



# El mundo fantástico del Dr. Einstein

«Lo más incomprensible del mundo - dijo una vez Einstein - es que es comprensible». No obstante, nadie había hecho tan difícil para el hombre de la calle la comprensión de su mundo. El tiempo se dilata, el espacio se contrae, la sustancia del mundo estalla y desaparece. El mundo real tiende a convertirse en el mundo del matemático. Tal es el curso de la ciencia y de la idea que el hombre se hace de la energía — desde 1905, fecha de la primera publicación científica importante de Einstein — hasta la fecha.

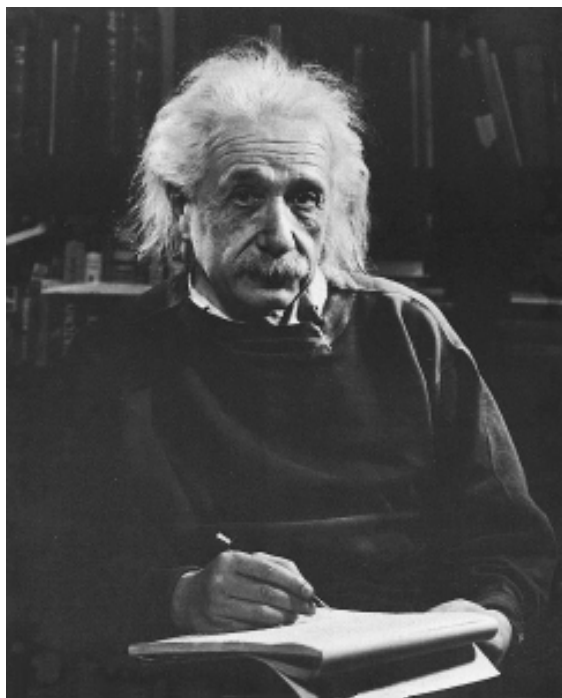
La vocación por la investigación científica había impulsado a Einstein a considerar los misterios de una brújula de bolsillo, incluso antes de comenzar sus estudios en la escuela de Munich, y pronto se encontró sumergido en el mundo que acababa de descubrir. A los 16 años, cuando solicitó su admisión en el Instituto Politécnico Federal Suizo de Zurich, fue rechazado por su inadecuada formación en lenguas modernas, zoología y botánica. No obstante, un año más tarde fue admitido.

## Un prodigio en una oficina de patentes

Después de haberse graduado en el Instituto, Einstein encontró trabajo como empleado en la oficina de patentes suiza de Berna. Allí, en la necesidad de comprender rápidamente los conceptos básicos de las invenciones que se presentaban para ser patentadas, desarrolló su extraordinaria facultad para asimilar la consecuencia teórica principal de los experimentos científicos. Además, sus obligaciones en la oficina de patentes desarrollaron su inclinación por la construcción de aparatos científicos, recuerdo de la cual aún existe en Berna, en forma de un aparato que ideó para medir pequeñas cargas eléctricas. «Tal trabajo — escribió uno de sus biógrafos — era para él una especie de distracción de sus investigaciones teóricas abstractas, de la misma manera que el ajedrez y las historias de detectives sirven para distraer a los científicos». Su entusiasmo por las invenciones era tal que, después de haber dejado la oficina de patentes, numerosas industrias de Europa le encargaban el estudio de nuevos aparatos.

De este breve período en Suiza proceden cierto número de publicaciones transcendentales, escritas sobre varios asuntos científicos, cada uno de los cuales hubiese creado por sí mismo una revolución en física. Una de sus publicaciones: «Sobre los cuerpos electrodinámicos en movimiento»,

publicada en 1905, cuando solamente tenía 26 años, contenía las ideas esenciales de la Teoría especial de la Relatividad de Einstein. Sus conclusiones iban directamente a la esencia de la mecánica clásica y del electromagnetismo. Primero, Einstein rechazó la teoría del éter. Segundo, afirmó que no existía el espacio fijo, es decir, un espacio tal en que pudiera distinguirse en-



tre movimiento relativo y movimiento absoluto. En otras palabras, no existe nada en el universo que podamos estar seguros de que está fijo. Cualquiera que haya estado sentado en un tren parado mientras otro tren pasa junto a la ventanilla, lo ha podido observar. De repente resulta imposible decir cual de los dos trenes es el que se mueve. Finalmente, y quizás lo más importante, está su conclusión de que la luz siempre tiene la misma velocidad de cualquier manera que se la mida. Einstein

consideró que la velocidad de la luz es una constante universal.

Partiendo de estos postulados, Einstein afirmó que cada observador tiene que practicar sus propias medidas en su propio sistema de referencia — su casa, su planeta o su galaxia —. Desde todos los puntos de vista prácticos, todas las cosas se mueven por el espacio a diversas velocidades. No existe ni éter ni poste indicador fijo en el universo que permita localizarse a uno mismo, o medir su velocidad. Lo único en común es que todo el mundo,

en todas partes, sea cual fuere su estado de movimiento, obtendrá la misma respuesta si intenta medir la velocidad de la luz.

### Viaje en tiempo lento

Einstein insistía en que un hombre que se alejaba de la tierra en una nave cohete experimentaría la retardación de su reloj.

Esta retardación del reloj en la nave cohete es un ejemplo de lo que los físicos llaman dilatación del tiempo. Se halla predicha en las ecuaciones de Einstein y es el resultado natural de la velocidad constante de la luz. A primera vista esto puede parecer ser solamente un brillante ejercicio mental, una especie de idea matemática inútil, sin aplicación en el mundo real. No obstante, Einstein siempre percibió que era algo más que una gimnasia mental; creía que la dilatación del tiempo era una propiedad auténtica del mundo real. Además, el hombre de tal viaje podría regresar a la tierra y



**Einstein y Charles Chaplin**

encontrar que todo lo que estimaba — su familia, su país, su civilización — habían desaparecido por completo. Un viaje a una estrella próxima a una velocidad próxima a la de la luz podría parecerle a él de solamente unos cuantos años, y en verdad solamente envejecería biológicamente unos cuantos años, pero al regresar a la tierra podría encontrar que habían transcurrido siglos de tiempo terrestre, alterando todo lo que conociera.

A semejanza de la teoría de la contracción de Lorentz y Fitzgerald, este asalto de Einstein al sentido común inspiró la pluma de un escritor de epigramas que llevó la dilatación del tiempo a sus últimas consecuencias en el siguiente poema:

*Una vez una dama  
llamada María  
Corría más veloz que la luz;  
Salió de su casa un día,  
De manera relativa,  
Y volvió la noche anterior.*

La teoría de la dilatación del tiempo no tuvo comprobación durante los 31 años siguientes de haber sido propuesta por Einstein.

Pero a partir de entonces los científicos comenzaron a observar, a nivel subatómico, ejemplos físicos reales de esta retardación. Se presenta, por ejemplo, en la desintegración de ciertas partículas subatómicas llamadas mesones, de masa intermedia entre el electrón y el protón. En condiciones ordinarias estos mesones son de vida cortísima y se transforman espontáneamente en otras dos partículas, un electrón y un neutrino. Pero a velocidades muy elevadas, próximas a la de la luz, se ha observado una demora apreciable antes de ocurrir su desintegración espontánea.

### **Otra vez frente a lo establecido**

Además del extraño comportamiento del tiempo y de la luz predicho por sus ecuaciones, la teoría de Einstein sugirió una nueva y muy inesperada posibilidad de la transformación de la energía. En su tiempo los físicos ha-

bían aceptado ya, no solamente el principio de la conservación de la energía, sino también otro principio llamado de conservación de la masa, que sencillamente afirmaba que la masa no puede ser ni creada ni destruida.

**«La física es un sistema lógico de pensar en fase de evolución. No se puede obtener su base sencillamente con experimentos y experiencia. Su progreso depende de la libre invención.»**

Cualquier variación de una masa determinada solamente podía proceder de aumento o disminución mecánica o química. En otras palabras, una cantidad determinada de masa podía ser aumentada encolando, clavando o fundiendo sobre ella más masa, o



**Albert y su amada esposa Elsa**

bien podía ser vaporizada, disuelta y partida para hacerla más pequeña. Pero se consideraba que la suma total de masa del universo permanecía para siempre constante. Hasta Einstein, los físicos hubiesen dicho que el movimiento de la materia no podía modificar su naturaleza fundamental; pero esta idea resultó estar en completa contradicción con los resultados de Einstein.

Los científicos no siempre calculan la materia pesándola en unas balanzas, sino que con más frecuencia la definen según la velocidad que adquiere cuando una fuerza conocida la empuja o tira de ella. El resultado de tal medida no se llama peso, sino masa. Dado el mismo impulso, una masa grande cobrará velocidad mucho más lentamente que una masa más pequeña. Los científicos no tenían razón para dudar que, si se daba un empujón

lo suficientemente fuerte, un trozo de materia podía ser acelerado hasta que su velocidad fuese mayor que la de la luz.

Ahí es donde Einstein dijo que no. Nada — afirmó — podía ir más rápidamente que la luz. La velocidad afectaba, no solamente la luz y el tiempo, sino también la masa. A medida que un cuerpo se aproximaba a la velocidad de la luz, su masa aumentaba, y sería cada vez más difícil empujarlo. A la velocidad de la luz su masa sería infinita, y ninguna cantidad de energía podría acelerarlo — hecho actualmente comprobado

por observaciones reales.

A velocidades corrientes el aumento de masa predicho por la relatividad es imperceptible. Incluso un avión a chorro a la velocidad del sonido aumentaría su masa en solamente una diez mil millonésima de un uno por ciento. Pero la masa aumenta rápidamente al aproximarse a la velocidad de la luz; a un 90 % de esa velocidad, la masa ha aumentado más del



doble. Este efecto es muy importante en el diseño de algunos de los mayores rompedores de átomos. En estas máquinas se hacen girar repetidamente en un círculo las partículas atómicas, aumentando un poco de velocidad y de masa a cada revolución. Es, por lo tanto, necesario ajustar a cada ciclo las fuerzas eléctricas que empujan las partículas, a fin de mantener en movimiento las partículas, que son cada vez algo más pesadas.

Hasta aquel punto Einstein había solamente afirmado que la masa y el movimiento de la materia (energía cinética) estaban re-

lacionados entre sí. Después de relacionarlos en este sentido restringido, dio el gran paso hacia adelante que eventualmente debería conducir a la era atómica.

La masa— afirmó — es equivalente a la energía en todas sus manifestaciones. Así pues, la energía y la materia no son las dos caras del universo, sino sencillamente dos lados de la misma cara. Aumentos y disminuciones de energía, según esta teoría, van siempre asociados a una variación de masa. Incluso calentar un objeto aumenta imperceptiblemente su masa.

### Riquezas inaccesibles

Según la ecuación de Einstein, la ahora famosa  $E=mc^2$ , la cantidad total de energía (E) encerrada en una masa (m) es igual a m multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz (c). Lo mismo que en todas las demás ecuaciones que relacionan cantidades

físicas, hay que tener cuidado en expresar todos los números en unidades adecuadas. En la ecuación anterior, E es el número de ergios, si se expresa m en gramos y c en centímetros por segundo. Por ejemplo, un gramo de cualquier sustancia, convertido totalmente en energía (tomando para la velocidad de la luz su valor de 30 mil millones de centímetros por segundo), produciría:

$$E \quad 1 \times 30.000.000.000 \times 30.000.000.000 \text{ ergios,}$$

o sea 900 trillones de ergios,



**Una foto histórica :  
Einstein, Robert  
Millikan y Marie  
Curie reunidos en  
Ginebra**

equivalentes a 25 millones de kilowatios-hora. En forma más gráfica, puede decirse que la masa de un billete de ferrocarril contiene suficiente energía para que un gran tren pueda dar varias veces la vuelta alrededor del mundo. Un kilogramo de materia enteramente convertida en energía sería equivalente a veinte millones de toneladas de TNT.

Durante los años que siguieron a la publicación de la teoría de Einstein, su afirmación de la equivalencia de la masa y de la energía fue objeto de muchas discusiones y especulaciones afanosas. Pues si Einstein tenía razón, las sustancias corrientes que nos rodean encerraban riquezas inimaginables — un nuevo El Dorado, más fabuloso que todos los yacimientos de oro del mundo, con tal de que el hombre pudiese liberar y utilizar esa energía.

Esta idea pareció tan fantástica a los amigos de Einstein en Berna, que se negaron a aceptar su teoría. Una conversación típica ha sido descrita en una reciente biografía por Peter Michelmores:

—Dice usted que hay más ca-

ballos de fuerza en un pedazo de carbón que en toda la caballería prusiana — le dijeron lamentándose —. Si eso fuese cierto, ¿por qué no se ha observado antes?

—Si un hombre fabulosamente rico nunca gasta un solo céntimo — respondió Einstein — nadie podrá decir cuánto dinero tiene, ni siquiera si tiene algo, o nada. Ocurre lo mismo con la materia; en tanto que algo de esa energía no salga al exterior, no puede ser observada.

—Y cómo se propone usted liberar esta energía oculta?

—No existe ni la más mínima indicación de que esa energía pueda nunca ser obtenida — dijo Einstein —. Significaría que podría destruirse el átomo a voluntad... Solamente vemos desintegraciones de átomos cuando la naturaleza las presenta.

En esa misma conversación, según Michelmores, preguntaron a Einstein si había calculado su ecuación de energía a partir de sus experimentos, y sus amigos se quedaron horrorizados cuando les dijo que hacía años que no había

entrado en un laboratorio: “La física es un sistema lógico de pensar en fase de evolución. No se puede obtener su base sencillamente con experimentos y experiencia. Su progreso depende de la libre invención ... No tengo la más pequeña duda de que tengo razón”.