Georg Friedrich Bernhard Riemann

Bernhard Riemann nació en Breselenz, en el estado alemán de Hannover, el 17 de septiembre de 1826. Durante sus estudios universitarios en Göttingen y en Berlín se interesó por las teorías de los números primos, las funciones elípticas y la geometría, que relacionó con las teorías más avanzadas de la física.

En Berlín fue discípulo de Jakob Steiner, Karl Jacobi y Peter Dirichlet, a quien sucedió en la cátedra de Göttingen.

Se doctoró en 1851 en Göttingen con una tesis sobre los fundamentos de una teoría general de funciones en la que establecía las relaciones existentes entre los números complejos bajo las leyes de la geometría. Su definición de superficie multiestrato (riemanniana), que asociaba una función de variable compleja múltiple a una función de un solo valor, contribuyó notablemente al desarrollo de la topología.

Fueron muchas las contribuciones que Riemann aportó a las matemáticas, pero probablemente la más conocida es aquella que presentó en 1854 en su discurso inaugural para su ingreso como profesor asistente en la Facultad de Filosofía de la Universidad de Göttingen. Cuando estuvo a punto de dar su conferencia, sometió, según la tradición, tres posibles temas. Gauss, bajo cuya dirección estudio Riemann en Göttingen, pasó por alto los dos primeros temas y pidió que expusiera el tercero. Este tema era nuevo, repleto de controversias y de peligros, y basado en una geometría no inspirada en los antiguos postulados euclidianos de la línea recta y el paralelismo. Pero después de un trabajo intensivo Bernhard Riemann ofreció una conferencia en la que, sin utilizar ni una figura o fórmula, presentó su hipótesis de la curvatura del espacio, en términos que podían entender incluso quienes no estaban familiarizados con las matemáticas de alto nivel; para Gauss, Riemann iba encaminado a los mundos de la cuarta, quinta, sexta y énesima dimensiones.

Riemann pudo visualizar el significado físico de esta generalización de la geometría euclideana. Entre las geometrías no euclidianas definidas a lo largo del siglo XIX, la riemanniana tuvo una enorme trascendencia en los conceptos de la física teórica del siglo XX. Años después se desarrolló el cálculo tensorial, principalmente por Ricci y Levi-Civita.

La geometría riemanniana, así como es difícil de apreciar en términos visuales, es bastante fácil de concebir como una posibilidad abstracta: como una simple progresión a partir de una línea en el espacio unitario de la longitud, a un plano en el espacio «bidimensional» de anchura y longitud, a un sólido en el espacio «tridimensional» de altura, anchura y profundidad, y de aquí a espacios de más dimensiones —por ejemplo, de altura, anchura, profundidad y tiempo.

Riemann generalizó las propiedades de las curvas y superficies de forma tal que pudieran aplicarse a los espacios. Por ejemplo, referente a la propiedad geométrica de la «curvatura», está se define como la proporción en que varía una línea. Una medida de esta proporción es la medida del círculo oscilador en un punto; si el

[He] $2s^1$

Li

Litio

3

peso atómico: 6.941
punto de fusión: 180.5 °C
punto de ebullición: 1347 °C

círculo que más se acerca a la línea curva en este punto es muy pequeño, entonces la curva se cierra poco a poco y se dice que tiene una curvatura pequeña.

La curvatura de una superficie se define casi de la misma forma que la curvatura de una línea, excepto que está no tiene por qué ser la misma en todas direcciones. Gauss había averiguado que la curvatura en un punto cualquiera de una superficie puede definirse útilmente como el producto de las curvaturas mayor y menor de todas las líneas que constituyen la superficie en dicho punto (*curvatura gaussiana*). Así, una superficie de curvatura positiva es una que siempre da vueltas para encontrarse a sí misma, como la cáscara de un huevo, mientras que una superficie de curvatura negativa sería, por ejemplo, una silla de montar, en donde el producto de una curvatura positiva y una negativa resulta negativa.

Gauss había encontrado también que la curvatura de una superficie puede definirse no sólo en términos de una persona que mira a la superficie desde el exterior sino equivalente en términos de mediciones realizadas dentro de la delgada superficie. Riemann amplió esta idea hasta dar una descripción matemática exacta de la curvatura del espacio. En el sistema cartesiano, las líneas de referencia son líneas rectas en un plano; en el globo terrestre, las líneas de referencia son las de latitud y longitud; en un huevo, pudieran ser círculos en una dirección y óvalos en otra perpendicular; en el reflector de un faro, pudieran ser círculos en una dirección y parábolas en otra perpendicular a ésta. Riemann se dio cuenta de que toda superficie o espacio de su geometría superior podía trazarse por medio de distintas redes de curvas de referencia y halló que las ecuaciones escritas en términos de un sistema de coordenadas a menudo podían ser ampliamente simplificadas al escribirse en términos de un conjunto distinto de curvas de referencia.

Uno de los más prácticos conjuntos de curvas de referencia está formado por las llamadas «geodésicas». Una geodésica es el camino de la distancia más corta entre dos puntos: en un espacio plano es un segmento de línea recta; en una esfera es un arco de un círculo máximo análogo al que siguen los viajes aéreos intercontinentales; en una superficie irregular en forma de lámpara o en un espacio curvo, puede ser cualquier tipo de curva. Al manipular ecuaciones diferenciales elaboradas para minimizar las distancias, Riemann encontró que podía trazar redes geodésicas de líneas de referencia y seguir la curvatura de cualquier espacio desde tres dimensiones hasta n dimensiones.

El prestigio y la calidad de sus trabajos, que llevaron a la posteridad a aplicar su nombre a innumerables teoremas matemáticos, le valieron la obtención de la cátedra de Göttingen en 1859.

En 1860, en una memoria sobre la propagación del sonido, Riemann presentó un método, actualmente clásico, para la integración de una clase de ecuaciones diferenciales de primer orden en derivadas parciales. Debe mencionarse también el éxito que obtuvo de su exposición rigurosa del concepto de integral definida (integral según Riemann).

Riemann trabajó hasta el día anterior a su muerte, la cual se produjo el 20 de julio de 1866, en Selasca, Italia, por tuberculosis adquirida pocos años antes a causa de su débil constitución física.

Su último trabajo, que trataba sobre la teoría de la transferencia del sonido desde un enfoque de principios hidráulicos, quedó inconcluso.

[He] $2s^2$

Be

Berilio

4

peso atómico: 9.012182
punto de fusión: 1287 °C
punto de ebullición: 2468 °C