



HISTORIA

DE

LAS MATEMATICAS

POR

CARLOS WARGNY

En 1792 casó con una sobrina suya. El decreto de 1793, que ordenadaba la espulsion de todos los estranjeros del suelo de Francia, escluia especialmente al *ciudadano Lagrange* i fué nombrado presidente de la comision encargada de la reforma de los pesos i medidas. Gracias a su influencia i prestigio fué aceptado el sistema métrico decimal en 1799. No obstante el trastorno completo de la nacion francesa, desde 1793, todos los gobiernos revolucionarios respetaron el nombre i la persona de Lagrange i lo colmaron de honores i distinciones, testimonio elocuente de la grandeza de aquellos hombres i del sabio que así honraban. Otro detalle, no ménos sorprendente e interesante i que da fé del respeto que rodeaba a Lagrange, es el que se refiere de aquel comisario frances del ejército de Italia que, en 1796, recibió la órden de presentarse a rendirle homenaje al padre de Lagrange, manifestándole la gratitud de la República por las obras de su hijo «que era la honra de la humanidad por su jenio i que el Piamonte tenia la honra de contarle ente sus hijos». Al acercarnos a esta época, conviene decir que Napoleon, cuando subió al poder, protejió los estudios cientifi-

cos i fué para la ciencia un benefactor jeneroso. Lagrange fué profesor (1795) de la Escuela Normal que duró solo cuatro meses, i de la Escuela Politécnica, creada en 1797. Los matemáticos que tuvieron la rara fortuna de seguir sus cursos declaran que era perfecto en cuanto a la forma i al fondo de sus enseñanzas. Principiaba por las verdades mas sencillas i conducía de un modo gradual a sus oyentes, sin apercibirse ellos, a los puntos mas difíciles de la doctrina que enseñaba. Les recomendaba, apesar de todo, el empleo de los métodos jenerales i el uso de las notaciones simétricas. En 1797 se publicaron sus lecciones de cálculo diferencial con el título de *Teoría de las funciones analíticas*. Desarrolla una idea anterior que tuvo, de sustituir al cálculo diferencial un conjunto de teoremas fundados sobre el desarrollo en series de las funciones algebraicas, método análogo al que empleara Juan Landen en su *Residual Analysis* (1758). Creía así obviar las dificultades que presentaban ciertos principios del cálculo diferencial. La primera parte de este trabajo trata de la teoría jeneral de las funciones i da una demostracion algebraica de teorema de Taylor, demostracion que ha sido discutida durante largo tiempo; en la segunda i tercera partes aplica la teoría a la Jeometría i a la Mecánica. Las mismas ideas se esponen en las *Lecciones sobre el Cálculo de las funciones*, que apareció en 1804. Se consideran estas obras como los puntos de partida de las investigaciones posteriores de Cauchy, Jacobi, Weierstrass. Mas tarde, Lagrange renunció a esta sustitucion i acudió de nuevo a los infinitamente pequeños, como lo anuncia en la segunda edicion de su Mecánica (1811), diciendo: «despues de haber concebido con detenimiento el espíritu de este sistema i de estar convencido de la exactitud de sus resultados por el método jeométrico de las primeras i últimas razones o por el método analítico de las derivadas, se puede emplear el método infinitesimal como instrumento seguro i cómodo para abreviar i simplificar las demostraciones.

La Resolucion de las Ecuaciones Numéricas (1898), que es el resultado de sus lecciones de la Escuela Politécnica, con-

tiene el empleo de las fracciones continuas para determinar las raíces reales aproximadas de una ecuación; hace ver además como la congruencia $a^{p-1} - 1 = 0 \pmod{p}$, en que p es primo i primo con a , puede servir para dar la solución completa de una ecuación binomial algebraica. Explica también, como la ecuación que tiene por raíces los cuadrados de las diferencias de las raíces de la ecuación primitiva, puede ser utilizada para indicar la posición i naturaleza de las raíces.

Las Memorias de Berlin contienen algunos de sus estudios sobre los movimientos planetarios; i las fórmulas que al respecto habia dado, fueron discutidas por Poisson en el seno de la Academia de Ciencias de Paris, (1806).

Lagrange era de mediana estatura, de constitución débil, sus ojos eran azules i tu tez tenia un tinte acentuado. Excesivamente nervioso i tímido, detestaba la controversia i para evitarla, autorizaba a los demás para que se llevaran la gloria de un trabajo que él habia hecho.

Interesóse especialmente por las Matemáticas puras; investigó i obtuvo resultados abstractos de orden muy elevado, i abandonó a otros las aplicaciones. La mayor parte de los descubrimientos de Laplace, su ilustre contemporáneo, se debe a los estudios técnicos de Lagrange, como se puede observar en las conclusiones sobre la velocidad del sonido i la aceleración secular de la luna. Sin embargo, para penetrar el sentido de las cuestiones que trata, hai que tener un verdadero espíritu de generalización. Por otra parte su análisis «es tan lúcido como simétrico e ingenioso». Hablando de este sabio tan insigne, un escritor dice que tomó una parte prominente en el progreso de casi todas las ramas de las Matemáticas.

Como Diofanto i Fermat, poseia un jenio especial para tratar con igual fortuna las cosas que se refieren a la teoría de los números; dió la solución de varios problemas propuestos por Fermat i estableció nuevos teoremas; creó el cálculo de las variaciones; hizo de las ecuaciones diferenciales una verdadera ciencia i no un artificio mas o ménos inje-

nioso para resolver cuestiones particulares; perfeccionó el cálculo de las diferencias finitas i dió la forma de interpolacion que lleva su nombre. Y, por encima de tantos adelantos, dotó a la Mecánica, considerada por él como una rama de las Matemáticas puras, de toda la jeneralidad i toda la perfeccion que pudieron darle sus esfuerzos constantes sostenidos por su jenio vasto i poderoso.

Pedro Simon Laplace nació en Beaumont en Auge, Normandia, el 23 de Marzo de 1749, i murió en Paris el 5 de Marzo de 1827. Era hijo de un modesto labrador, i debió su primera instruccion a algunos vecinos ricos que se interesaron por su precoz intelijencia i los atractivos de su niñez. Parece que llegó a ser maestro de escuela en su pueblo natal. Procuróse una carta de introduccion para D'Alembert, cuya proteccion se atrajo con un trabajo sobre los principios de la Mecánica i obtuvo así el puesto de profesor de Matemática de la Escuela Militar.

Viendo su porvenir asegurado, se lanzó a hacer nuevas investigaciones científicas i durante diecisiete años (1771-1787) dió a la publicidad la mayor parte de sus monumentales trabajos sobre la Astronomia.

Estrenóse con una memoria leida en la Academia de Ciencias de Paris (1773), en la que demostraba la estabilidad de los movimientos planetarios, llevando sus cálculos hasta los cubos de las excentricidades i de las inclinaciones. Aparecieron en seguida diversas notas sobre el cálculo integral, las diferencias finitas, las ecuaciones diferenciales i cuestiones astronómicas.

Reveló su jenio escepcional en la célebre memoria que trata de la atraccion de un esferoide sobre un punto esterior, problema difícil que resuelve de un modo completo, (1784).

Con este motivo, por primera vez, usó en el análisis los coeficientes que llevan su nombre, i la nocion de potencial, denominacion que en 1828, introdujo Green en la ciencia.

Estos coeficientes se presentan como sigue: sean (r, y, z) , (r', y', z') las coordenadas de dos puntos i sea r' menor que r ; entónces, la inversa de la distancia de dichos puntos,

puede desarrollarse según las potencias de r' : r : los coeficientes de los términos de la serie se llaman coeficientes de Laplace. Su utilidad es manifiesta, porque cada función de las coordenadas de un punto sobre una esfera puede ser desarrollada en una serie ordenada según las potencias de r' : r . Legendre había encontrado para la Geometría plana un desarrollo análogo.

La misma nota de Laplace demuestra que el potencial satisface siempre la ecuación diferencial:

$$\Delta^2 V = \frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{d^2 v}{dy^2} + \frac{d^2 v}{dz^2} = 0$$

La ecuación de Laplace o su forma más general:

$$\Delta^2 V = -4\pi\rho$$

aparece en todas las ramas de la Física Matemática.

En una memoria posterior (1774) estudia las desigualdades planetarias, que aplica a Saturno i Júpiter, demostrando que su acción mútua no afecta en forma apreciable a las excentricidades e inclinaciones de sus órbitas i que las particularidades del sistema de Júpiter provienen de que los movimientos medios de Júpiter i Saturno son casi proporcionales. Estas consideraciones tuvieron un mayor desenvolvimiento en 1788 i 1789 i sirvieron a Delambre para calcular sus tablas astronómicas.

En 1787, Laplace dió a conocer la parte analítica i explicó la relación que hai entre la aceleración lunar i los cambios seculares de la excentricidad de la órbita terrestre. Este magnífico estudio completa la demostración de la estabilidad del sistema solar, partiendo de la hipótesis de que está formado de cuerpos rijidos que se mueven en el vacío. La estabilidad del sistema solar se funda en que las perturbaciones planetarias son oscilatorias; i Poisson demostró que estas oscilaciones son muy pequeñas. Poincaré cree, por su parte, que según las leyes de la Termodinámica, su destrucción es probable en una época más o menos lejana.

Después de trabajos tan memorables, se propuso Laplace escribir una obra que debía dar una solución completa

del gran problema de Mecánica presentado por el sistema solar; de modo que la teoría concuerde con la observación i que las ecuaciones empíricas queden escludidas de las tablas astronómicas. Este resultado tan brillante lo obtuvo en sus grandes obras tituladas *Exposición del sistema del mundo i Mecánica Celeste*.

La primera, publicada en 1796, da una explicación exacta de los fenómenos, sin tomar en cuenta los detalles i encierra una historia sumaria de la Astronomía. Es una obra maestra que le valió la entrada a la Academia Francesa. Enuncia la hipótesis de las nebulosas i supone que el sistema solar emana de una masa globular incandescente, girando alrededor de un eje que pasa por su centro de gravedad. A medida que se enfriaba esta masa se contraía i se desprendían de la periferia masas anulares que a su vez se enfriaron i condensaron en los planetas actuales, quedando en el centro un núcleo que se transformó en el sol. Esta teoría fué primeramente bosquejada por Kant (1755) i después corregida por Roche i C. Wolf. No obstante las objeciones de Faye, que se propone explicar el movimiento retrógrado de algunos cuerpos, la mayoría de los sabios está por la explicación de Laplace.

En la *Mecánica Celeste* (1799-1825), Laplace emprende el estudio analítico del sistema solar. Principia por calcular los movimientos de los planetas, determina la forma de sus órbitas i resuelve el problema de las mareas; después construye las tablas astronómicas i concluye con un resumen históricos. Los maravillosos descubrimientos que encierran estas dos obras, son originales de Laplace en su mayor parte; i, los que fueron bosquejados por otros, son atribuidos al mismo inmortal autor, cuyo nombre eclipsa todos los de sus antecesores.

La *Mecánica Celeste* es una obra admirable, pero su lectura presenta serias dificultades, por los profundos i especiales conocimientos que debe poseer el lector. Biot, que ayudó a corregir las pruebas de imprenta, cuenta que Laplace mismo tenía dificultades para reconstituir los detalles que enca-

denan el raciocinio, i, cuando las conclusiones eran correctas, los suprimia escribiendo en su lugar «es fácil ver». La *Mecánica Celeste* de Laplace es el complemento de los *Principios* de Newton, escrito con la notacion diferencial.

La obra reciente de F. Tisserand puede considerarse como la esposicion moderna i clásica de la Astronomía, pero el tratado de la Laplace será siempre un modelo i una autoridad.

Cuando Laplace presentó a Napoleon un ejemplar de su *Mecánica Celeste*, este último le observó: «Señor Laplace, me dicen que habeis escrito esta voluminosa obra sobre el sistema del Universo, sin mencionar una sola vez a su Creador». Laplace contestó «No tuve ninguna necesidad de tal hipótesis» repuesta que hizo esclamar a Lagrange: «Ah! es una hermosa hipótesis que esplica muchas cosas.»

En 1812 Laplace hizo aparecer su *Teoría Analítica de las probabilidades* que es la esposicion matemática de las leyes del sentido comun. La probabilidad de un acontecimiento es la razon del número de casos favorables al de casos posibles. El método de Laplace consiste en tratar los valores sucesivos de una funcion cualquiera como los coeficientes del desarrollo de otra funcion jeneratriz relacionada con una variable diferente, i mediante la interpolacion deduce los coeficientes de la funcion jeneratriz. Resuelve ademas el problema inverso. En esta obra se encuentra el método de los mínimos cuadrados, presentado en forma empirica por Gauss i Legendre. La demostracion exacta del principio dada por Laplace es la base de la teoría de los errores. Sin embargo, el análisis es complicado; Laplace compuso mas tarde (1819) una redaccion popular sobre las probabilidades. Ademas de estas obras principales. Laplace estudió la teoria jeneral de los determinantes (1772); estableció que toda ecuacion de grado par debe tener por lo ménos un factor real de segundo grado, redujo la integracion de las ecuaciones diferenciales lineales al cálculo de las integrales definidas; i dio un método para integrar la ecuacion diferencial lineal de 2.º orden.

Examinó los problemas difíciles que implican las ecuaciones de diferencias compuestas i finitas. En Física teórica, la teoría de la atracción capilar es debida a Laplace, quien aceptó la hipótesis de Huxsbee (1709), de que el fenómeno es debido a una fuerza de atracción insensible a distancias sensibles. Lord Kelvin dedujo de la constitución molecular de la materia que la atracción capilar podía deducirse de la gravitación universal (1862).

En 1816, Laplace demostró por qué la teoría del movimiento vibratorio de Newton, daba para la velocidad del sonido, un valor inexacto. La velocidad real es mayor que la calculada por Newton, a causa de que el calor desarrollado por la comprensión súbita del aire, aumenta su elasticidad. En compañía de Lavoisier determinó el calor específico de diferentes cuerpos (1782-1784). Parece que Laplace consideraba las Matemáticas como simples auxiliares para explicar los fenómenos físicos, por mas que su habilidad para crear nuevos métodos analíticos, sorprende i abisma. Poco se cuidaba de dejar rastros del camino que habia seguido para llegar a un resultado, con tal que fuera exacto.

Esta es, en rápido bosquejo, la portentosa labor del sabio mas justamente célebre que posee la Francia. Sus biógrafos, sin embargo, no separan su fama de sabio de la reputación que tuvo como hombre político. Uno de ellos se expresa así: «La rapidez con que cambiaba sus opiniones políticas, cuando la ocasión lo exigía, i el talento que desplegaba en cada circunstancia, serian motivos de risa, si no hubieran sido tan servil. A medida que el poder de Napoleon crecía, las ideas republicanas de Laplace pasaban por todos los matices imaginables. Suplicó al Primer Cónsul la cartera de Ministro del Interior, i se accedió a esta súplica porque Napoleon deseaba el apoyo de los sabios; mas, su carrera política solo duró seis semanas. Manifestóse desde el primer día un administrador mediocre; no miraba las cosas por el verdadero lado, tenia solo ideas problemáticas i a todo aplicaba sus infinitamente pequeños. A su salida del Ministerio fué nombrado Senador. Despues de la caída del Imperio ofreció sus servicios a los Borbones i fué creado Marques».

A pesar de estas miserias propias de las convulsiones revolucionarias de su tiempo, todos están contestes en que sus conocimientos sirvieron útilmente a las numerosas comisiones científicas de que formó parte i que nadie pone en duda los inmensos servicios que prestó a las ciencias.

Adriano María *Legendre*, nació en Tolosa el 18 de Setiembre de 1752 i murió en Paris el 10 de Enero de 1833. Educado en el Colejio Mazarino, a los 25 años se le nombró profesor de la Escuela Militar de Paris, despues formó parte de la comision Anglo-Francesa, encargada de unir a Paris con Greenwich por medio de una medida jeodésica (1787), i desempeñó mas tarde la Cátedra de Matemáticas de la Escuela Central (1795).

Los trabajos de Legendre son de un órden superior, i en cuanto a su mérito, vienen en seguida de los de Lagrange i Laplace. Su *Jeometría* es un modelo en su jénero i reemplazó los elementos de Euclides en el continente europeo (1794); se han agregado en las últimas ediciones algunas notas sobre la inconmensurabilidad de π y sobre la teoría de las paralelas.

La teoría de los números (1799-1830) contiene todas las cuestiones que estudiara Legendre, i se considera como un libro clásico. La lei de reciprocidad cuadrática que se establece entre dos números primos se demuestra por primera vez en esta obra, i se define así: sea p primo i n primo con p ; sabemos que $n^{\frac{1}{2}(p-1)}$ dividido por p da la resta $+1$ o -1 ; en el caso de $+1$ existe un cuadrado perfecto, que dividido por p da la resta n ; es decir, n es un residuo cuadrático de p .

Legendre deduce ademas ciertas ecuaciones indeterminadas de 2º grado a la forma $ax^2 + by^2 + cz^2 = 0$; examina los números iguales a la suma de tres cuadrados i encuentra que, aproximadamente, el número de primos menores que n es

$$\frac{n}{\log n - 1,08366}$$

Los *Ejercicios de Cálculo Integral* (1811-1826) están consagrados en parte a las funciones elípticas, a la integración

por series de las integrales definidas i a las funciones Beta i Gama.

La obra mas importante de Legendre se titula *Tratado de las funciones elípticas* (1825-1826), materia que principió a estudiar en 1826 en los arcos elípticos, que, como es sabido, no tienen rectificacion. Consideró esta cuestion como un problema de integracion i no de Trigonometría Superior i construyó las tablas del caso. La esposicion moderna es de Abel i Jacobi, cuya superioridad reconoció Legendre.

Juan Bautista Maria Carlos *Meusnier* de La Place. (1754-1793) fué miembro de la Academia de Ciencias. Se le deben importantes trabajos jeométricos i un teorema sobre la curvatura de las secciones normales a una superficie. Produjo algunos trabajos relativos a la navegacion aérea.

Simon Antonio Juan *Lhuillier* (1750-1840) nació en Jinebra i obtuvo un premio de la Academia de Berlin por su definicion clara i precisa del infinito matemático. Sus elementos de Aritmética, Jeometría i de Análisis Jeométrico, son admirables.

Juan Federico *Pfaff* (1765-1825) natural de Stuttgart, fué considerado por Laplace como el mas eminente matemático de la Alemania; i es el precursor de Gauss i de sus sucesores en esta nacion. La obra capital de Pfaff, *Disquisitiones Analyticae* (1797), trata del cálculo integral. Escribió ademas sobre diferentes capitulos del cálculo diferencial.

Maria Cayetana *Agnesi* (1718-1799) nació en Milan i reemplazó a su padre en la cátedra de Matemáticas de la Universidad en Bolonia. Inventó la cúbica *Versiera* i publicó diversas obras sobre Análisis Matemático.

Silvestre Francisco *Lacroix* (1765-1841), nacido en Paris, fué profesor en la Escuela de Rochefort (1782) i en la Escuela Politécnica de Paris (1799). Su *Tratado de los Cálculos Diferencial e Integral*, es una esposicion completa de esta ciencia en su tiempo.

Eduardo *Waring* (1734-1798) ocupó la cátedra que Newton habia ilustrado; i las obras que compuso versan sobre el Análisis.

Es conocida la fórmula que lleva su nombre i que espresa la suma $x^n + y^n$ en funcion de $x + y$ i de xy .

Juan Francisco José *Malfatti* (1731-1807), natural de Trento, dejó varios trabajos importantes e introdujo la idea de los resolventes, propuso el problema de practicar en un prisma triangular tres cavidades cilíndricas de modo que los tres cilindros tengan la misma altura que el prisma i que sus volúmenes sean máximos.

CREACION DE LA JEOMETRÍA MODERNA

Mientras que Euler, Lagrange, Laplace i Legendre perfeccionaban el Análisis, otros miembros de la Escuela Francesa estendian el campo de la Jeometría, siguiendo el camino que abrieran Pascal i Desargues. El renacimiento de la Jeometría sintética es debido a Poncelet, [sin olvidar a Carnot ni al ilustre Monge. En los tiempos mas recientes coadyuvaron a los adelantos de esta ciencia, Steiner, von Staudt, i Cremona.

Gaspar *Monge* (1746-1818), natural de Beaune, era hijo de un pobre mercader ambulante, e hizo sus estudios en los Padres del Oratorio, donde fué despues profesor. Habiendo levantado un plano de su ciudad natal, llamó la atencion de un oficial del ejército frances i se le permitió que entrara a la Escuela de Mézières. Un plano que levantó de una fortaleza, valiéndose de procedimientos jeométricos propios, le conquistó el puesto de profesor de la Escuela (1768), en la que debia enseñar secretamente la Jeometría descriptiva i solo a oficiales de cierta graduacion.

Desempeñó en 1780 un cátedra en Paris i en 1781 comunicó a la Academia de Ciencias su discusion de las *líneas de curvatura* cuya ecuacion diferencial daba, en conformidad con la definicion que de ellas estableciera. Dió a la estampa, en 1786, su obra sobre Estática. Ardiente partidario de las ideas revolucionarias, llegó a ser Ministro de Marina (1792) i ayudó al Comité de Salvacion Pública en la defensa del país; pero fué denunciado por los terroristas i escapó de la muerte

gracias a una precipitada fuga. Fué profesor de Jeometría Descriptiva en la Escuela Normal (1794) i miembro de la comision que debia levantar las contribuciones que Italia pagó en obras de arte a Francia. En 1798 se unió a Napoleon en su espedicion a Ejipto i en 1800 publicó las lecciones de Jeometría descriptiva que dió en la Escuela Politécnica de Paris. Esta obra contiene las proposiciones sobre la forma i posicion relativa de las figuras jeométricas obtenidas mediante las transversales; la teoría de la perspectiva i la manera de representar los cuerpos sobre los planos horizontal i vertical de proyeccion. Demostró que la solucion de un problema subsiste aunque se introduzcan valores ausiliares imaginarios. Despues de la Restauracion, fué privado de todos sus cargos i no pudo resistir a esta desgracia. En su obra *Aplicaciones del Análisis a la Jeometria* (1805) se inserta la mayor parte de sus memorias, entre las cuales cabe mencionar la integracion de las ecuaciones diferenciales parciales de segundo órden i su determinacion de las lineas de curvatura de un elipsoide, que era la admiracion de Lagrange.

Lázaro Nicolas *Carnot* (1753-1823) nació en Nolay, hizo sus estudios en Borgoña i obtuvo una comision en el cuerpo de Ingenieros Militares, sin abandonar por esto sus estudios de las Matemáticas. En su primera obra que trata de las máquinas (1784), entrevé el principio de la enerjía aplicada a la caida de los cuerpos i demuestra que la enerjía cinética se pierde en el choque de los cuerpos blandos. Cuando estalló la Revolucion (1789) se lanzó en la politica i fué nombrado miembro del Comité de la Salvacion Pública. Las victorias que alcanzó la República son debidas a la poderosa organizacion i disciplina que implantó en el ejército. Habiéndose opuesto al golpe de estado de Napoleon, huyó de Francia i se refugió en Jinebra, donde publicó *La Metafisica del Cálculo Infinitesimal* (1797). En 1802 prestó su valioso concurso a Napoleon, pero sus convicciones republicanas le impidieron conservar sus funciones. *La Jeometria de Posicion* (1803) es un tratado de Jeometría proyectiva i contiene una discusion profunda del significado jeométrico de las

raíces negativas de una ecuación algebraica. En 1814 ofreció sus servicios para defender a su patria i no el Imperio; i, después de la Restauración, fué desterrado. Murió en Magdeburgo.

Juan Víctor *Poncelet* (1788-1867) nació en Metz i fué ingeniero militar. Prisionero después de la retirada de Moscou, ocupaba sus ratos de ocio en reconstituir los elementos de Geometría que aprendiera en la escuela i en profundizar las ideas nuevas que este estudio le sugería. Sus notables descubrimientos fueron publicados con el título de *Tratado de las propiedades proyectivas de las figuras* (1892), que fué la única obra existente que podía iniciar a los matemáticos en los conocimientos de la Geometría moderna, de la cual Poncelet es el creador. El objeto de esta obra consiste en establecer las relaciones que hai entre una figura i su perspectiva, lo que permite reducir el estudio de una figura complicada al de otra mas sencilla. Por ejemplo, dos círculos dan, por proyección cónica, dos curvas de 2.º grado, cuyas propiedades se deducen de las de los círculos. En perspectiva estas figuras están sobre dos planos diferentes, lo que se simplifica abatiendo uno sobre el otro, las dos figuras son *homológicas una de otra*, el punto de concurso de las rectas que las unen es el *centro de homología* i la arista común, su eje. El centro i el eje de homología definen la figura homológica de una figura dada. Poncelet descubrió, mediante la homología, diversas propiedades de las cónicas. La obra encierra además la exposición de la *teoría de las polares reciprocas*, fundada sobre una lei que Gergonne llamó *principio de dualidad*.

Se debe a Poncelet una obra de Mecánica práctica (1826), otra sobre las ruedas hidráulicas (1826), una relación de las máquinas e instrumentos exhibidos en la Exposición de Londres (1851) i numerosos artículos publicados en el *Diario de Crelle*, entre los cuales es notable el que explica, mediante el principio de continuidad, las soluciones imaginarias de los problemas geométricos.

PROGRESO DE LA FÍSICA MATEMÁTICA

Lagrange, Laplace i Legendre trataron principalmente las cuestiones relativas al Análisis, la Jeometría i la Astro-nomía. Fourier i Poisson son sus sucesores directos, pues encaminaron sus investigaciones a la Física Matemática. La Física esperimental tuvo sus cultivadores en Inglaterra, siendo Cavendish i Young los principales representantes.

Enrique *Cavendish* (1731-1810) nació en Niza i se educó en Cambridge. Es célebre por haber encontrado la densidad de la tierra, comparando la atraccion de este planeta con la de dos esferas de plomo: encontró que era igual a cinco veces i media la del agua (1798). Si suponemos que la den-sidad de las rocas es igual a 2.5, la del centro de la tierra debe ser 10 u 11. E. Roche propuso la fórmula $D = 10 - 7,5 r^2$ para la lei de la densidad D , siendo r la distancia del punto considerado, espresada en partes del radio terrestre. El valor de Cavendish corresponde a la densidad media. Sus famosos descubrimientos en Química le valieron el nombre de «el Newton de la Química».

Sir Benjamin Thompson, Conde de *Rumford* (1753 1815) es americano, pues nació en Concord, pero es de descenden-cia inglesa.

Establecióse primero en Inglaterra i despues entró al ser-vicio de la Baviera, donde fué creado conde. Fundó mas tar-de, en Inglaterra, la Institucion Real (1800). Entre sus diver-sas comunicaciones a la Sociedad Real de Lóndres, es nota-ble la que demuestra que el calor se convierte en trabajo i recíprocamente.

Tomas *Young* (1773-1829), natural de Milverton, es uno de los físicos mas notables de su tiempo. Fué un niño prodi-jioso i conservó durante toda su vida sus gustos literarios i científicos. En 1819 fué el primero que dió la idea del modo como se podian descifrar los jeroglíficos ejipticos, lo que J. F. Champollion realizó años despues. Poseedor de una cuan-

tiosa fortuna, dedicóse, sin embargo, a la medicina, i en 1799 obtuvo sus títulos en la Universidad de Cambridge. Mas, su profesion no fué afortunada; consideraba el diagnóstico médico como «una sencilla balanza de probabilidad», lo que no era del agrado de sus enfermos. Las comunicaciones que hiciera a diversas instituciones científicas, demuestran que era un distinguido matemático. Su trabajo mas importante es la lei de la interferencia de las ondas luminosas. Contribuyó además a que fuera adoptada la teoría de las ondulaciones en óptica.

Juan Dalton (1766-1844) nació en Cumberland; i es conocido principalmente por su teoría atómica de los cuerpos químicos i por su determinacion de la tension de los vapores i la dilatacion de los gases. Publicó su *Nuevo sistema de filosofía química* en 1808.

Los físicos ingleses, a principios del siglo XIX, se dedicaron principalmente a la esperimentacion, que es la base de toda teoría satisfactoria. Los físicos franceses mas notables son: Fourier, Poisson, Ampere i Fresnel.

Juan Bautista José Fourier (1768-1830) nació en Auxerre, era hijo de un sastre e hizo sus estudios en los Benedictinos.

Su orijen plebeyo le impidió entrar en las comisiones científicas del ejército i aceptó la cátedra de Matemáticas en la Escuela Militar. Fué revolucionario, como era natural; i en 1795 fué nombrado profesor de las Escuela Normal i Politécnica. Acampanó a Napoleon en su espedicion a Egipto; fué gobernador del Bajo Egipto; organizó los talleres que suministraban al ejército las municiones de guerra; dirigió varias comunicaciones al Instituto del Cairo, organizado por Napoleon; en 1801 volvió a Francia i fué nombrado prefecto de Grenoble, donde hizo sus esperimentos sobre la propagacion del calor.

En 1822 publicó su *Teoría analítica del calor*, fundada en la lei del enfriamiento, de Newton, que dice: la difusion del calor entre dos moléculas adyacentes es proporcional a la diferencia infinitesimal de sus temperaturas. Demuestra que toda funcion puede desarrollarse en una serie de los

senos de los múltiplos de la variable. Lagrange trató de demostrar que la proposición era jeneral, lo que consiguió hacer Dirichlet, En el trabajo inconcluso que dejó, i que completó Navier (1831), aparece el teorema que lleva el nombre de Fourier, relativo a la determinación de las raíces reales de una ecuación i que jeneraliza el teorema de Descartes. Este teorema, que se atribuye sin fundamento a Boudan, ha sido reemplazado por el de Sturm (1829).

Sadi Carnot (1796-1832), hijo de Lázaro Nicolas, dió a la estampa en 1824 las *Reflexiones sobre el poder motor del fuego*, obra en que trata de determinar la manera como el calor produce su efecto mecánico; pero comete el error de admitir la materialidad de este agente físico. Su trabajo puede considerarse como una introducción a la termodinámica moderna:

Simeon Denis Poisson (1771-1840) natural de Pithiviers, era hijo de un simple soldado i en su juventud fué practicante de medicina. A la edad de diecisiete años entró en la Escuela Politécnica, donde se atrajo la protección i la amistad de Lagrange i Laplace. Su primera memoria sobre las diferencias finitas (1789) fué publicada por recomendación de Legendre.

Concluidos sus estudios, ocupó el puesto de profesor de la Escuela Politécnica que jamás abandonó. No se mezcló en ninguna circunstancia en política; i dió a la publicidad cerca de 400 memorias i obras, entre las cuales mencionaremos: *Un Tratado de Mecánica* (1811-1833), *Nueva teoría de la acción capilar* (1831), *Teoría matemática del calor* (1835), *Investigaciones sobre la probabilidad de los juicios* (1837). Son dignas de nota las memorias que tratan de las integrales definidas, de las series de Fourier, un ensayo sobre el cálculo de las variaciones i sus estudios sobre las probabilidades de los resultados medios de las observaciones.

Las aplicaciones que hiciera de las Matemáticas a la Física son sus mejores títulos de gloria i, con las que conciernen a la electrotática i al magnetismo, dió nacimiento a una

nueva rama de la Física Matemática. Demuestra que los fenómenos eléctricos provienen de las atracciones i repulsiones de partículas imponderables. En sus memorias astronómicas (1809) estudia las desigualdades seculares de los movimientos medios de los planetas i de las variaciones de las constantes arbitrarias que se introducen en las soluciones de las cuestiones de Mecánica, llegando a establecer la estabilidad de las órbitas planetarias con infinitesimales de tercer orden. Publicó además una nota sobre la libración de la luna (1821) i otra sobre el movimiento de la tierra alrededor de su centro de gravedad (1827). Citaremos también las memorias sobre la atracción de los esferoides (1829) i de un elipsoide homogéneo (1835) i sobre la teoría de las ondas (1825).

Andrés María *Ampère* (1775-1836) nació en Lyon, i perdió en 1793 a su padre, que fué condenado a muerte, como aristócrata, por los revolucionarios. Esta desgracia perturbó sus facultades intelectuales; i abandonó durante cierto tiempo la botánica i la literatura que eran sus estudios favoritos. Por sus trabajos matemáticos, Ampère ocupa uno de los primeros lugares; i en los trabajos de Física se puede comparar con Newton. En 1802 publicó las *Consideraciones sobre la teoría matemática del Juego* i dos memorias sobre la integración de las ecuaciones diferenciales del primero i del segundo orden. En 1806 fué nombrado profesor de Matemáticas de la Escuela Politécnica de París. Es conocida la lei de Ampère, formulada a la vez por Avogadro, i que se enuncia así: En igualdad de presión i volúmen, todos los gases tienen el mismo número de moléculas.

Igualmente conocida es la lei de Ampère relativa a la orientación de las corrientes i su invento del sustentáculo de corrientes movibles. Ampère es el creador de la Electro Dinámica; que tiene por fundamento la célebre fórmula que lleva su nombre. Algunos consideran los trabajos, que lo condujeron a esta fórmula, dignos de Newton. Ocupó gran parte de su tiempo en la enseñanza, para ganarse el sustento

diario; i en componer una obra sobre la Filosofía de las Ciencias, que no carece de mérito.

Agustin Juan *Fresnel* (1788 1827), natural de Broglie, era ingeniero de puentes i calzadas i se dedicó a la óptica física; dedujo de los esperimentos de Young i de los estudios de Hooke, Huyghens i Euler, las consecuencias matemáticas de la teoría de las ondulaciones luminosas, i esplicó el fenómeno de la interferencia: Los trabajos de Fresnel, desterraron del campo de las ciencias la teoría de la emision de la luz de Newton.

Juan Bautista *Biot* (1774-1862), natural de Paris, fué amigo de Fresnel i publicó mas de 300 memorias i trabajos sobre Astronomía, Matemáticas, Física i Química, entre los que se distinguen sus investigaciones sobre las ecuaciones diferenciales parciales, i su tratado de Astronomía Física. Son dignas de nota sus trabajos sobre la polarizacion de la luz.

Francisco Juan Domingo *Arago* (1786-1853) nació en Estagel, Pirineos, i siguió los cursos de la Escuela Politécnica, de la que fué despues uno de sus mas brillantes profesores. De 1805 a 1809 se ocupó con Biot en la medicion del arco del meridiano de Dunquerque a Barcelona; reorganizó el observatorio Nacional; fué secretario perpétuo de la Academia de Ciencias, i colaborador de un gran número de revistas científicas.

De 1812 a 1822 estudió la presion del vapor a diferentes temperaturas i la velocidad del sonido; descubrió el magnetismo de rotacion i la imanacion de los cuerpos; de los esperimentos ópticos que hizo con Fresnel llegó a la conclusion de que las vibraciones luminosas del éter son trasversales a la direccion del movimiento rectilíneo segun dos componentes rectangulares; inventó en seguida el polariscopio i descubrió la polarizacion rotatoria; sujerió la idea de la medicion de la velocidad de la luz, que mas tarde realizaron Fizeau i Foucault.

Juan Bautista Jose *Delambre* (1749 1822), natural de Amiens, dejó trabajos astronómicos de valor que versan

sobre las tablas de Júpiter i Saturno; la medida del arco meridiano i la historia de la Astronomia.

Son conocidas sus fórmulas de Trigonometría esférica, reemplazadas hoi dia por las de Napier.

Juan Esteban *Montucla* (1725-1799) nació en Lyon i es conocido por su *Historia de las Matemáticas*, que no carece de mérito.

Louis *Poinsot* (1777-1859) fué el sucesor de Lagrange en la Academia de Ciencias. Son notables su teoría de los pares o coplas i de la rotacion de los cuerpos, su estudio sobre los conos circulares rodantes i su testo de Estática.

INTRODUCCION DEL ANALISIS EN INGLATERRA

Ya hicimos ver el aislamiento en que quedó la Inglaterra al seguir el método de las fluxiones; su escuela contribuyó mui poco al progreso de las Ciencias Exactas, hasta que los matemáticos se resolvieron a adoptar el método diferencial. Jacobo *Ivory* (1765-1842) nació en Dundee; se dedicó a la industria, i, en 1804, fué nombrado profesor del Colegio Militar de Marlow. En las memorias que salieron en las *Transacciones Filosóficas* son notables las que se refieren a la atraccion; en la de 1809 demuestra que la atraccion de un elipsoide homogéneo sobre un punto exterior es múltiple de la de otro elipsoide sobre un punto exterior.

El movimiento científico para adoptar el método diferencial se produjo a fines del siglo XVIII en la Universidad de Cambridge, encabezada por Woodhouse i sostenido por sus discípulos Peacock, Babbage i Herschel.

Roberto *Woodhouse* (1773-1827) natural de Norwich, se educó i profesó en la Universidad de Cambridge. En sus *Principios del Cálculo Analítico*, que vieron la luz pública en 1803, explica i recomienda la notacion diferencial, pero critica los métodos i principios no evidentes, empleados por los matemáticos del continente europeo. Las demas obras que publicó tratan de Trigonometría plana i esférica, del cálculo de

las variaciones i los isoperímetros i de astronomía práctica i teórica.

Woodhouse, de una honorabilidad escrupulosa, universalmente respetado, lógico experimentado i de un espíritu cáustico, era el llamado a emprender la reforma científica que se necesitaba en su país. Sin embargo, su influencia i el ejemplo no habrían tenido ningun fruto, si no hubiera sido secundado por sus tres discípulos, quienes para este objeto, fundaron la *Sociedad Analítica*.

Jorje *Peacock* (1791-1859), natural de Denton, fué el mas influyente de los miembros de esta Sociedad. Educóse en Cambridge i llegó a ser profesor de la Universidad; creó el observatorio de la misma i ocupó la cátedra de Astronomía i Jeometría. Su relacion de los progresos del nuevo análisis publicada en 1833, i sus *Elementos de Aljebra* (1842-1845), son sus obras mas notables.

Cárlos *Babbage* (1792-1871), estudió en Cambridge i tradujo con Peacock i Herschel el cálculo de Lacroix i una coleccion de ejercicios. El gobierno ingles invirtió 500,000 pesos en los trabajos de una máquina de calcular de su invencion i en la tabla de logaritmos que con ella hizo. Publicó cerca de 80 memorias sobre el Análisis Matemático i le dió el nombre de Sociedad Analítica a la corporacion ya citada, declarando que sostenia «los principios del puro *deísmo* en oposicion a la era de los puntos (*dótuje*) de la Universidad».

El lector debe tener presente que Leibnitz usaba la letra *d* (diferencial) i Newton (.) en el nuevo cálculo.

La Sociedad Astronómica (1820) i la Sociedad Británica (1830-1832), fueron creadas gracias a sus esfuerzos.

Sir Juan Federico Guillermo *Herschel* (1792-1871), era hijo de Sir William Herschel, quien, de simple organista, se elevó por sus propios esfuerzos hasta llegar a ser uno de los más eminentes astrónomos de todos los tiempos i creó la Astronomía estelar. Su hijo estudió en Cambridge, i escribió algunas memorias sobre el Análisis Matemático; mas, arrastrado por el ejemplo de su padre, se consagró, por último,

a la Astronomía. Su obra de Astronomía es célebre i universalmente conocida. La Sociedad Analítica publicó en 1813, un volúmen de memorias, el gran tratado de Cálculo de Lacroix, (1816) i una coleccion de ejercicios del mismo, que es mui notable. En los exámenes universitarios se exijia la notacion dx , que en 1820 fué definitivamente adoptada. No está de mas advertir que todos los matemáticos, incluyendo a Lagrange i Laplace, usaron las dos notaciones i que la notacion esclusiva de Newton o del punto, $(.)$, presentaba muchas dificultades. Guillermo *Whewell* (1749-1866) tambien contribuyó a la introduccion en Inglaterra de la notacion diferencial; publicó un libro de Mecánica (1819). Jorje Biddell *Airh* (1801) - 1892), discípulo de Peacock, hizo ver en sus obras las ventajas del Cálculo Diferencial, i sus numerosos trabajos astronómicos son mui importantes.

(Continuará)

