

# Introducción

Einstein vivió una época de revoluciones. Por fortuna, no todas fueron cruentas. Si en el siglo XIX la publicidad había logrado auparse a hombros de la prensa, al entrar en el XX conquistó la radio y, en el corto espacio de unas décadas, también la televisión. En tres oleadas sucesivas, el ciudadano de a pie recibió por primera vez, con toda su fuerza, el impacto de los medios de comunicación de masas. Aquellas personas que entonces encumbró la fama quedaron grabadas a fuego en el imaginario colectivo: Charles Chaplin, Marilyn Monroe, Elvis Presley, Albert Einstein... Luego vendrían otros actores, músicos y científicos, pero se las verían con un público menos ingenuo.

Al final de su vida, Einstein adquirió la dignidad de un santo laico. Tras dos conflictos mundiales, que legitimaron la guerra química y el pánico nuclear, la admiración por el progreso científico se había teñido de espanto. Para toda una generación desencantada, la figura del sabio distraído y de pelo alborotado, que abogaba por el desarme y predicaba la humildad intelectual frente a la naturaleza, suponía una última oportunidad de recuperar la fe en una ciencia humanista. En el apogeo de su popularidad, cuando se convirtió en una imagen icónica que sacaba la lengua a los fotógrafos, Einstein había cumplido setenta y dos años. Para entonces la edad había tenido tiempo de templar la mayoría de sus pasiones, salvo su obsesión por reconciliar la mecánica cuántica

con la relatividad. A partir de 1980, el acceso a su correspondencia privada inició el asalto a un Einstein más humano, desde luego más joven y también mucho más complejo. Algunos se sorprendieron de que hubiera alimentado otras inquietudes aparte de fumar en pipa, tocar el violín o evitar los calcetines.

Los puntos oscuros de su biografía se centran en la relación con su primera mujer, Mileva Marić, y dos de sus hijos, Lieserl, que nació de manera semiclandestina antes del matrimonio y fue dada en adopción, y Eduard, frente a quien mantuvo una actitud ambivalente tras conocer que padecía una enfermedad mental. Para muchos queda el retrato de un ciudadano ejemplar, un pacifista que plantó cara a la Primera Guerra Mundial, al nazismo y al macartismo, con una vida personal no tan ejemplar.

La intensidad con la que se ha examinado su figura inevitablemente la deforma, un fenómeno que recuerda los efectos cuánticos: el acto de la medida afecta hasta tal punto aquello que se pretende medir, que resulta imposible librarse de la incertidumbre. La revista *Time* lo eligió como personaje del siglo xx y quizá nunca alcancemos a bajarlo de ese pedestal: el de un personaje que en nuestra imaginación encarna un siglo, con menos derecho a las vacilaciones y defectos que quienes no representamos a nadie ni debemos responder ante expectativas universales. Para nosotros Einstein son las dos guerras mundiales, es el hongo de Hiroshima, la persecución y exterminio de los judíos, la implacable expansión del conocimiento científico, su impacto social, el sionismo, la paranoia del senador McCarthy, una colección de aforismos,  $E = mc^2$ , el sueño de la paz mundial...

Einstein trató de preservar su intimidad escribiendo la autobiografía con menos datos biográficos que se haya publicado jamás. En sus primeras páginas insertó una declaración de intenciones que se ha citado hasta la saciedad: «Lo fundamental en la existencia de un hombre de mi condición estriba en qué piensa y cómo piensa, y no en lo que haga o sufra». Sin embargo, es difícil que la curiosidad se detenga en el umbral de esa advertencia. En este libro se establecerá un diálogo entre la peripecia vital de Einstein y el germen de sus maravillosas intuiciones científicas. Quizá si hubiera obtenido con facilidad un puesto académico en

lugar de trabajar ocho horas diarias en la Oficina Suiza de Patentes habría alcanzado las mismas conclusiones, pero no deja de resultar sugestivo reconstruir bajo qué circunstancias, efectivamente, lo hizo.

Einstein nació arropado por la vanguardia tecnológica de su tiempo, perfectamente integrada en su entorno familiar a través de la fábrica de bombillas y material eléctrico de su padre. Llama la atención que ilustrara la teoría de la relatividad especial con ejemplos que recurren a la sincronización de relojes y a una profusión de trenes. Durante su infancia y su juventud, el ferrocarril se erigió en el medio de transporte moderno por antonomasia. Las velocidades que se desarrollaban entonces sobre las vías férreas se vivían como una experiencia tan inédita como estimulante. En sus años en Berna, la sincronización de relojes entre ciudades alimentaba la pasión cronométrica de los suizos. Quizá estas circunstancias excitaron la misma imaginación que alumbró una teoría donde se barajaban relojes, velocidades que desafiaban la experiencia ordinaria y cambios constantes de sistema de referencia. Más adelante, los secretos de la gravedad se manifestaron a bordo de otro invento, que en tiempos de Einstein era el colmo de la modernidad: «¡Lo que necesito saber con exactitud —exclamaba— es qué les ocurre a los pasajeros de un ascensor que cae al vacío!».

En sus primeros artículos exhibió su dominio de la física estadística y expresó al máximo el marco clásico de la teoría cinética molecular. Su trabajo permitía comprender el movimiento de las partículas de polvo a contraluz, el color azul del cielo o el temblor de las partículas del polen en un vaso de agua. También explicó fenómenos que desconcertaban a los físicos experimentales, como el efecto fotoeléctrico. Sin embargo, lo mejor estaba por venir. En su trabajo sobre la relatividad especial, de 1905, se inicia su verdadero legado, una forma de pensar nueva, que supuso una revelación y una inspiración para los físicos que le sucedieron. Él describió así la transición: «Una nueva teoría se hace necesaria, en primer lugar, cuando tropezamos con nuevos fenómenos que las teorías ya existentes no logran *explicar*. Pero esta motivación resulta, por decirlo de algún modo, trivial, impuesta desde fuera.

Existe otro motivo de no menor importancia. Consiste en un afán por la simplicidad y la unificación de las premisas de la teoría en su conjunto». Siguiendo los pasos de Euclides, que había abarcado toda la geometría conocida partiendo de un puñado de axiomas, Einstein extendió el campo de aplicación de sus teorías a toda la física. De hecho, su teoría de la relatividad general, publicada en 1915, sentó las bases de la cosmología moderna. A partir de hipótesis sencillas, como la constancia de la velocidad de la luz o la suposición de que todos los observadores, independientemente de cómo se muevan, aprecian las mismas leyes físicas, trastocó de modo irreversible nuestras nociones sobre el tiempo, el espacio o la gravedad. Su imaginación científica consiguió abarcar una extensión que deja sin aliento, desde la escala cuántica ( $10^{-15}$  m) hasta la misma envergadura del universo visible ( $10^{26}$  m).

Escoger bien las premisas, separar el grano de la paja, requería un don especial. Einstein nació con él. Cualquiera que se haya peleado alguna vez con los problemas de una clase de física sabe lo arduo que resulta remontar el vuelo por encima de las ecuaciones, como un jugador de fútbol capaz de ver más allá del centrocampista que se le viene encima. Si algo caracterizaba a Einstein era su extraordinaria intuición física, que le permitía leer la jugada de la naturaleza mientras otros se desorientaban en el aparente caos de los resultados experimentales. Si se veía en la necesidad, sabía desenvolverse con las herramientas matemáticas más sofisticadas, pero poseía la capacidad de dialogar con la realidad de un modo inmediato y profundo, con una suerte de clarividencia que luego articulaba lógicamente.

La semilla de sus dos grandes teorías, la relatividad especial y la general, fueron dos imágenes mentales que se materializaron en momentos de súbita inspiración. En la primera se veía en la oscuridad, persiguiendo un rayo de luz, preguntándose qué sucedería cuando lo alcanzara. La segunda visión la protagonizaba un hombre que se precipitaba al vacío, perdiendo durante su caída toda sensación de peso. Hay quien atribuye el fracaso de su proyecto más ambicioso, la construcción de una teoría final (un conjunto de premisas a partir de las cuales se podrían deducir todos

los fenómenos físicos), a que en esta ocasión Einstein no halló la imagen intuitiva que le sirviera de guía.

Su *modus operandi* hizo de él un físico polémico: con frecuencia sus especulaciones se adelantaban décadas a su verificación experimental. Sin embargo, la propia controversia terminaba por convertirse en su mejor aliada una vez que se resolvía. La confirmación en 1919 de que la luz de las estrellas se curva en la proximidad del Sol, lo catapultó a la fama.

Fue el autor de una de las últimas obras científicas que puede presumir de una impronta personal. De acuerdo con el escritor inglés Charles P. Snow, «Dirac, poco dado a los elogios exagerados, fue quien rindió el tributo más agudo a Einstein. Dijo en primer lugar que si este no hubiera publicado la teoría especial de la relatividad en 1905, otros lo habrían hecho en un plazo muy breve de tiempo, en unos cinco años [...]. Pero la teoría general de la relatividad se trataba de un asunto completamente distinto. Es probable que sin Einstein todavía hoy siguiéramos esperándola».

Una medida de su talento se obtiene al comparar las dos grandes revoluciones de la física del siglo xx. La mecánica cuántica es la construcción de un ejército de científicos formidables: Planck, Schrödinger, Heisenberg, Born, Dirac, Bohr, Pauli, Feynman... y el propio Einstein. La formulación de la relatividad general es, en esencia, fruto de una sola persona. Hasta el punto de que uno de los atolladeros de la física actual reside en conciliar la visión geométrica que Einstein impuso en la gravitación con las modernas teorías cuánticas. Steven Weinberg, premio Nobel en 1979, reflexionaba sobre este reto endiablado: «Se ha progresado mucho [...] en la adquisición de una visión unificada de las fuerzas que actúan sobre las partículas elementales [...], excluyendo la gravitación, pero es muy difícil dar el último paso e incluirla en el marco». Una parte sustancial del problema no estriba en la naturaleza de la gravedad, sino en la representación que de ella hemos heredado a través de Einstein, tan diferente y exótica frente al resto de la imagería física contemporánea.

La relatividad y la mecánica cuántica desterraron para siempre las interpretaciones del mundo basadas en el sentido común y en conceptos que echaban sus raíces en la vida cotidiana, como

la simultaneidad, la posición o la velocidad. La mecánica cuántica quizá resultó demasiado esotérica desde su nacimiento para conquistar el corazón del gran público. La relatividad, sin embargo, abrió la puerta del cosmos, hablaba del espacio y el tiempo, de cuerpos que al moverse encogían y frenaban el ritmo de sus relojes. Pintaba un escenario lo bastante exótico para fascinar, pero a partir de elementos lo suficientemente familiares para no expulsarnos del todo de él. Si Newton convirtió el mundo en un mecanismo de relojería, que se podía manipular para alumbrar una Revolución industrial, Einstein lo transformó en un espacio donde soñar lo imposible. Se le entendiera del todo o no, el eco de sus ideas resuena a lo ancho y largo de nuestra cultura.

Su obra concedió carta de naturaleza a conceptos insólitos: viajes en el tiempo, agujeros negros, lentes gravitacionales, nuevos estados de la materia, universos en expansión, bombas capaces de aniquilar un mundo... Este libro se centra en sus creaciones mayores, en relatividad y física cuántica, dejando un espacio también para las menores, en óptica y mecánica estadística, que habrían bastado para ganarle un lugar de honor en la historia de la ciencia.

Aunque se haya escrito tanto sobre Einstein como para abarrotar los estantes de la Biblioteca de Babel, su obra sigue exigiendo una constante puesta al día. En septiembre de 2015, el mismo año en el que se celebraba el centenario de la teoría general de la relatividad, el observatorio LIGO detectó el oleaje gravitatorio levantado por la fusión de dos agujeros negros. Este primer registro de una onda gravitatoria, cuya existencia había predicho Einstein en 1916, señaló el comienzo de una nueva era de la astronomía. La relatividad no solo continuará protagonizando hallazgos científicos de primer orden en los años que están por venir. Gran parte de los juguetes tecnológicos que nos rodean son herederos, más o menos directos, de las intuiciones de Einstein, como los láseres y el GPS. No pasa una década sin que la industria encuentre una nueva aplicación a sus ideas o se progrese en la búsqueda de una teoría cuántica de la gravitación. Los profetas rara vez aciertan con el rostro futuro de la ciencia. Poco se arriesga, sin embargo, al augurar que el fantasma de Einstein seguirá recorriendo la física del siglo XXI.

- |  |   |
|--|---|
| <b>1879</b> Nace en Ulm, Alemania, el 14 de marzo, Albert Einstein, primer hijo de Hermann Einstein y Pauline Koch.  | <b>1919</b> El astrónomo Arthur Eddington confirma la predicción de la teoría relativista acerca del efecto del campo gravitatorio sobre los rayos luminosos. De la noche a la mañana, Einstein se convierte en una celebridad mundial.   |
| <b>1896</b> Ingresa en la Escuela Politécnica Federal de Zúrich, donde conoce a su futura esposa, Mileva Marić.  | <b>1922</b> Einstein recibe el premio Nobel de Física, no por la teoría de la relatividad, sino por su explicación del efecto fotoeléctrico.  |
| <b>1901</b> Einstein adopta la nacionalidad suiza.   | <b>1933</b> Desde el extranjero, Einstein es testigo de la subida al poder de Hitler y decide cortar todo contacto con las instituciones científicas alemanas. A finales de año se instala definitivamente en Estados Unidos. Trabaja en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, donde coincide con otros grandes científicos, como Kurt Gödel y John von Neumann. |
| <b>1902</b> Mileva da a luz a su primera hija: Lieserl. Einstein se incorpora a la Oficina de Patentes de Berna.   | <b>1939</b> Einstein firma una carta dirigida al presidente estadounidense Franklin D. Roosevelt en la que le previene del potencial destructivo de una eventual bomba atómica.   |
| <b>1903</b> Se casa con Mileva Marić. La pareja tendrá dos hijos más: Hans Albert y Eduard.  | <b>1952</b> Rechaza la oferta de convertirse en el segundo presidente del nuevo Estado de Israel.   |
| <b>1905</b> El <i>annus mirabilis</i> de Einstein. Publica varios artículos seminales acerca del movimiento browniano, la naturaleza corpuscular de la luz, la equivalencia entre masa y energía —que contiene la célebre expresión $E=mc^2$ — y sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento. Este último es el germen de la relatividad especial. | <b>1955</b> Muere en Princeton, el 18 de abril, a la edad de setenta y seis años de la rotura de un aneurisma en la aorta.  |
| <b>1912</b> Es nombrado profesor titular en la Politécnica de Zúrich. Empieza una aventura con su prima Elsa Löwenthal.  |   |
| <b>1914</b> Albert y Mileva se separan.  |   |
| <b>1915</b> Presenta las ecuaciones definitivas de la teoría de la relatividad general en la Academia Prusiana de las Ciencias de Berlín.  |   |