3. Lazare Carnot

Lazare Nicolas Marguerite Carnot (1753-1823) nació en Nolay, en Borgoña. Ingresó en la Escuela Militar de Mézieres donde, al ser plebeyo y no tener título, sólo podía llegar a capitán. Fue alumno de **Monge** y en 1773 comenzó su carrera como ingeniero militar. Sus trabajos cotidianos en materia de fortificaciones le dejaban tiempo suficiente para leer y escribir, tanto sobre cuestiones científicas como sobre problemas de interés más amplio.

En 1783, Carnot publica su *Ensayo sobre las máquinas en general*, obra que se refiere a los principios, las leyes generales del choque y la ley de conservación del trabajo. En la misma época presenta una memoria sobre los dirigibles a la Academia de Ciencias, creyendo firmemente en su gran utilidad en la guerra. Carnot no puede esperar un ascenso rápido, y su espíritu demasiado independiente le lleva a enemistarse con las autoridades del real cuerpo de ingenieros militares. Si se añade a esto su imposibilidad de contraer matrimonio con su amada Ursula, no hace falta nada más para enfrentarle a las instituciones y las autoridades del antiguo régimen.

En 1791 es elegido diputado en la Asamblea legislativa, en donde encarna los méritos y las pretensiones de la burguesía con talento;su resolución y su actividad le aseguran rápidamente una notoriedad local. La Convención le llama, en 1793, para dirigir los destinos del ejército del norte. Su victoria de Wattignies le valdrá el título de el "Organizador de la Victoria". A su vuelta a Paris vota la muerte de Luis XVI, apareciendo ante los ojos de todos como un terrorista, un hombre sin partido y violento. Después del golpe de Fructidor en 1797 huye, porque se le acusa de complicidad con la causa realista. Matemáticamente, la proscripción de Carnot se convirtió en algo bueno, ya que le dio la oportunidad, aunque en el exilio, para completar un trabajo que había concebido hacía tiempo. Uno espera que un hombre que se ha dedicado a tareas de enorme exigencia práctica, como lo había estado Carnot, piense en cosas de utilidad práctica inmediata. Sin embargo, en 1797, Carnot publica su libro *Réflexions sur la métaphysique du calcul infinitésimal (Reflexiones sobre la metafísica del cálculo infinitesimal)*, con las cuales Carnot intenta demostrar que los métodos de **Newton** y **Leibnitz** son algoritmos equivalentes al método de exhaución de **Arquímedes**.

Durante la segunda mitad del siglo XVIII existía un gran entusiamos por los resultados que se obtenían con el cálculo infinitesimal, aunque también había preocupación acerca de sus principios básicos. Ninguna de las interpretaciones habituales (las fluxiones de **Newton**, las diferenciales de **Leibnitz** o los límites de **d'Alembert**) eran satisfactorias, por lo que Carnot se propuso aclarar en qué consistía el nuevo análisis. Sin embargo, su elección del principio unificador no pudo ser más desacertada. Su conclusión fue que los verdaderos principios metafísicos son los principios de compensación de errores. Según su razonamiento, los infinitesimales son cantidades despreciables que son introducidas, al igual que los números imaginarios, para facilitar los cálculos, y son eliminadas para alcanzar el resultado final. Asimismo, las ecuaciones imperfectas se vuelven perfectamente exactas en el cálculo mediante la eliminación de cantidades tales como los infinitésimos de orden superior, que son una fuente de errores.

Figura 3: Grabado de Lazare Carnot

Las *Reflexiones* de Carnot llegaron a ser muy populares, editandose en varios países y lenguas. A pesar de su desacertada aproximación al cálculo, no cabe duda de que su punto de vista ayudó a que se examinara con más rigor. Sin embargo, la reputación actual de Carnot debemos buscarla en otros libros. En 1801 publica *De la correlation des figures de géométrie (De la correlación de las figuras de geometría)*, un trabajo caracterizado por su alto grado de generalidad. Carnot intentó establecer para la geometría pura una universalidad comparable a la que disfrutaba la geometría analítica.

Carnot desarrolló su correlación de las figuras en la obra *Géométrie de position (Geometría de posición,* 1803*)*, que le sitúa junto a **Monge** como un fundador de la geometría pura moderna. El desarrollo de las matemáticas se caracteriza por la consecución de mayores cotas de generalidad, y es ésta cualidad la que caracteriza la obra de Carnot. Su inclinación hacia la generalización le conduce a formas elegantes equivalentes de teoremas bien conocidos. Esta misma inclinación de incita a realizar investigaciones para determinar las coordenadas "intrínsecas", es decir, las coordenadas naturales de una curva. Carnot pensaba que deberían existir unas coordenadas que no dependieran de unas hipótesis particulares o de una base elegida para el espacio absoluto. Por ejemplo, las coordenadas de un punto sobre una curva pueden ser el radio de curvatura y la longitud de arco, como sugiere **Ernesto Cesaro** (1859-1906) en su obra *Geometría intrínseca*.

El nombre de Carnot ha quedado unido a un teorema que aparece en su obra *Essai sur le théorie des transversales (Ensayo sobre la teoría de las transversales,* 1806*)*. Este teorema constituye una generalización de un teorema de Menelao de Alejandría: dada una curva algebraica cualquiera de orden n que corta a un triángulo ABC, sea A_1 el producto de las n distancias, reales o imaginarias, de A a los n puntos de intersección de la curva con el lado AB, y lo mismo para B_1 y C_1, definidas por los lados BC y CA; sean A_2, B_2 y C_2 los productos semejantes correspondientes a los lados AC, CB y BA, respectivamente. Entonces se verifica

$$A_1B_1C_1 = A_2B_2C_2$$

Si la curva es una línea recta, es el teorema de Menelao; si la curva es una cúbica, del teorema de Carnot se deduce que los tres puntos de inflexión se sitúan en una línea recta, resultado bien conocido en la época.

La teoría de transversales es sólo una pequeña parte de un trabajo que contiene otras interesantes generalizaciones. De la conocida fórmula de Heron de Alejandría para el área de un triángulo en términos de sus tres lados a, b y c:

$$A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)},$$

donde s es el semiperímetro, Carnot buscó la fórmula para el volumen de un tetraedro en función de sus seis aristas, y encontró una fórmula con 130 términos.

Las obras de Carnot conocieron un gran éxito e influyeron considerablemente en las investigaciones geométricas de principios del siglo XIX, por la difusión del conocimiento de numerosos teoremas, de los que un gran número eran de naturaleza proyectiva, popularizando la geometría de la regla y volviendo a habituar a los geómetras al estudio de las transformaciones geométricas.

Bibliografía

Carl B. Boyer. *A History of Mathematics*. Princeton University Press, 1985. pp. 523–529.

Florian Cajori. *A History of Mathematics*. Chelsea Publising Company, 1995. pp. 276–277.

Jean-Paul Collete. *Historia de las matemáticas*, vol. II. Siglo veintiuno de España Editores, S.A., 1985. pp. 261–265.

Internet. URL de la página:
www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/Mathematicians/Carnot.html