

La revolución de un solo hombre

de Isaac Asimov

Ensayos del libro "Viaje a la Ciencia", de Isaac Asimov, editado por Tikal en 1995. Con traducción de Dafne Sebanes Plou.

Pag.: 31-36.

Si [Albert Einstein](#) hubiera vivido el 14 de marzo de 1979, habría celebrado su centenario. También habría visto cómo el mundo de la ciencia se ha revolucionado como resultado de su trabajo.

Einstein nació en 1879 en Alemania, y no hubo indicios en su juventud de que fuera a provocar una revolución intelectual en solitario. Cuando era joven no prometía nada en particular. De hecho, fue tan lento en aprender a hablar que hubo quien creyó que podía ser retrasado. Le iba tan mal en latín y griego en el instituto que un profesor le aconsejó dejar de estudiar con estas palabras: «Usted nunca llegará a nada, Einstein».

Logró seguir estudios superiores en Suiza -con dificultades- y consiguió graduarse -con dificultades-. No podía encontrar un puesto como profesor, y en 1901, gracias a la influencia del padre de un amigo, logró un puesto como funcionario de la Oficina de Patentes de Berna, en Suiza.

Allí comenzó su trabajo, para el cual, afortunadamente, sólo necesitaba lápiz, papel y su profundo conocimiento de las matemáticas.

En 1905, cuando tenía veintiséis años, alteró el mundo científico de su época con importantes artículos sobre tres temas diferentes.

Un artículo estudiaba el efecto fotoeléctrico, por medio del cual la luz que reciben ciertos metales estimula la emisión de electrones. En 1902 se había descubierto que la energía de los electrones emitidos no dependía de la intensidad de la luz. Una luz brillante de un tipo determinado puede provocar la emisión de un número mayor de electrones que una luz débil del mismo tipo, pero no de electrones con más energía. Esto confundía a los físicos de la época.

Einstein aplicó al problema la teoría del cuanto desarrollada cinco años antes por Max Planck. Para explicar el modo en que los cuerpos emiten radiación a diferentes temperaturas, Planck había postulado que la energía se emitía en unidades diferenciadas, a

las que llamó «cuantos». Si la frecuencia de la luz es más alta (y más corta la onda), hay más energía en el cuanto.

La teoría del cuanto no resultaba muy persuasiva en esa época, ya que Planck parecía estar jugando con los números para que su ecuación diera resultado. Incluso el propio Planck dudaba de que el cuanto existiera realmente -hasta que Einstein adoptó el concepto.

Einstein demostró que se necesitaba un cuanto con una cierta cantidad de energía para expulsar un electrón de un metal dado. Por lo tanto, la luz con una frecuencia por encima de un valor dado expulsaría electrones, y la luz con una frecuencia por debajo de ese valor no lo haría. Una luz muy débil con una frecuencia lo bastante alta expulsaría unos pocos electrones; una luz muy fuerte con una frecuencia insuficiente de electrones no expulsaría nada. Cuanto más alta fuera la frecuencia de la luz y mayor el cuanto, más energía tendrían los electrones expulsados.

Una vez que se descubrió que la teoría del cuanto era útil en una dirección totalmente inesperada, los científicos tuvieron que aceptarla. La teoría del cuanto revolucionó todos los aspectos de la física y de la química. Su aceptación marca el límite entre la «física clásica» y la «física moderna», y Einstein tuvo tanto que ver en la demarcación de esta línea divisoria como Planck.

Por este descubrimiento, a Einstein se le otorgó el premio [Nobel](#) de Física en 1921. No obstante, el efecto fotoeléctrico no era la dirección en la que Einstein obtendría sus mejores resultados.

En su segundo artículo de 1905, Einstein elaboró un análisis matemático del movimiento browniano, observado por primera vez tres cuartos de siglo antes. Se había descubierto que todos los pequeños objetos suspendidos en el agua, como los granos de polen o los pedacitos de tintura, se movían desordenadamente de un lado a otro sin motivo conocido.

Einstein sugirió que las moléculas del agua tenían un movimiento desordenado y que de vez en cuando unas moléculas golpeaban al pequeño objeto y lo enviaban hacia una dirección u otra. Einstein obtuvo una ecuación para representar este movimiento en el cual, entre otras cosas, figuraba el tamaño de las moléculas del agua.

Los átomos y las moléculas habían formado parte del pensamiento de los químicos durante casi un siglo hasta aquel momento, pero no había evidencias de que existieran. Por lo que podía suponer un químico, eran ficciones meramente convenientes que le permitían comprender las reacciones químicas -y nada más. Algunos científicos, como F.W. Ostwald, insistían en considerar los átomos como ficciones y se esforzaban por interpretar la química sin ellos.

Pero, una vez publicada, la ecuación de Einstein ofreció la oportunidad de realizar una medición directa de las propiedades atómicas. Si todos los valores de la ecuación estaban determinados, excepto el tamaño de la molécula del agua, era posible calcular el tamaño de esta molécula.

En 1913. J.B. Perrin lo hizo. Calculó el tamaño de la molécula del agua. A partir de ese cálculo se pudo conocer el tamaño de otros átomos. Ostwald abandonó sus objeciones y, por primera vez, los átomos fueron reconocidos universalmente como objetos reales cuya existencia no debía aceptarse sólo por fe.

Tras establecer la existencia tanto del cuanto como de los átomos, Einstein podría haber considerado que ya tenía suficiente por ese año, pero sus grandes logros todavía estaban por llegar.

También en 1905. Einstein publicó un trabajo que establecía una nueva visión del Universo. visión que reemplazaba la antigua visión de Isaac Newton, vigente sin discusión durante los últimos dos siglos y cuarto.

Según la antigua visión newtoniana, las velocidades se agregan estrictamente. Si una persona viaja en un tren que se mueve a veinte millas por hora en relación al suelo y, de pie sobre el techo, arroja una pelota hacia delante a veinte millas por hora en relación al tren, la pelota viajará a veinte más veinte millas por hora, o sea a cuarenta millas por hora en relación al suelo. Esto era considerado tan cierto y tan exacto como el hecho de que veinte manzanas más veinte manzanas suman cuarenta manzanas.

Einstein partió de la idea de que la velocidad medida de la luz es siempre constante, sin que importe cualquier movimiento relativo que pueda sufrir su fuente en relación con la medición individual de la luz.

Así, la luz de un reflector en un tren parado se movería hacia delante a la velocidad de 186.282 millas por segundo en relación al suelo. Si el reflector estuviera en un tren que avanzara a veinte millas por hora, la luz del reflector continuaría viajando a 186.282 millas por segundo en relación al suelo. Si el reflector estuviera en un tren que avanzara a 100.000 millas por segundo, o a 186.000 millas por segundo, la luz del reflector viajaría hacia delante a 186.282 millas por segundo en relación al suelo.

Esto parece ir en contra del sentido común, pero lo que llamamos «sentido común» está basado en nuestra experiencia con velocidades muy inferiores a las de la luz, que en realidad se suman -o casi-. Einstein, a partir de su presuposición de la velocidad constante, desarrolló una fórmula para sumar velocidades que demostró que incluso con velocidades comunes la suma no es totalmente aritmética y que veinte más veinte no son siempre cuarenta. Cuanto mayores son las velocidades, menos pueden ser calculadas por medio de una simple suma aritmética. hasta que al llegar a la velocidad de la luz no hay suma posible.

De este punto de partida surgieron todo tipo de consecuencias aparentemente peculiares. Resultó que nada que tuviera masa podía viajar más ligero que la velocidad de la luz en el vacío. Resultó que con la velocidad, la longitud en la dirección del movimiento disminuía, la masa aumentaba y el tiempo corría más despacio. También resultó que la luz no tenía por qué considerarse necesariamente como la vibración de una sustancia misteriosa llamada «éter»: la luz podía viajar atravesando el vacío en forma de partículas diferenciadas, similares a los cuantos, que recibieron el nombre de «fotones».

Todas las ecuaciones de Einstein se reducían a las ecuaciones de Newton si la velocidad de la luz se tomaba como algo infinito. Puesto que la velocidad de la luz es tan alta, las ecuaciones de Newton funcionan bastante bien cuando se aplican a velocidades bajas como las que se utilizan en los cohetes. Pero puesto que la velocidad de la luz no es infinita, las ecuaciones de Newton no son precisas a altas velocidades, como las relacionadas con partículas subatómicas.

Esta es la razón por la cual las teorías de Einstein sobre la relatividad del movimiento tuvieron que ser aceptadas a pesar de sus peculiares consecuencias. Las ecuaciones de Einstein funcionaban allí donde no lo hacían las de Newton. Por ejemplo, los aceleradores de partículas no funcionarían sin la teoría de Einstein, y sin ellos hubiéramos sido incapaces de aprender más que los aspectos más simples de la física subatómica.

Las ecuaciones de Einstein también demostraron que la masa era una forma de energía muy concentrada y consiguieron mostrar su relación mutua (la famosa $E=mc^2$). Einstein obligó a reinterpretar la conservación de la energía y llevó a la comprensión del significado de la energía nuclear. Esa comprensión, a su vez, condujo directamente al desarrollo de la bomba nuclear y de los reactores nucleares -para bien o para mal.

La teoría de Einstein se aplica sólo en el caso especial del movimiento relativo uniforme no acelerado en relación a un observador, de modo que fue llamada «teoría especial de la relatividad». En 1915 la extendió al movimiento acelerado y expuso la «teoría general de la relatividad».

Fue esta teoría general la que sentó las bases de la moderna cosmología y cosmogonía. Hizo posible por primera vez que se consideraran racionalmente las propiedades del Universo como totalidad, y el modo en el que pudo haber comenzado su existencia.

Las ecuaciones calculadas por Einstein en conexión con la relatividad general explicaban el concepto del perihelio de Mercurio, algo que la teoría de Newton no había conseguido explicar. Estos cálculos predecían que la luz formaba una curva en su camino al pasar por el campo gravitacional, lo que fue confirmado en 1919 cuando la posición de las estrellas cercanas al Sol fue medida durante un eclipse total. Las ecuaciones de Albert Einstein predecían que la luz perdería energía al moverse contra la fuerza gravitacional, extremo que fue confirmado en 1925 al estudiar la luz de la enana blanca compañera de Sirio. Esa fue, incidentalmente, la prueba final sobre la existencia de cuerpos como la enana blanca.

Las ecuaciones de la relatividad 'general' predijeron que el Universo se estaba expandiendo, algo que fue demostrado en la década de 1920. También predijeron la existencia de olas gravitacionales y de agujeros negros.

En 1917 Einstein consideró que los átomos y las moléculas ganaban y perdían un cuanto de energía cada vez. Einstein demostró que si una molécula ganaba energía y era golpeada por un fotón que contenía energía en una cantidad exactamente igual a la energía que había ganado, la molécula despediría esa energía ganada. La molécula emitiría un fotón de un tamaño exactamente igual al fotón que la había golpeado. y este fotón se movería en la misma dirección. Un fotón entraba, y dos fotones idénticos salían.

Treinta y cuatro años después, este principio fue utilizado por C.H. Townes para diseñar el «máser». Y, diez años después, T.H. Maiman lo utilizó para diseñar el láser.

El láser, un objeto que produce rayos comprimidos de luz monocromática coherente, puede ser particularmente crucial en el avance de las comunicaciones en el futuro cercano, ya que reemplaza a las ondas de radio. Los láseres también pueden ser utilizados para producir la fusión de hidrógeno y hacer posible, de esta manera, el desarrollo de la fusión de energía controlada, que bien puede resolver la crisis energética mundial. Y también eso surgió de un concepto de Einstein.

Hubo una contribución tardía. En 1940, un grupo de jóvenes científicos deseaba que el presidente F.D. Roosevelt destinara dinero del gobierno para desarrollar una bomba nuclear antes de que lo logaran los alemanes o los japoneses. Se pidió a Einstein que firmara la carta con la demanda al presidente. Sólo Einstein tenía prestigio como para hacerlo.

Sin embargo, en aquella época, Einstein estaba fuera de la línea central de la evolución de la física. En 1929 W.K. Heisenberg había calculado el «principio de incertidumbre», que demostraba que ciertas propiedades físicas fundamentales, como el momento y la posición, podían ser medidas sólo con una precisión particularmente definida, incluso como principio. De algunas cosas sólo se podía hablar en términos de probabilidades y de estadísticas.

Einstein no pudo aceptarlo. Este concepto era demasiado incómodo para él. «[No puedo creer que Dios juegue a los dados con el Universo](#)», dijo.

Desgraciadamente, es el principio de la probabilidad lo que explica muchos aspectos importantes del Universo tal como es, y cuando Einstein lo rechazó quedó atrás en el avance de la ciencia. Por ello, sus logros fueron escasos durante el último tercio de su vida.

Pero no importa. En el primer tercio de su vida ya había llegado lo bastante lejos.

[Atras](#)