

Newton - Laplace

EN el mes de Marzo pasado se cumplieron cien y doscientos años respectivamente desde la muerte de Laplace y de Newton. Como quiera que la obra de Laplace es una continuación de la de Newton y con motivo de esta efeméride recordaremos en breves biografías la obra y la vida de cada uno de estos sabios a quienes tanto debe la ciencia.

Newton

Isaac Newton nació el día de la pascua, 1642, en Woolstrop, cerca de Grantham en el condado de Lincoln. Perdió su padre muy joven. Su madre quiso prepararlo para la administración de los bienes de la familia pero el joven había manifestado una inclinación irresistible para el estudio de las ciencias por lo que su madre lo hizo ingresar en 1660 en el Trinity College, Cambridge, donde pronto ocupó la cátedra de óptica. En 1672 fué nombrado miembro de la Sociedad Real de Londres. En 1687 publicó el libro «Principia» que contiene el descubrimiento de la atracción universal.

En el año 1699 el Rey Guillermo III de Orange nombró a Newton Jefe de la moneda, cargo con remuneración considerable. A partir de esta época Newton cesa casi por completo en sus actividades de físico y matemático. La óptica que publicó en 1704 estaba ya escrita casi en su totalidad desde 1689.

En 1703 fué elegido presidente de la Sociedad Real, dignidad que conservó hasta su muerte.

Murió el 20 de Marzo de 1727 a la edad de 84 años. Sus funerales fueron celebrados con gran pompa y los restos depositados en la Abadía de Westminster. Recordaremos aquí que se ha pretendido que sobre su tumba se grabó la fórmula del binomio. Esta aseveración es dudosa. por lo menos hoy no existe la fórmula sobre la losa.

Newton tenía una fisonomía agradable, un carácter dulce y modesto; era muy reservado en la expresión de sus ideas.

La obra científica Galileo, el fundador de la dinámica, demostró en su célebre experiencia de la torre de Pisa que todos los cuerpos caen con la misma velocidad, sean livianos o pesados, destruyendo la idea aceptada desde los tiempos de los griegos de que los cuerpos livianos caen más despacio. Newton demostró que esas leyes de la caída de los cuerpos no eran sino una consecuencia de un fenómeno más vasto: la atracción universal.

La idea de que los planetas se mueven alrededor del sol, atraídos por éste, estaba muy difundida en tiempos de Newton. Se suponía también que la fuerza de atracción debía variar en razón inversa del cuadrado de la distancia. Sabios como Wren, Halley y Hooke sostenían estos principios, pero no pudieron probarlos.

La primera prueba numérica de la teoría de la atracción hecha en 1666, condujo a resultados desconsoladores. La aceleración de la luna resultó menor que la observada, con un error de 1/7. Se cree que por esta discrepancia, Newton se haya abstenido de publicar sus con-

clusiones. Sin embargo, debe notarse que Newton no ignoraba que las dimensiones conocidas de la tierra, por entonces, eran seguramente erradas. Por otra parte, tampoco estaba seguro de que la atracción de una esfera sobre un cuerpo exterior fuera tal que toda la masa de la esfera pudiera considerarse concentrada en su centro, teorema que sólo demostró en 1685 o 1686. Sin embargo, con motivo de una controversia con Kooke, en 1679, repitió su cálculo de la aceleración de la luna, usando datos más exactos de las dimensiones de la tierra, obteniendo, esta vez, una concordancia completa entre el cálculo y la observación. Quedó sí, con la duda de la validez de su teoría para las grandes distancias. Esta duda volvió a suscitarse un siglo después cuando la observación mostró que el movimiento de Urano no estaba de acuerdo con el cálculo, aun cuando todos los factores de perturbación fueran considerados. Adams y Leverrier, independientemente, llegaron a la conclusión de que la perturbación se debía a un planeta desconocido hasta entonces, planeta que fué descubierto y bautizado con el nombre de Neptuno. Este acontecimiento constituyó un triunfo notable para la teoría de Newton que fué comprobada después con numerosas observaciones sobre estrellas dobles. Sin embargo, algunas pequeñas discrepancias quedaban en pie. Los detalles de eclipses de la antigüedad, tal como los describía la historia, no concordaban con el cálculo. Leverrier en 1845, hizo notar que el movimiento de los ejes de la órbita de Mercurio no coincidían en el cálculo y arrojaban una diferencia de 43 minutos por siglo. La teoría de Newton no explica estas diferencias. La explicación la ha dado recientemente la teoría general de la relatividad de Einstein. Según Einstein la masa no es constante, como suponía Newton, sino que varía ligeramente con la velocidad del cuerpo en movimiento. Como la órbita de Mer-

curio es elíptica su velocidad es diferente en el perihelio y en el afelio, correspondiendo a esta variación de velocidad una variación de la masa del planeta.

Tan importantes como la obra astronómica de Newton son sus estudios sobre la óptica.

Para explicar los fenómenos luminosos, Newton ideó la teoría de la emisión. Supone que los cuerpos emiten en cada instante y en todo sentido una multitud de pequeños corpúsculos, que constituyen la luz. Producen al chocar con el ojo la sensación de color, variable según su naturaleza. Los corpúsculos pueden ser atraídos o rechazados por los átomos de los cuerpos. En el fenómeno de la difracción, por eje, que consiste en la desviación sufrida por ciertos rayos luminosos cuando pasan cerca de la arista aguda de un cuerpo, se atribuye a las moléculas de la arista la propiedad de atraer las partículas luminosas. En la reflexión y en la refracción, se produce una acción de las superficies de los cuerpos sobre las partículas; las superficies tienen, según la naturaleza del cuerpo, «fuerzas reflejantes» o «fuerzas refringentes»; los corpúsculos luminosos tienen «disposiciones» para ser reflejados o refractados. Así explica los fenómenos de los anillos coloreados y de los colores de los objetos. Como es sabido la teoría de Newton ha sido sustituida sucesivamente por la teoría ondulatoria y la de los «cuanta luminosos». Sir J. J. Thomson ha ideado una ingeniosa relación entre los modernos «cuanta» y los corpúsculos de Newton explicando los fenómenos luminosos por medio de aquella teoría modificada.

Mencionaremos, para terminar, la obra matemática, en particular, el cálculo diferencial. El tratado *Analysis per seriationes*, año 1669, indica que Newton tenía ya la noción de la derivada de un polinomio de potencias positivas; habla ahí también de movimientos o cambios muy pequeños a lo largo de una curva y considera una cantidad muy

pequeña que llama O y que hace desaparecer al fin del cálculo.

Las palabras «fluente» y «fluxion» está definidas en la «Geometría analítica» Newton llama «fuente» la magnitud variable, que varía mientras que una curva es engendrada por el movimiento y llama fluxión la velocidad con que varía el fluente. El «momento» es la parte infinitamente pequeña en que varía el fluente en un tiempo infinitamente pequeño. Este «momento», proporcional a la velocidad del fluente es igual a esta velocidad multiplicada por el término O que es la unidad de tiempo infinitamente pequeña destinada a desaparecer.

La notación usada por Newton consistía en colocar un punto para indicar la fluxión, sobre la letra que designa el fluente. Otras veces usaba un pequeño trazo vertical en lugar del punto. La fluxión de la fluxión serían así dos puntos o dos trazos, etc. Newton empleaba ya desde 1605 las letras puntuadas. Wallis da el ejemplo siguiente:

Sea .. encontrar la fluxión de x^n ; se forma $(x+ox)^n$ en que x es la fluxión de la variable x' y o el factor infinitamente pequeño. Desarrollando según el binomio:

$$(x+ox')^n - x^n = nx^{n-1}ox' + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} x^{n-2}o^2x'^2 + \dots$$

si se divide por o , la fluxión de x^n es:

$$nx^{n-1}x' + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} x^{n-2}o x'^2 + \dots$$

o sea $nx^{n-1}x'$, despreciando los términos que contienen a o .

Aun hasta en el siglo 19 se disputó sobre la prioridad del descubrimiento del cálculo diferencial e integral, atribuyéndose a Newton o a Leibniz. La verdad es que las ideas generales estaban ya bastante difundidas entre los matemá-

ticos de esa época y no puede hablarse de prioridad sino más bien de simultaneidad. Se debe a Leibniz la notación usada actualmente, que es más flexible y más clara. Así por ejemplo en la expresión

$$\frac{dU}{dx}$$

se ve claramente cual es la variable independiente y esto facilita mucho la discusión de los problemas en que aparece más de una variable independiente.

Nota. Una comparación muy interesante de las ideas de Newton y Einstein puede verse en el número de la «Revista de Occidente» del mes de Agosto.

Laplace

Pierre Simon Laplace nació en Beaumont-en-Ange el 23 de Marzo de 1749. Sus primeros estudios los hizo en el colegio de Beaumont.

Ambicionando mayores horizontes para sus estudios matemáticos se dirigió a París, provisto de cartas de recomendación para D'Alambert. D'Alambert no lo recibió, lo que decidió al joven matemático e enviarle una carta conteniendo algunos de sus trabajos. D'Alambert lo hizo llamar diciéndole: «Monsieur, vous voyez que je fais assez peu des recommandations: vous n'en aviez pas besoin. Vous vous êtes fait connaître; cela me suffit; mon appui vous est dû».

Tenía veinte años. Comienza entonces para Laplace un período de actividad científica prodigioso con la presentación de numerosas memorias a la Academia de Ciencias.

Recorriendo los títulos de la antigua Academia que desapareció en 1793, se ve que las investigaciones de Laplace se orientan, desde sus comienzos, en dos direcciones que se conservarán, salvo raras excepciones definitivamente.

Una tiende al perfeccionamiento de la teoría de las probabilidades, sobre todo en sus aplicaciones a la vida civil. La otra se consagra al estudio del movimiento y la figura de los astros, como consecuencia del principio de la gravitación universal.

En 1773 Laplace demuestra que el movimiento medio de los planetas no tiene desigualdades seculares. En 1784 descubre la causa de las grandes desigualdades del movimiento de Júpiter y Saturno y fija los límites entre los cuales pueden variar las excentricidades y las inclinaciones de las órbitas planetarias; en 1787 explica la aceleración secular de la longitud media de la luna. Al mismo tiempo continúa numerosos trabajos sobre la figura de la tierra y sobre la teoría de las mareas. Con el objeto de resolver los problemas de la teoría de las probabilidades desarrolla nuevos métodos de integración de las ecuaciones con diferencias finitas o infinitamente pequeñas y un procedimiento para el cálculo aproximado de fórmulas que son funciones de números muy grandes.

El Terror dispersó las antiguas Academias. En las postrimetrías de las Academias vemos a Laplace formando parte de la comisión de Pesos y Medidas. Junto con Haüy determinó el peso de un decímetro cúbico de agua. Mientras tanto, como resultado de los trabajos de Delambre se introducía el metro, la diezmilésima parte de la distancia del polo al Ecuador, como unidad de longitud. En 1793 el comité cayó en desgracia ante Robespierre y varios de sus miembros, entre ellos Laplace, Lavoisier, Coulomb, Borda, Brisson, Delambre, porque «estos hombres no eran suficientemente dignos de confianza por sus virtudes republicanas y su odio a los reyes». El trabajo del comité no fué completado sino en 1799 y el sistema métrico se introdujo legalmente el 2 de Noviembre de 1801.

Entre las cabezas ilustres que hizo

caer el Terror recordaremos a Lavoisier, compañero de Laplace en la Comisión de Pesos y Medidas. A fines de 1793 era arrestado y el 8 de Mayo de 1794 era condenado a muerte y guillotinado. Durante el juzgamiento se inmortalizó Couffinhal diciéndole a Lavoisier: «La República no necesita sabios ni químicos, el curso de la justicia no puede suspenderse».

Con la caída de Robespierre y el fin del Terror el poder pasó a manos de hombres más moderados y a fines de 1794 y en 1795 se ve la iniciación de notables proyectos. La Escuela Politécnica, La Escuela Normal, el Bureau des Longitudes, el Museo de Historia Natural y el Instituto Nacional, datan de ese tiempo. Con algunas de estas instituciones Laplace estaba íntimamente ligado: daba conferencias en la Escuela Normal, contribuía con estudios en el Journal de la Escuela Politécnica y era presidente del Bureau des Longitudes.

Las obras capitales de Laplace son su «Système du Monde» publicada en 1796 y la «Mécanique Céleste» publicada en 1799. En estas obras están expuestos los descubrimientos efectuados en astronomía. El Systeme es una obra de vulgarización, en tanto que la Mécanique Céleste es una obra de carácter matemático. La otra gran obra de Laplace se refiere a las probabilidades y es la «Theorie Analytique des Probabilités», aparecida en 1812.

Al mismo tiempo que Laplace publicaba estas obras continuaba produciendo en el Bureau des Longitudes numerosas memorias en el campo de la física matemática, entre ellas una teoría de las acciones capilares y en 1816 la fórmula exacta de la velocidad del sonido en el aire.

En 1816 Laplace había adquirido una propiedad en Arcueil, vecina a la de su amigo y colega el ilustre Berthollet. Ahí nació la célebre «Sociedad de Arcueil» que publicó tres volúmenes de

memorias. Laplace y Berthollet reunían periódicamente un pequeño número de sabios para ocuparse de cuestiones científicas, en particular de física. Entre los socios de Arcueil se encuentran nombres tan ilustres como los de Humboldt, de Candolle, Gay Lussac Arago, Biot, Poisson.

Laplace murió en París después de una corta enfermedad, el 5 de Mayo de 1827. En el delirio de la muerte hablaba aun con entusiasmo de los descubrimientos y experiencias por realizar y se asegura que sus últimas palabras fueron «Ce que nous savons est peu de chose; ce que nous ignorons est immense». (Para la biografía y obra de Laplace véase *L'œuvre scientifique de Laplace* por H. Andoyer, Payot 1922.

BIBLIOGRAFIA

COURS DE PHYSIQUE INDUSTRIELLE, por Adrien Mondiez. París, Gauthier Villars—1927—431 pág.

Esta obra contiene la materia tratada en el curso del profesor Mondiez en la Escuela Central Lionesa. La obra está dividida en tres grandes capítulos:

1. Escurrimiento de los gases y vapores.
2. Transmisión, producción y aplicaciones del calor.
3. El frío artificial.

Además de la exposición de las leyes generales y sus aplicaciones inmediatas, hay un capítulo dedicado a las aplicaciones de conjunto en que se indica la marcha que debe seguirse en el estudio de diversos proyectos, tales como por

ejemplo de una instalación de calefacción central.

El tratado en general puede prestar buenos servicios al ingeniero práctico y al estudiante. Sólo es de lamentar que el capítulo dedicado al frío sea tan reducido, pág. 413 a 431, dada la enorme importancia que adquiere de día en día la industria frigorífica.

EINE SAMMLUNG VON FORMELN UND ANDERE GESETZMASSIGKEITEN DER ANALYTISCHEN GEOMETRIE. Von A. Deckert und E. Rother. Ziemsen Verlag-Wittenberg Bz. Halle—1927—Un tomo de 0,14×0,20.—128 pág.

Este libro pertenece a una colección titulada «Lebende Bucher» publicada bajo la dirección del Dr. Deckert. Este tomo es un aide-mémoire de la geometría analítica tanto del plano como del espacio. La extensión y profundidad con que están tratadas las materias es la usual en las escuelas técnicas superiores.

EINE SAMMLUNG VON FORMELN UND ANDERE GESETZMASSIGKEITEN DER DIFFERENTIAL UND INTEGRAL RECHNUNG. Von A. Deckert und E. Rother—Ziemsen Verlag-Wittenberg Bz. Halle—1927. Un tomo de 0,14×0,20—254 págs. Esta obra pertenece a la misma colección de La Geometría Analítica, mencionada más arriba. Es también un aide-mémoire destinado a técnicos y estudiantes de ingeniería. La extensión de las materias tratadas está en consecuencia limitada a lo que interesa al ingeniero.

Santiago, Diciembre de 1927.