

## 4. KARL-FRIEDRICH GAUSS

**Karl-Friedrich Gauss** (1777-1855) nació en Gotinga el 30 de abril. Sin ayuda de ningún tipo, Gauss aprendió a calcular antes de hablar. A los tres años corrigió un error en la paga de los obreros de su padre, y por sí solo estudió y profundizó la aritmética. A los ocho años mostró un genio precoz con ocasión de un problema propuesto por su profesor de la escuela elemental: encontrar la suma de los cien primeros números naturales. Gauss sumó casi instantáneamente los enteros al darse cuenta que eran 50 parejas de números que sumaban 101. El profesor tuvo la sabiduría de procurarle libros de aritmética para que Gauss prosiguiera su aprendizaje.

A los once años Gauss conoció a **Martin Bartels**, entonces profesor ayudante de la escuela y más tarde profesor de Lovachevski. Bartels habló de él al duque de Brunswick, quien lo llevó a estudiar a sus expensas al Brunswick Collegium Carolinum. En la academia Gauss descubrió la ley de Bode, el teorema del binomio y la media aritmético-geométrica, así como la ley de reciprocidad cuadrática y el teorema de los números primos. En 1795 Gauss dejó Brunswick y se marchó a la Universidad de Gotinga. El profesor de Gauss era Kaestner, a quien Gauss ridiculizaba frecuentemente. Su único amigo conocido entre los estudiantes fue **Farkas Bolyai**, a quien conoció en 1799 y con quien mantuvo correspondencia durante muchos años.

En marzo de 1796 obtiene la construcción del polígono de 17 lados por medio de la regla y el compás, y desde ese día consigna la primera anotación en su célebre diario matemático en el que durante dieciocho años inscribirá 146 enunciados matemáticos breves de los resultados de sus trabajos. Este diario no fue encontrado hasta 1898, y su contenido fue publicado por primera vez por **Felix Klein** en 1901.

En 1798, Gauss vuelve a Brunswick para continuar allí sus trabajos en solitario. Al año siguiente obtiene el doctorado por la Universidad de Helmsted bajo la dirección de **Johann Friedrich Pfaff**. Su tesis de doctorado contiene una demostración del *teorema fundamental del álgebra*, es decir, que toda ecuación polinómica  $p(x) = 0$  con coeficientes reales o imaginarios posee al menos una raíz. En 1801, Gauss escribe y publica su gran tratado titulado *Disquisitiones arithmeticae*, en el que presenta un resumen de los trabajos aislados de sus predecesores, da soluciones a las cuestiones más difíciles, formula conceptos y cuestiones que indicarán, al menos durante un siglo, las líneas maestras de la investigación en teoría de números.

En junio de 1801, Zach, un astrónomo a quien Gauss había conocido dos o tres años antes, publica las posiciones orbitales de Ceres, un nuevo “pequeño planeta” que había sido descubierto por el observador italiano Giuseppe Piazzi en enero. Desafortunadamente, Piazzi sólo pudo observar nueve grados de su órbita antes de que desapareciera detrás del Sol. Zach publicó diversas predicciones de su posición, incluyendo una de Gauss que difería bastante del resto. Cuando Ceres fue redescubierto por Zach en diciembre, estaba exactamente donde Gauss había predicho. Aunque Gauss no descubrió sus métodos en esa época, utilizó una teoría orbital de los planetas fundamentada en la elipse y recurrió a métodos numéricos basados en el método de mínimos cuadrados. Esta hazaña coincide con el comienzo de sus investigaciones astronómicas, que absorberán una buena parte de sus energías durante



Figura 4: Gauss en 1803

casi veinte años.

En 1807 Gauss es nombrado profesor de astronomía y director del observatorio de Gotinga, donde permaneció el resto de su vida. Sus trabajos de astronomía le llevaron a publicar su *Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis solem ambientium* (1809), en el cual Gauss desarrolla sistemáticamente su método del cálculo orbital. En 1809 nace su tercer hijo, que sobrevive corto tiempo, y de las secuelas de este nacimiento muere su mujer, con la que se había casado en 1805. Estos dos acontecimientos sumieron a Gauss en una profunda soledad que nunca fue capaz de superar.

Durante los primeros años en Gotinga, Gauss realiza estudios y lleva a cabo investigaciones en diversos frentes, a la vez que redacta numerosas memorias: *Disquisitiones generales circa seriem infinitam*, un primer estudio riguroso de las series y la introducción de las funciones hipergeométricas (1813); *Methodus nova integralium valores per approximationem inveniendi*, una contribución importante a la aproximación de las integrales y *Bestimmung der Genauigkeit der Beobachtungen*, uno de los primeros análisis de los estimadores estadísticos (1816); trabajos en astronomía, inspirados por su estudio del planeta Palas y una memoria notable sobre la determinación de la atracción de un planeta a su órbita, *Theoria attractionis corporum sphaeroidicorum ellipticorum homogeneorum methodus nova tractata*.

En 1822 Gauss ganó el Premio de la Universidad de Copenhagen con su *Theoria attractionis...*, junto con la idea de aplicar una superficie en otra de tal forma que ambas sean similar localmente. Este trabajo fue publicado en 1825 y dio origen a su publicación *Untersuchungen über Gegenstände der Höheren Geodäsie* (1843 y 1846). El trabajo *Theoria combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae* (1823), junto con su suplemento de 1828, se dedicó a la estadística matemática, en particular al método de los mínimos cuadrados.

La publicación, en 1827, de su *Disquisitiones circa generales superficies curvas* supone una contribución definitiva de la geometría diferencial de superficies en el espacio de tres dimensiones, constituyendo esencialmente la primera etapa en el des-



Figura 5: Gauss en 1828

arrollo de la geometría de Riemann. Gauss emprende un estudio de las superficies, demostrando, en particular, que si dos superficies son isométricas el producto de los dos radios de curvatura principales es el mismo en dos puntos correspondientes (*teorema egregium*).

En su memoria de 1827, Gauss trata también el problema de determinar las geodésicas sobre las superficies. Gauss consigue demostrar un célebre teorema sobre la curvatura de un triángulo cuyos lados son geodésicas. Determina que la curvatura total de un triángulo geodésico de lados  $abc$  viene dada por

$$\int \int K ds = a + b + c - \pi$$

Sus trabajos en geometría diferencial demuestran que el estudio de la geometría de una superficie puede hacerse concentrándonos esencialmente en la superficie misma. Así, las “líneas rectas” sobre la superficie son las geodésicas y, por consiguiente, la geometría de la superficie es no euclídea.

Durante los primeros años Gotinga, Gauss había estudiado la posibilidad de la existencia de una geometría no euclídea. Convencido de la ineficacia de las diversas tentativas anteriores para demostrar el postulado de las paralelas, Gauss acepta cada vez más la idea de que debe abandonar los caminos trillados y elaborar una nueva geometría. A partir de 1813 desarrolla esta nueva geometría, llamada sucesivamente antieuclídea, geometría astral y, por fin, geometría no euclídea. En 1831 escribe un ensayo sobre las líneas paralelas, y en una carta dirigida a H.K. Schumaker le dice:

*Después de haber meditado durante casi cuarenta años sin escribir nada dora me he tomado la molestia al menos de poner por escrito algunas de mis ideas, con el fin de que no desaparezcan conmigo.*

Este mismo, Gauss conoce los trabajos de **Janos Bolyai**, a través de un libro que le envía su padre, y en una carta dirigida a éste, le comunica sus propios trabajos sobre el tema y reivindica la propiedad de sus descubrimientos:

*Si digo que soy incapaz de elogiar este estudio, quizás le extrañe. Pero no puede ser de otra manera, porque ello equivaldría a alabar mis propios trabajos. En efecto, el enfoque preconizado por vuestro hijo y los resultados que ha obtenido coinciden casi enteramente con las ideas que han ocupado mi espíritu desde hace 30 o 35 años. No tengo la intención de publicar estas meditaciones durante mi vida, pero he decidido escribirlas para que puedan conservarse. Es, en consecuencia, una sorpresa agradable para mí ahorrarme este trabajo, y me llena de alegría el pensamiento de que es precisamente el hijo de mi amigo de siempre el que me ha suplantado de forma tan notable...*

En 1831, **Wilhelm Weber** llega a Gotinga como profesor de física, ocupando el puesto de Tobias Mayer. Gauss había conocido a Weber en 1828 y apoyó este nombramiento. Gauss había trabajado en física antes de 1831, publicando *Über ein neues allgemeines Grundgesetz der Mechanik* y *Principia generalia theoriae figurae fluidorum in statu aequilibrii which discussed forces of attraction*. Estos trabajos estaban basados en la teoría del potencial de Gauss, de gran importancia en sus investigaciones en física. Gauss pensaba que su teoría del potencial y su método de los mínimos cuadrados proporcionaban una relación vital entre la ciencia y la naturaleza.



Figura 6: Gauss en 1832

En 1832, Gauss y Weber comenzaron a estudiar la teoría del magnetismo terrestre, después de que **Alexander von Humboldt** intentase obtener la ayuda de Gauss para construir una red de puntos de observación magnéticos alrededor de la Tierra. Gauss se interesó por este tema, y publicó tres importantes trabajos: *Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata* (1832), *Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus* (1839) y *Allgemeine Lehrsätze in Beziehung auf die im verkehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung wirkenden Anziehungs- und Abstossungskräfte* (1840).

En 1837, Weber fue forzado a abandonar Gotinga cuando se vio envuelto en una disputa política, y desde entonces la actividad de Gauss decreció. Aunque parece ser que siguió trabajando con asiduidad, no se animaba a publicar los resultados que obtenía. Algunas veces se sintió muy complacido por los avances realizados por otros matemáticos, especialmente por **Eisenstein** y **Lovachevsky**.

Después de 1850, el estado de su corazón se deterioró rápidamente y debió reducir considerablemente sus actividades. En 1851 Gauss aprobó la tesis doctoral de Riemann sobre los fundamentos del análisis complejo y en 1854 asiste feliz a la lección inaugural de Riemann en Gotinga. Su salud se deterioró lentamente y murió en la cama el 23 de febrero de 1855.

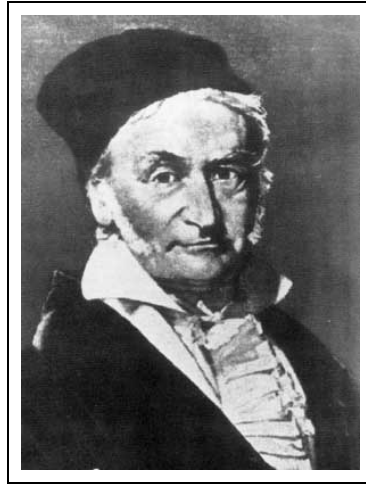


Figura 7: Gauss en su madurez

Dos de los últimos estudiantes de doctorado de Gauss fueron **Moritz Cantor** y **Dedekind**, que describió a su tutor con las siguientes palabras:

*...usualmente se sentaba en una actitud confortable, con la mirada baja, ligeramente inmóvil y con las manos sobre su regazo. Hablaba bastante libremente, con mucha claridad, de forma simple y llana: pero cuando quería destacar un nuevo punto de vista... entonces levantaba su cabeza, se volvía hacia alguien de los que estaban sentados a su lado y lo miraba fijamente, con ojos penetrantes, mientras duraba su alocución. Si procedía a realizar una explicación acerca de los principios de desarrollo de unas fórmulas matemáticas, entonces se levantaba y, con una postura muy erguida, escribía en una pizarra detrás de él con su particular y esmerada escritura: siempre procuraba escribir ordenadamente para utilizar el menor espacio.*

## Bibliografía

Carl B. Boyer. *A History of Mathematics*. Princeton University Press, 1985. pp. 544–557.

Florian Cajori. *A History of Mathematics*. Chelsea Publishing Company, 1995. pp. 434–438.

Jean-Paul Collete. *Historia de las matemáticas*, vol. II. Siglo veintiuno de España Editores, S.A., 1985. pp. 286–308.

Internet. URL de la página:

[www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/Mathematicians/Gauss.html](http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/Mathematicians/Gauss.html)