos años del siglo XV. Los escritos más antiguos que hablan de ella son los atribuidos á Isaac el Holandés.

mundo, principio de toda generación y de toda destrucción. Esa alma, cuya naturaleza es celeste, se manifiesta en forma de calor, cuya esencia es el movimiento. Lo mismo que Paracelso, no reconocía al fuego como elemento, y acerca de la llama emitió una teoría casi exacta. En cambio respetó los otros tres elementos aristotélicos y rechazó los principios alquimistas. En su opinión, la descomposición de los cuerpos producía un agua, un aceite y una tierra; no había motivo bastante para llamar á aquellos cuerpos mercurio, aceite y sal, como hacían los herméticos. El aceite debía considerarse como correspondiente al aire, por resultar éste de la fusión—por mediación del calor celeste—de los dos elementos terrestres primordiales: lo seco y lo húmedo, la tierra y el agua. En todos los cuerpos de la Naturaleza, los elementos combinados coexistían en *acto*—y subsistían en realidad—; sin embargo, apa-



Aula de una Facultad á principios del siglo XVI.
(Miniatura de la Biblioteca Nacional de París)

recían sólo bajo la forma del que predominaba; los otros dos no se manifestaban más que por sus propiedades. Esforzóse por último Cardan en clasificar sistemáticamente los diferentes cuerpos de la Naturaleza y las distintas clases de fenómenos. Aunque las tentativas de explicaciones particulares no solían ser afortunadas, aquel trabajo metódico no careció ciertamente de valor.

Como los escritos de Paracelso estaban redactados en alemán y los de Cardan en

latín, ejercieron éstos una influencia inmediata mucho más considerable entre la gente ilustrada, y esta influencia se notó extraordinariamente en la física de Bacon, según se ve al detallar los problemas. Aunque el médico milanés se mostró todavía demasiado adicto á la teoría escolástica de las formas substanciales, fué esta era precisamen-

te, en su época, una condición más para el buen éxito de sus libros; y además sábase que el gran esfuerzo teórico del filósofo inglés tuvo por objeto la transformación de aquella teoría, más bien que su desaparición.

En cambio, las geniales ideas de Paracelso, más ó menos aligeradas de la rústica impedimenta que las agobia, se propagaron entre los adeptos al arte químico, predominando hasta el siglo XVIII; en sus primeros escritos, Stahl sufría todavía su influencia. Por consiguiente, durante dos siglos debía circular el concepto general de que era necesario distinguir entre

los elementos desde el punto de vista físico y los principios químicos. El análisis daba un residuo terroso seco que se llamaba sal; una substancia volátil inflamable que se denominaba azufre ó aceite, y una substancia volátil flúida, no inflamable, mercurio ó espíritu (1). La ciencia tenía por objeto determinar los diferentes azufres ó aceites, sales y mer-

(1) La palabra gas (en alemán *geist*) explica este sentido del término *espíritu*. Fué creado por Van Helmont, en el orden de ideas de Paracelso.