

Ciencia en estado puro

En 1905, Einstein escribió una serie de trabajos que iban a revolucionar la Física. Diez años más tarde, su genial cerebro revolucionó nuestra percepción del universo. Así fue cómo lo hizo.

En 1902 se fundó en Berna la Academia Olimpia, dedicada a discutir de ciencia y filosofía. Era una sociedad peculiar, compuesta por sólo tres miembros: Maurice Solovine, Conrad Habicht y Albert Einstein. Tres años más tarde, Solovine y Habicht se marcharon de la ciudad y la Academia se disolvió, pero no dejaron de estar en contacto. En primavera Einstein escribía a Habicht prometiéndole cuatro trabajos: "El primero trata de las características de la radiación y es muy revolucionario. El segundo trabajo es la determinación del verdadero tamaño del átomo... El tercero demuestra que los cuerpos en suspensión en un fluido y de dimensiones de una milésima de milímetro deben experimentar un movimiento desordenado producido por la agitación térmica. El cuarto trabajo es sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento, empleando una modificación de la teoría del espacio y el tiempo".

Dicho y hecho. Ese año de 1905 envió 5 artículos a la revista *Anales de Física*: el que le condujo al premio Nobel por su **explicación del efecto fotoeléctrico** (18 de marzo); el que le hizo científicamente famoso al explicar el **movimiento browniano** (11 de mayo); el que puso las bases de la **teoría especial de la relatividad** (30 de junio); el que contiene la ecuación más famosa de la historia, **$E=mc^2$** (27 de septiembre); y un segundo trabajo, menos interesante, sobre el movimiento browniano (19 de diciembre). De propina, además, una tesis doctoral donde plantea una **nueva forma de medir el tamaño de las moléculas** (30 de abril), que se convirtió en su trabajo más citado.

Los artículos sobre el movimiento browniano y su tesis doctoral tienen su origen en dos problemas centrales de la física de comienzos del siglo XX. El primero era la misma existencia de las moléculas: ¿cómo probar que son reales? El segundo era consecuencia del primero. Si son reales, ¿cómo relacionar su movimiento con conceptos como la temperatura?

La solución al primer interrogante pudo ocurrírsele mientras tomaba el té. Al poner un terrón en el agua, se disuelve y se difunde por toda la taza, haciéndola más viscosa. De esta simple observación, Einstein dedujo una forma de calcular el tamaño de las moléculas y un valor para una constante fundamental llamada el **número de Avogadro**, que dice la cantidad de moléculas de un gas que hay en un volumen dado en unas condiciones concretas. **Con él se puede determinar la masa de cualquier átomo.** Éste fue el contenido de su tesis. Lo curioso es que al enviarla a la Universidad de Zúrich el encargado de evaluarla, Alfred Kleiner, la rechazó por ser demasiado corta. Einstein añadió una frase más y fue aceptada.

Los artículos de *Anales* discuten un fenómeno estudiado en 1827 por el botánico-conservador del Museo Británico Robert Brown: los granos de polen en suspensión en el agua se mueven de manera errática e imposible de predecir. En 1905 nadie había logrado explicar este movimiento browniano.

Los problemas teóricos y matemáticos a los que se enfrentaba eran insuperables, pero Einstein los salvó con su brillante intuición física. Por un lado, dijo, tenemos el comportamiento microscópico del grano de polen, que podemos asimilarlo a una molécula gigante. Por otro, ese grano es lo suficientemente grande como para que también obedezca las mismas leyes que gobiernan el movimiento de un sólido en un líquido, como un submarino. Einstein llegó a la conclusión de que midiendo el desplazamiento medio del polen podía calcular el valor de constantes fundamentales como el número de Avogadro. La chispa de su genio son las palabras desplazamiento medio: no importa el recorrido real sino la distancia en línea recta desde el principio al final (imaginemos un coche subiendo un puerto; no importa las vueltas que dé la carretera -el camino browniano-; lo que interesa es la distancia recorrida en línea recta). Con todo ello se deduce que el polen se mueve porque las moléculas de agua chocan con él como en un billar microscópico. Por tanto, el calor no es otra cosa que agitación molecular. Einstein había **demostrado la existencia de los átomos**.

A pesar de la importancia de estos trabajos, la imaginaria popular asocia a Einstein con la teoría especial de la relatividad. Con ella no sólo suprimió del universo el éter, esa sustancia sutil que llenaba el espacio y permitía a la luz viajar por el cosmos, sino que resolvió la profunda discrepancia que había entre la mecánica, que se ocupa de los objetos en movimiento, y el electromagnetismo. La situación era crítica: o se cambiaba la mecánica clásica, la de tiempos de Galileo, o se hacía lo propio con la teoría electromagnética enunciada por Maxwell en el siglo XIX.

Einstein, contra todo pronóstico, optó por la primera opción. Semejante decisión le llevó a afirmar que **la velocidad de la luz es irrebasable** y, por consiguiente, debemos dejar de considerar el tiempo y el espacio como absolutos. No son entidades separadas sino que conforman un continuo espacio-tiempo que depende del observador. Como la luz transporta información y su velocidad es finita, dos sucesos simultáneos para alguien no tienen que serlo para otro. El tiempo es relativo, el tic-tac del reloj depende de la velocidad a la que se mueve. Y lo más sorprendente: dentro de esta teoría se esconde $E = mc^2$, una ecuación que demostró toda su potencia con la bomba atómica.

Ahora bien, el artículo que cambió el mundo y por el que, después de ocho años como nominado, **recibió el Premio Nobel**, fue "Sobre un punto de vista heurístico concerniente a la producción y transformación de la luz". En él explicaba el funcionamiento de las células fotoeléctricas: ¿Por qué hay materiales que al incidir sobre ellos luz de cierto color (frecuencia) emiten electrones? El efecto fotoeléctrico es inexplicable si admitimos que la luz es una onda. Por ello Einstein dio una vuelta de tuerca a la propuesta de Max Planck de 1900 donde decía que la materia emite y absorbe energía en forma de pequeños paquetes o cuantos. Einstein afirmó que no sólo ocurría eso, sino que la energía, la propia luz, estaba formada por cuantos: los **fotones**.

Einstein es uno de los padres de la teoría más perfecta de la ciencia, la **mecánica cuántica**, pero **siempre renegó de ella** porque conduce a la desaparición de la causalidad: "Dios no juega a los dados". Incluso decía que ser tan buena era una prueba

clara de que era incorrecta. Esta postura revela su carácter: Einstein podía ser radical, pero no un rebelde. La relatividad no significó nunca una ruptura tan drástica.

Tras semejante despliegue de pirotecnia intelectual tuvimos que esperar dos años, a 1907, para que volviera a suceder algo parecido. Sentado ante su mesa de la oficina de patentes tuvo un pensamiento: Si una persona cae libremente no siente su propio peso. "Fue el pensamiento más feliz de mi vida", dijo. Acababa de abrir la puerta a su obra maestra: la teoría general de la relatividad. Einstein había descubierto el principio de equivalencia: Encerrados en un armario, no hay forma de distinguir si estamos en un planeta o viajamos por el espacio a aceleración constante.

Con la inapreciable ayuda de su amigo matemático Marcel Grossmann, Einstein trabajó duramente durante varios años. En noviembre de 1915 presentó su teoría en la Academia de Ciencias Prusiana, "el momento más dichoso de mi vida". En esas lecciones dio a conocer una teoría que conectaba la geometría del espacio con la materia presente en él: el valor de la curvatura en un punto del espacio es una medida de la gravedad existente en dicho punto. A mayor densidad del objeto, mayor curvatura y, por tanto, mayor gravedad.

La relatividad general es una de las teorías más importantes de la física. Su encanto se vio confirmado en el eclipse total de 1919, cuando el astrofísico Arthur Stanley Eddington observó la desviación de los rayos de luz de las estrellas al pasar cerca del Sol: las estrellas no estaban donde debían estar, sino donde Einstein decía. Tras la confirmación, *The New York Times* la tildó como "uno de los más grandes éxitos de la historia del pensamiento humano".