



"TRES GRANDES QUE CAMBIARON EL CONCEPTO DEL UNIVERSO"

LIC. MARTHA PAULETTE

- *¿Cómo es realmente el universo donde vivimos?*
- *¿Qué cambios radicales introdujo Einstein en la física con su extraña teoría llamada "Relatividad"?*
- *¿Qué significado tiene la archifamosa ecuación relativística $E = mc^2$?*

Todas estas interrogantes y algunas más son contestadas en el presente artículo, de tal forma que con un mínimo de conocimientos matemáticos el lector los podrá comprender ¿empezamos?

INTRODUCCION

Solamente a la edad de 8 años, ya tenía la imagen de un niño prodigio, mostrando signos de llegar a ser un genio matemático, quien como uno de los grandes del triunvirato (Gauss, Riemann y Einstein), podría algún día alterar la visión del hombre sobre el cosmos. Como a los 17 años, Carl Friedrich Gauss cuestionó audazmente ciertas reglas de la Geometría Euclidiana que generaciones de matemáticos habían dado por descontado, señalando que varias de ellas no eran válidas en superficies curvas. En efecto, la más famosa de ellas, El Postulado de las Paralelas: "Si p es un punto que no pertenece a la recta L , existe una única recta que pasa por p y no corta a L ".

En la figura 1, se ve claramente que en H (plano curvo), hay siempre un número infinito de trayectorias geodésicas (1) que pasan por p y no corta a L .

Más tarde, él llegó a estar fascinado por los problemas complejos de medición de tales superficies (2). Pero se hizo presente el alumno de Gauss, Bernhard Riemann, dejando a un lado los funda-

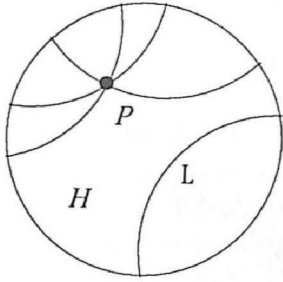
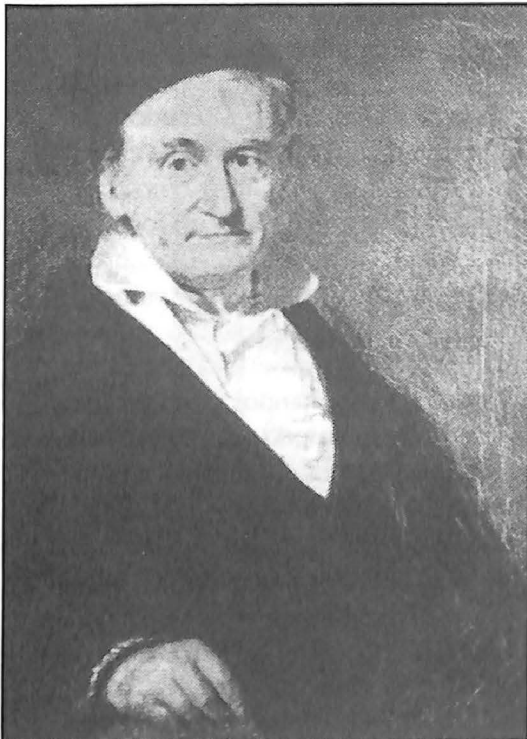


Figura 1.

mentos de la geometría tradicional, enteramente, postulando espacios curvos de tres dimensiones y finalmente espacios compuestos de 4 ó más dimensiones.

El plano Euclidiano se convirtió en una de la infinidad de superficies geométricas descubiertas por Riemann.

Cincuenta años más tarde, el físico Albert Einstein, teniendo como base esas abstracciones, las usó en su TEORIA DE LA RELATIVIDAD para descubrir el universo real.



I. LA INQUIETA MENTE DE UN VERSÁTIL HOMBRE DE MATEMÁTICAS.

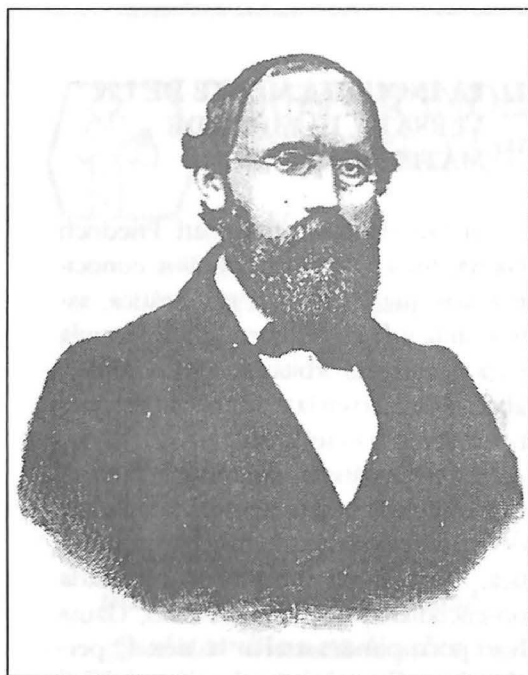
El tan versátil genio Carl Friedrich Gauss, tuvo interés en amplios conocimientos que incluyeron matemática, astronomía y física. El encontró la fórmula para calcular las órbitas de los asteroides, abrió el camino en la teoría electromagnética e inventó el telégrafo.

En matemáticas, contribuyó profundamente en la teoría de números, teoría de las funciones, probabilidad y estadística. Después de concebir la geometría no-euclidiana, mientras un niño, Gauss hizo poco por desarrollar la idea. El persiguió otra línea de investigación: el difícil trabajo de medir la curvatura de superficies; lo que consiguió tiempo después. Estos dos conceptos vitales de Gauss, estuvieron esperando por la imaginación matemática, que podría fundirlos dentro de una única, poderosa y sola teoría.

II. MAGICAS COMBINACIONES DE TEORIAS DE UN DISCIPULO.

Mientras se fué envejeciendo Gauss hizo un descubrimiento que podría algún día clasificarse entre sus más grandes logros. Este fué el descubrimiento de una

Carl Friederich Gauss (1777 - 1855)
Siempre precoz, a la edad de 3 años él había corregido la paga de su padre. En el colegio impresionó tanto a sus profesores que fue especialmente instruido en matemáticas avanzadas y provisto con textos de álgebra, como con los libros de dibujo y pintura para niños.



*Bernhard Riemann (1827 - 1866)
Riemann como Gauss, llegó a ser el Director
del Observatorio de Göttingen, sirviendo
desde 1859 hasta 1866 cuando murió de
tuberculosis a los 39 años. Durante su corta
carrera, hizo grandes contribuciones en
muchos campos, incluyendo la Topología,
Teoría de Funciones y Física-Matemática.*

brillante mente de su pupilo Bernhard Riemann.

Para su clase introductoria, antes de llegar a ser un profesor asociado en Göttingen, a los 28 años, Riemann sometió tres posibles temas a Gauss. Gauss escogió el tercero, un oscuro tema que no era uno de los favoritos de Riemann, teniendo que ver con las hipótesis básicas que fundamentan toda la geometría.

En el trayecto de la historia esto resultó; Riemann llevó las ideas de la juventud de Gauss, tratando con geometría no euclidiana y las juntó con algunos principios del trabajo que más tarde hiciera

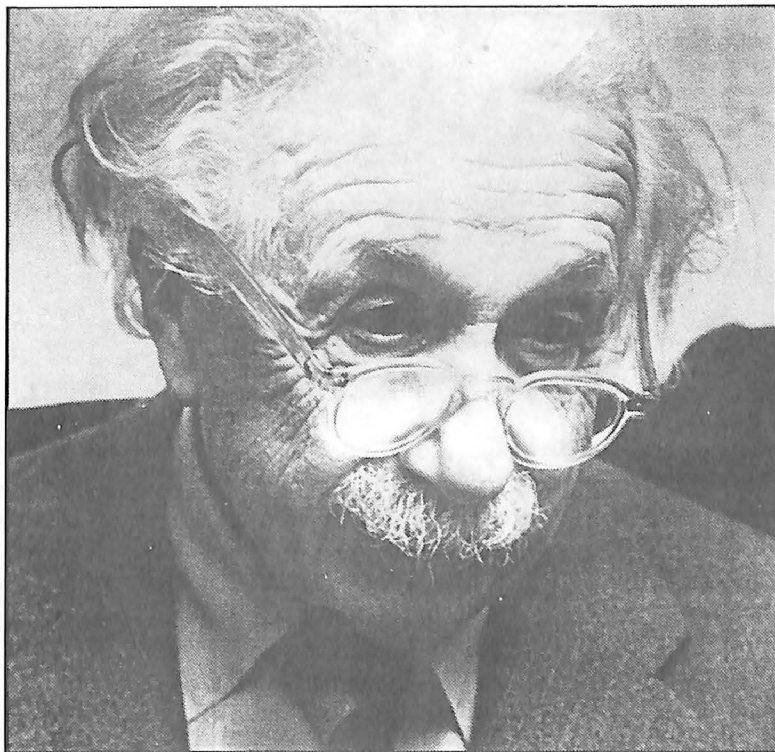
Gauss sobre la medición de superficies curvas. De la combinación de las dos se formó una teoría matemática general llamada: "Geometría Diferencial", que reveló maneras generales para hacer mediciones en un espacio de cualquier curvatura y cualquier número de dimensiones.

Mientras el viejo hombre Gauss, escuchaba a su pupilo llegar al final de la investigación, expresaba una exclamación de comprensivo deleite. Pero para el mundo entero sin embargo, sería otra mitad de siglo que esperaría, antes que el impacto de la geometría de Riemann pudiera ser sentida.

III. EL NACIMIENTO DE UNA IDEA QUE CONVULSIONO EL MUNDO

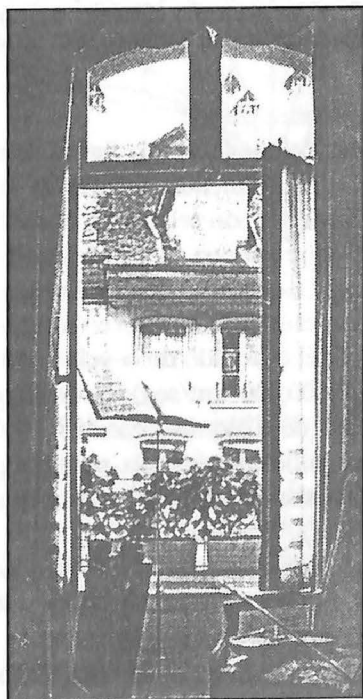
Cada noche por varios años, cerca del fin del siglo, un hombre poco conocido llamado Albert Einstein, sentado en su oficina en Suiza, estuvo intrigado sobre algunas inusuales observaciones científicas, indicando que el universo no estaba actuando precisamente en la forma en que decían las leyes de Newton, tan universalmente aceptadas. La velocidad de la luz por ejemplo, apareció ser constante en todas las observaciones experimentales, no importando cuanto el observador se movía respecto al rayo de luz.

Para explicar esto, Einstein construyó una extraña teoría llamada "RELATIVIDAD", en la cual dijo que: "EL TIEMPO, LA LONGITUD Y EL PESO NO SON ABSOLUTOS SINO QUE VARIAN DE ACUERDO A LA VELOCIDAD". Aplicando las ideas de Gauss y Riemann, Einstein también sugirió la existencia de un espa-



Albert Einstein
(1879 - 1955)

Poco antes de su muerte en 1955, Einstein desafi6 a trabajar sobre su teorfa del Campo Unificado que combina los fen6menos electromagn6ticos y los gravitacionales como una extensi6n de la Teorfa de la Relatividad que publicara en 1905. El no pudo completar ese trabajo, pero se sostuvo firme en su f6 que el orden y no el caos regulaba el cosmos, y dijo: "Dios no juega al azar con el Universo".

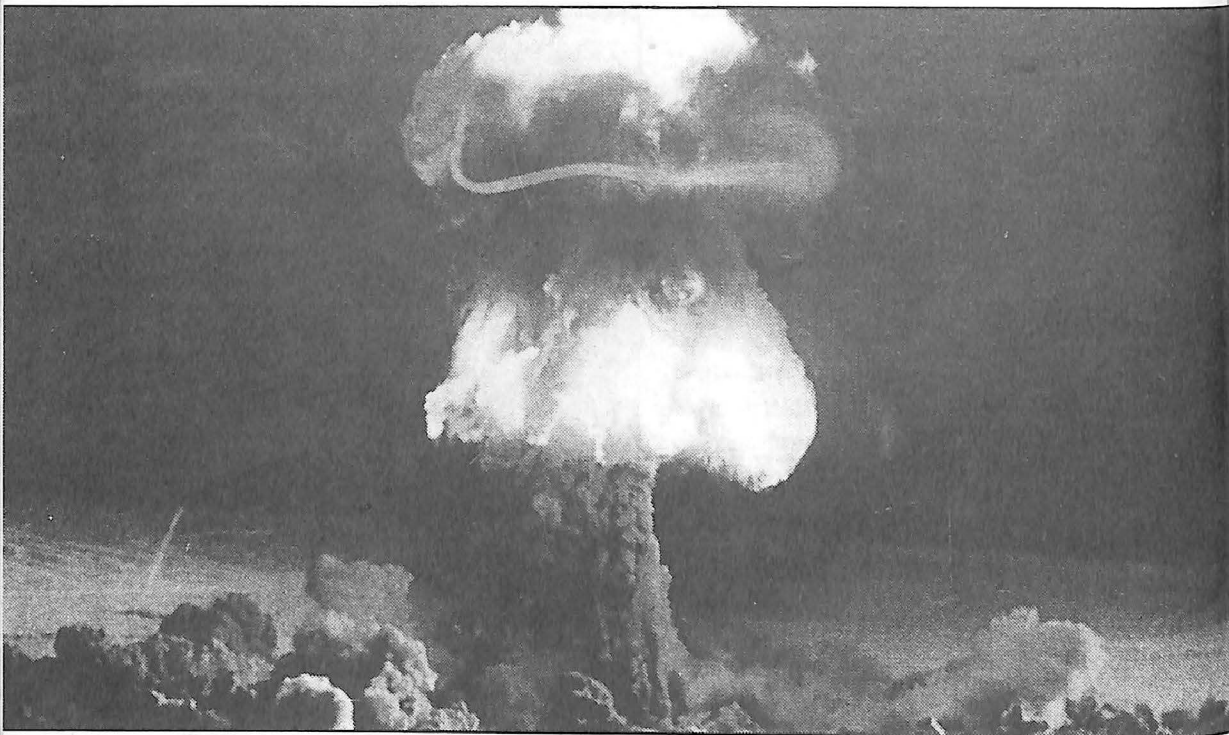


Casa de Einstein en Berna (Suiza), donde despu6s de sus dfa de arduo trabajo en oficina, 6l tocaba piezas de Mozart para relajarse y desarrollar su Teorfa de la Relatividad.

cio curvo de 4 dimensiones, un cosmos en el cual aparte de las tres dimensiones convencionales, la altura, el ancho y la longitud, una cuarta dimensi6n EL TIEMPO fue a6adida, y en el cual la presencia de materia se expresaba por la curvatura.

A6un para los cientficos, esto fu6 un diffcil concepto, pero fascinante como una posible respuesta hasta aquf a un insondable misterio.

"Explosiva Prueba de la Matem6tica de Einstein" El poder de la matem6tica, rara vez ha sido mostrada m6s efectivamente que a trav6s de la relatividad. Aunque los matem6ticos desde tiempos pasados aceptaron abstracciones tales como "infinito" o raices cuadradas de n6meros complejos ($\sqrt{-1} = i$), la relatividad parecfa andar en desacuerdo con ambas, la experiencia de cada dfa y la ffsica standard.



Esta ecuación relativista, $E = mc^2$, establece que materia y energía son equivalentes. Uno puede obtener energía (E) igual a la cantidad de materia (m) multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz ($c = 300,000 \text{ Km/seg.}$). Teóricamente una libra de cualquier clase de materia contiene suficiente energía para propulsar un trasatlántico en una travesía tan larga como la longitud de 100 océanos.

60

Sin embargo Einstein, pudo mostrar muy hábilmente todas sus observaciones hechas en su laboratorio en la escuela Politécnica de Zurich a los científicos, que estaban intrigados de ver como más y más se evidenciaba que Einstein estaba en lo cierto, a tal punto que sus intrigas se convirtieron en convicciones sobre la Justeza de la Relatividad.

La más inolvidable demostración para el mundo entero, que confirmó la exactitud de una ecuación relativista fue la que indicaba que: "LA MATERIA Y ENERGIA SON FORMAS DE UN MISMO ENTE" ($E=mc^2$).

La impresionante evidencia vino con

explosiones como la figura de arriba.

Consiguiendo energía de la materia. Esta ecuación relativista, $E=mc^2$, establece que materia y energía son equivalentes. Uno puede obtener energía (E) igual a la cantidad de materia (m) multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz ($c=300,000 \text{ km/seg.}$). Teóricamente una libra de cualquier clase de materia contiene suficiente energía para propulsar un trasatlántico sobre al menos una travesía de 100 océanos.

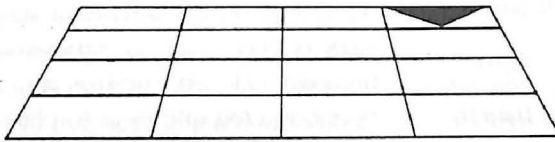
Pero las partes de la Relatividad basadas sobre los estudios de Gauss y Riemman, tienen consecuencias aún más radicales para los científicos. Ellas proporcionan

una nueva imagen del universo entero. De esas ecuaciones Einstein hizo ciertas predicciones físicas, las cuales los científicos estuvieron pronto verificando con asombrosa consistencia.

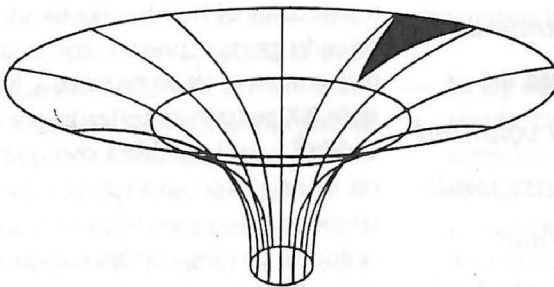
Rayos de luz que parecen doblarse, órbitas de los planetas que tienen extraños giros, que la física clásica no puede responder exactamente como Einstein pronosticara. ■

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

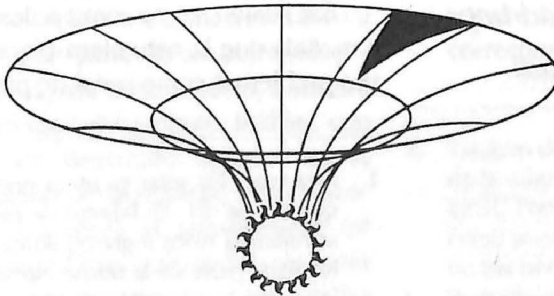
- 1) "Mathematics", by David Bergamini Edit. TIME-LIFE BOOKS, 1970.
- 2) "El ABC de la Relatividad" por Bertrand Russell. Edit. Ariel, 1978.
- 3) Elementos de Geometría Diferencial por Barrett O'Neill. Edit. Limusa, 1982.
- 4) Diccionario Hispano Universal. Tomo II, Editorial Volcán, 1966.
- 5) Energy, by Mitchell Wilson. Edit. Time-Life Books, 1970.



Classical "flat" space



A representation of curved space



El espacio cósmico de Einstein. Un cuerpo celestial puede ser visto como el centro de una sección del espacio curvado de Riemann. De acuerdo a la Relatividad,