

Plana (1). Su muerte no desanimó á los sabios. BIOT (1774-1862) y Francisco ARAGO (1786-1853), prosiguieron su trabajo hasta las Baleares, pero se vieron interrumpidos por la guerra de la independencia española y pasaron grandes apuros para librarse de la ira de los Españoles, que atacaban indistintamente á todos los franceses. Arago, al huir de España, fué hecho cautivo por los Berberiscos y obligado á servir de intérprete en un barco pirata, no pudiendo regresar á Francia hasta 1809, en cuyo mismo año fué nombrado miembro del Instituto á la edad de veintitrés años. Por la misma época, Méchain y Cassini, á quienes se había agregado el geómetra Legendre, realizaban un importante trabajo astronómico con el enlace trigonométrico de los observatorios de París y de Greenwich (1805) (2).

LEGENBRE (1752-1833), conocido principalmente por sus *Elementos de geometría*, que se han hecho célebres, penetraba en las más profundas teorías de esta ciencia y de la aritmética. Fué el primero que fijó la mayor parte de las propiedades de las funciones elípticas y publicó en el año VI su *Ensayo sobre la teoría de los números*, que precedió de tres años á las *Disquisitiones arithmeticae* del alemán Gauss.

La geometría pura había sido menos estudiada por los matemáticos después de la maravillosa invención de la geometría analítica de Descartes, que condujo á Newton y á Leibnitz al descubrimiento del cálculo diferencial é integral; pero renació á principios del siglo la afición á su estudio. Entonces se constituyó esta ciencia, que renovando la tradición de los grandes matemáticos de la antigüedad y marchando tras las huellas de Desargues y de Pascal, debía alcanzar nuevo vuelo en nuestros días gracias á los trabajos de Poncelet y de Chasles y recibir el nombre de geometría moderna. Esta geometría contiene en general la geometría analítica sin los cálculos algebraicos

(1) Entre los colaboradores de Delambre y de Laplace sería injusto olvidar á SÉDILLLOT (1777-1832), quien al salir de la Escuela politécnica se entregó con gran fruto al estudio de las lenguas de Oriente, y fué á la vez profesor de la Escuela de lenguas orientales y astrónomo de la oficina central de longitudes. Prestó grandes servicios á la erudición y á las ciencias matemáticas con sus traducciones de las obras de varios astrónomos árabes.

(2) Por su parte, Eugenio de Beauharnais encargó á ORIANI (1752-1832), la medición del arco de meridiano comprendido entre Rimini y Roma.

propriadamente dichos, aunque emplee ventajosamente las relaciones métricas de las figuras, así como sus relaciones descriptivas ó de situación (1).

A este aspecto de la geometría se refieren los trabajos de Monge y de Carnot. MONGE (1746-1818) tenía apenas veinte años, y era ya *repetiteur* de la Escuela de ingenieros de Mezières, cuando concibió la idea de coordinar bajo un sistema científico los procedimientos más ó menos empíricos que los picapedreros y los carpinteros se transmitían tradicionalmente desde tiempo inmemorial. De este modo creó la nueva ciencia que se llama geometría descriptiva. Pero las autoridades de la Escuela de Mezières le prohibieron exponer su descubrimiento, á fin de que los extranjeros no pudiesen aprovecharse de él. Hasta quince años después, al enseñar en la Escuela normal, no pudo divulgar su secreto. El primer *Tratado de Geometría descriptiva* no se publicó hasta el año VII. La gratitud nacional gusta ver sólo en CARNOT (1754-1823) el infatigable patriota y gran estratégico que rechazó la coalición del suelo patrio; pero sus obras matemáticas: *Ensayo sobre las máquinas* (1787), *Reflexiones metafísicas sobre el cálculo infinitesimal* (1797), *Geometría de posición* (1803) y *Ensayo sobre las diagonales*, le aseguran un lugar eminente en la historia de las ciencias. Uno de los teoremas de mecánica lleva su nombre.

La mecánica, que con la astronomía son las aplicaciones más importantes de la geometría y del análisis, tuvo su teórico general en Lagrange. Pero su sucesor en el Instituto, POINSOT (1777-1859), puede colocarse á su nivel. En efecto, puede darse el calificativo de hombre de talento á aquel que en 1804, en sus *Elementos de Estática*, expuso la primera teoría de las fuerzas dobles, y ponía en claro también, por un método de suma é imprevista sencillez, los problemas hasta entonces más oscuros de la aplicación de las fuerzas en su *Teoría general del equilibrio y del movimiento de los sistemas* (1806). Poinsot no se hizo más que justicia al decir, en su prefacio de la segunda edición

(1) El general Poncelet (1788-1867), á la sazón alférez de ingenieros, fué hecho prisionero en 1812 y enviado á Saratoga, sobre el Volga, donde empleó los días de su cautiverio estudiando, sin libros, y haciendo investigaciones de geometría que le sirvieron de base para sus descubrimientos.

de su *Estática*: «Podrá comprenderse que la consideración de las *dobles* no es un caso aislado, sino un elemento esencial que faltaba á la mecánica.» También la posteridad le coloca sobre POISSON (1782-1840), á quien su *Tratado de Mecánica* (1811) hizo, sin embargo, entrar en el Instituto á la edad de veintidós años, en 1812.

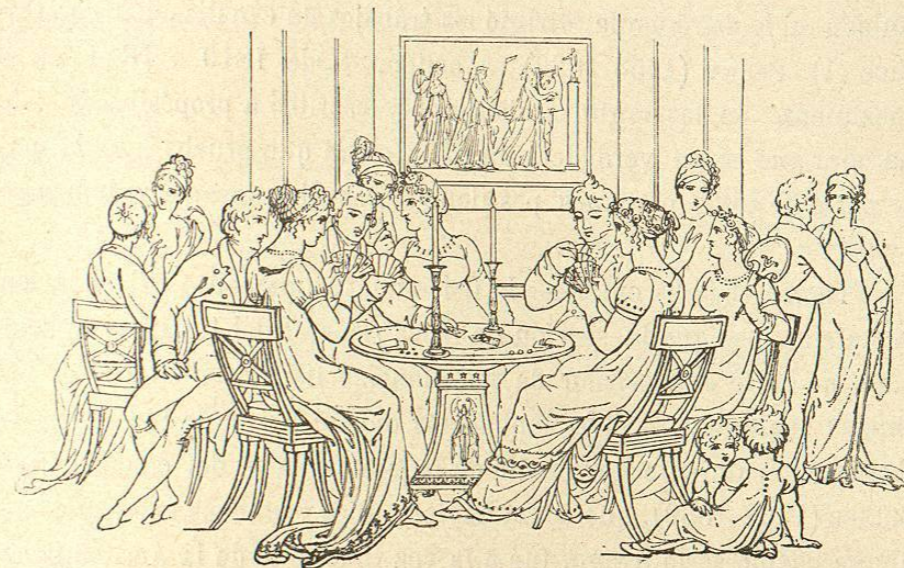
CONSTRUCCIONES NAVALES.—Los grandes progresos que acabamos de indicar en las ciencias matemáticas, tuvieron una bienhechora influencia en las diversas ramas del arte de los ingenieros. SANÉ, *el Vaubán de la marina* (1740-1831), continuó construyendo los distintos tipos de buques de guerra franceses, superiores á todos los anteriores tanto en velocidad como en la facilidad de las maniobras. Los extranjeros reconocieron esta superioridad adoptando los modelos de Sané, que llegaron á prevalecer en todas partes hasta la substitución de los buques de vela por los de vapor. Ya empezaba entonces HUBERT (1781-1845) á emularle, comenzando la serie de sus numerosas invenciones para perfeccionar y simplificar el trabajo en los talleres (1).

INGENIEROS MILITARES.—A fines del siglo XVIII, el marqués Marcos Renato de MONTALEMBERT (1714-1800) consagró casi toda su fortuna á la impresión y grabado de su obra: *La fortificación perpendicular ó el arte defensivo superior al ofensivo* (1776-96, once volúmenes en cuarto). En esta obra proponía nuevos trazados muy distintos de Vaubán. Carnot le llamó á su lado durante la Revolución, lo mismo que al caballero de Arçon (1733-1800), para ilustrarse con sus conocimientos. Al componer el mismo Carnot, á invitación del Emperador, un *Tratado de defensa de plazas fortificadas* (1809, 3.^a edición 1812), tomó muchas de las ideas de Montalembert; sosteniendo como él que la defensa tiene recursos superiores á lo que hasta entonces se había creído, concede gran importancia al empleo de fuegos verticales acasamatados para destrozarse al enemigo sin peligro, al presentarse en masa, ó á sorpresas audaces para rechazarle cuando carece de fuerza suficiente (2). El sistema poligonal y acasamatado de Montalembert,

(1) Los dos hermanos Ozanne, ambos ingenieros y dibujantes de marina, sumamente distinguidos, muertos uno en 1811 y el otro en 1813, pertenecen casi por completo al reinado de Luis XVI.

(2) Las obras de Cormontaigne (1695-1752) no se publicaron hasta 1806 (tres volúmenes en dozavo).

modificado con varias ideas de Carnot, se aplicó inmediatamente por los ingenieros alemanes, principalmente á la ciudadela de Coblenza. Esparcióse después por toda Europa, que aunque no lo haya aplicado en todas sus partes, lo ha tenido muy en cuenta. Otro francés, que emigró después del 10 de Agosto y que llegó á ser el ingeniero más distinguido del ejército prusiano, BOUSMARD, murió en la defensa de Dantzig; publicó desde 1797 á 1803 un notable *Tratado de fortificación*, en el que se inspiraron los ingenieros más célebres de su tiempo, ROGNIAT (1777-1840), HAXO (1774-1838) y principalmente CHAS-



El juego

SELOUP-LAUBAT (1754-1833), cuyas *fortificaciones de Alejandria*, admiración de toda Europa, fueron destruidas, en 1815, á petición de Austria. Se critica el sistema de Bousmard por su complicación y extraordinario coste. No se crea por esto que tales novedades rebajasen en lo más mínimo la gloria de Vaubán, pues eran sólo aplicaciones de los principios que dejó sentados á las diferentes condiciones de la guerra.

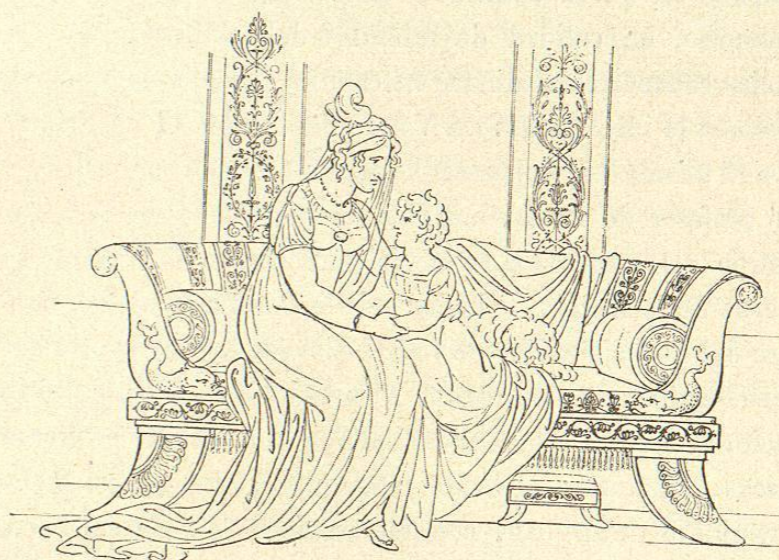
INGENIEROS CIVILES.—CACHIN y después LAMBLARDIE (hijo) continuaron, en Cherburgo, los trabajos de CESSART. BRÉMONTIER (1738-1809), nombrado inspector general de puentes y caminos, prosiguió hasta su muerte, aunque no sin oposición, las admirables plantaciones

destinadas á contener las dunas en la desembocadura del Gironde. Habiéndose incendiado en 1802 la cubierta de madera del mercado de trigo construido por Roubo, BELLANGER propuso reemplazarla por otra de hierro y llevó á cabo su construcción en 1812, que pareció, lo propio que la que había sido destruida, una obra maestra de habilidad técnica y atrevimiento. Simón GIRARD, que ha dejado mucho escrito de su profesión, se encargó en 1802 de las obras del canal del Ourcq. En el mismo año, MATHIEU propuso al primer Cónsul un proyecto de túnel bajo el canal de la Mancha. BOURDON DE VATRY tiene en Génova una estatua por las obras que en ella dirigió. BERNARD, que se ilustró también en la astronomía, dirigió los trabajos de canalización del Durance (1). PRONY (1755-1839) se ocupó, desde 1810 á 1814, en el saneamiento de las lagunas Pontinas y escribió á propósito de esto una obra que es un verdadero modelo, en la que prueba que la mayor parte de estos pantanos pestilenciales podía sanearse y dedicarse al cultivo.

FÍSICA.—Estaba entonces la física tan íntimamente enlazada con las matemáticas que la sección de física general del Instituto se continuó, no en la subdivisión de las ciencias físicas, sino en la de las ciencias matemáticas. Los fenómenos del calor y de la luz se explicaban principalmente por medio de la geometría y del cálculo. José FOURIER (1768-1830), que como Laplace, Biot y muchos otros, y como hubiera podido serlo Arago, fué á la vez individuo de la Academia de Ciencias y de la Academia francesa, tuvo aún tiempo, en medio de sus funciones de consejero y después prefecto del departamento del Isero, cuyo cargo desempeñó con ilustrado celo, de componer dos memorias (1807), que sirvieron de base á su *Teoría analítica del calor* (1822). RUMFORD (1753-1814), oriundo de los Estados Unidos, pero naturalizado en Francia desde 1802, donde se casó con la viuda de Lavoisier en 1805, demostró por medio de irrefutables experimentos que la

(1) Recordaremos como una curiosidad el proyecto, indicado al establecerse el campamento de Boloña, de un canal á través del istmo de Panamá por el río San Juan y el lago Nicaragua, cuyo proyecto, que entonces no era más que una vana quimera, lo presentó al público Martín de la Bastida en forma de un abanico, en el que resumía lo que ya había escrito en 1791, al publicar el compendio de la historia del mar del Sur, de Laborde. (Véase A. Bouchot, *La historia según los abanicos populares*.)

teoría que considera el calor como una forma del movimiento (teoría entrevista ya por Mariotte y claramente expuesta por Lavoisier) era la verdadera. Demostró antes que Fresnel que el calor no era una materia imponderable, como entonces se decía, sino un movimiento vibratorio excitado en las partículas que forman los cuerpos (1). Respecto á la teoría del lumínico, el ingeniero MALUS (1775-1812) publicó un *Tratado de óptica analítica* y su *Teoría de la doble difracción* (1808), immortalizándose por su descubrimiento de la polarización de



La madre

la luz. Sus trabajos prepararon los de Fresnel (1788-1827), que publicó su primera memoria en 1815.

Pero el gran acontecimiento del siglo fué el descubrimiento de la electricidad dinámica, que tantas maravillas ha producido y producirá en adelante. En los primeros días de Enero de 1800, fecha eternamente memorable en la historia de las ciencias y aun en la historia de la humanidad, VOLTA (1745-1827) construyó definitivamente su pila (recibió este nombre á causa de su forma), aparato que permitía acumular la electricidad y crear á capricho corrientes eléctricas.

Según Volta, la electricidad no se desarrolla más que por con-

(1) Dumas, *Journal des savants* (1881-82).