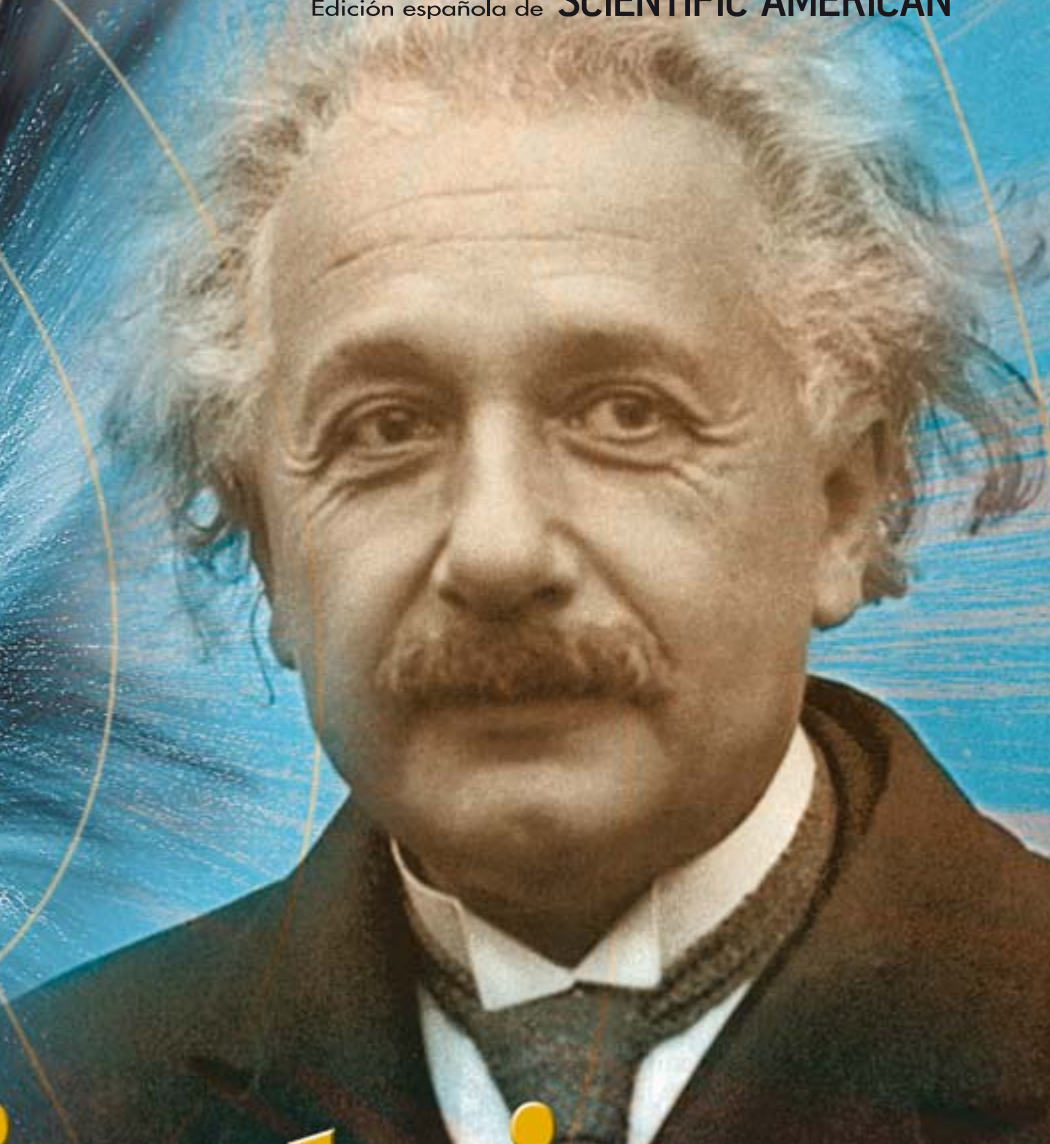


TEMAS 40

INVESTIGACION y CIENCIA

Edición española de SCIENTIFIC AMERICAN



Einstein

2º trimestre 2005



6,50 EURO



Un mito desconocido

¿Quién era Albert Einstein? Su imagen popular oscila entre dos extremos que, sin embargo, no se excluyen mutuamente: por un lado, se le presenta como el padre de la física moderna —desde la astrofísica hasta la física atómica y nuclear—; por otro, aparece como una suerte de brujo, que, valiéndose de especulaciones incomprensibles, desbarató las ideas tradicionales de la física con un simple toque de varita mágica.

Los físicos, en cambio, contemplan su obra desde una perspectiva distinta. No obstante, a menudo ignoran los detalles de la historia de la física del siglo que acaba de terminar así como de la participación de Einstein. La visión más extendida limita la aportación einsteiniana a las teorías de la relatividad restringida y general. Se sabe también que enunció una importante ley sobre el efecto fotoeléctrico, que contribuyó a la moderna concepción dual de la luz (ondulatoria y corpuscular). Ha abonado esta visión simplista, que minimiza la trascendencia de las investigaciones de Einstein en el desarrollo de la física cuántica, el rechazo que éste manifestó no por la mecánica cuántica en sí sino por su interpretación probabilística del mundo físico —pues, según Einstein, el mundo físico es realista y determinista. Einstein no puede considerarse el padre de toda la física moderna, pero sí un gigante: al enunciar su teoría de la relatividad restringida, legó a los físicos conceptos fundamentales. Aún hoy, sus geniales teorías resultan fascinantes por el contraste que ofrecen entre la simplicidad de las ideas seminales y el alcance de sus consecuencias.

A la imagen del joven brillante que consagró su vida a las teorías de la relatividad, se asocia la de un hombre que trascendió a su genio; un hombre que, al margen de la física moderna, se dedicó tenazmente, sin mayor éxito, a elaborar una teoría unificada de la gravitación y el electromagnetismo. Su legado más importante, la teoría de la relatividad general, que le catapultó a la fama en 1919, cayó de inmediato en un olvido de tres decenios. Einstein debería esperar el desarrollo de la astrofísica y de la cosmología para ver rebrotar el interés por su teoría. Esta segunda parte de la trayectoria científica de Einstein queda injustamente velada por el éxito de la primera.

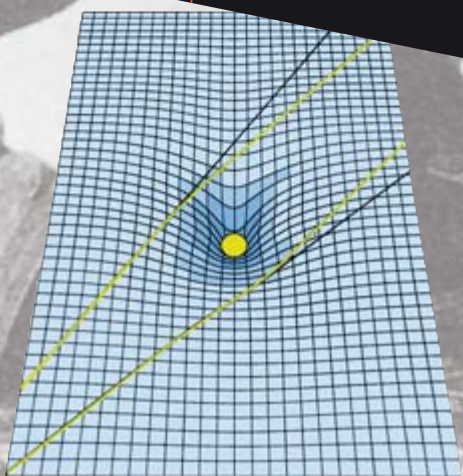
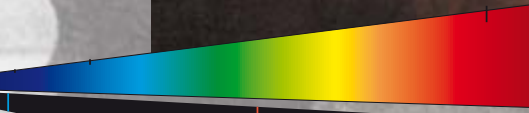
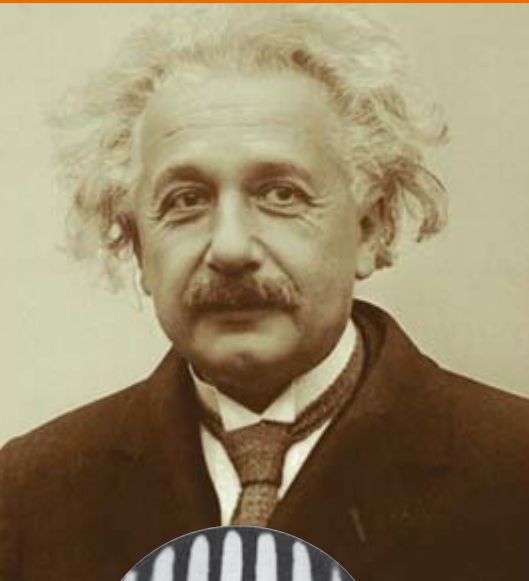
La personalidad de Einstein resulta asimismo difícil de comprender, pese a la tinta derramada para escribir sobre los más diversos aspectos de la misma. ¿Cómo relacionar —si es que tiene algún sentido— el cruel perseguidor de su primera mujer con el bondadoso personaje en que se convirtió al final de sus días?

Intentaremos esbozar una imagen fiel de Einstein y de las repercusiones de su obra, presentándolo como un científico de su época y no como un mito. El concienzudo trabajo de generaciones enteras de historiadores de la física muestra la figura de un investigador, cuya finura se hace patente en sus estudios y en el intercambio con sus compañeros y colaboradores.



SILVIO BERGIA

Profesor de física de la Universidad de Bolonia



1 UN MITO DESCONOCIDO

4 LA FORMACIÓN DE UN PERSONAJE

La familia, la escuela y la ciudad: así maduran una personalidad vigorosa y una vocación científica.

12 ETÉR, ÁTOMOS Y CUANTOS

A finales del siglo XIX varias cuestiones aguijonean a los físicos: ¿cómo se propagan las ondas electromagnéticas? ¿Existen los átomos? ¿Qué es la radiación? El joven Einstein queda fascinado.

20 LA LUZ Y LOS ÁTOMOS

A principios del siglo XX, el joven Einstein escudriña instintivamente los problemas de mayor interés en física. Desentraña así algunos misterios de la radiación electromagnética y de los átomos.

28 ESPACIO, TIEMPO Y VELOCIDAD

La existencia de una velocidad límite cuartea el carácter absoluto del espacio y del tiempo. Einstein reconcilia el electromagnetismo y la mecánica con su teoría de la relatividad restringida.

39 LA CONSOLIDACIÓN

Los primeros éxitos del joven empleado de la oficina de patentes de Berna despiertan el interés de los físicos y le abren, en 1909, las puertas del mundo universitario.

46 ESPACIO, TIEMPO Y GRAVITACIÓN

En el decenio de 1910, una feliz inspiración y unas nuevas matemáticas llevan a Einstein hasta su teoría relativista de la gravitación.





55 LA COSMOLOGÍA

Con la descripción de un universo compatible con su teoría de la gravitación, Einstein inicia, en 1917, la cosmología moderna. Dejó cuestiones en el aire: ¿Es infinito el universo? ¿Es estacionario?

62 DE LOS CUANTOS A LOS FOTONES

Entre 1905 y 1924, se va desentrañando la naturaleza dual de la radiación electromagnética, a la vez ondulatoria y corpuscular.

71 EINSTEIN RECHAZA LA MECÁNICA CUÁNTICA

Se pone de manifiesto la fecundidad de la mecánica cuántica desarrollada durante los años veinte. Sin embargo, su interpretación en términos de probabilidades choca con la empecinada resistencia de Einstein.

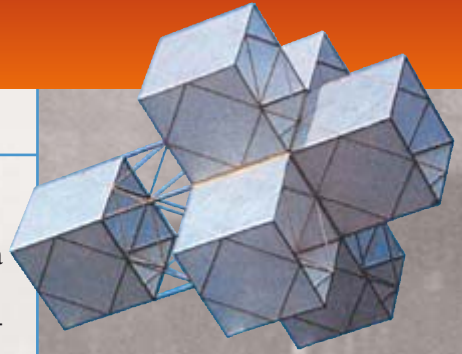
76 EN LOS ESTADOS UNIDOS

En 1933, Einstein huye del nazismo y emigra a los Estados Unidos. En Princeton, se pregunta sobre los fundamentos de la mecánica cuántica e intenta unificar el electromagnetismo y la gravitación.

86 LA HERENCIA DE EINSTEIN

De la fisión nuclear a la metrología, las aplicaciones de la relatividad restringida son múltiples. Tras unos comienzos difíciles, los experimentos verificarían por fin la relatividad general, que de una posición elevada aunque lateral, ha venido a instalarse en el centro de la física actual.

96 CRONOLOGÍA



La formación de un personaje

*La familia, la escuela y la ciudad:
así maduran una personalidad vigorosa
y una vocación científica*

Querido Habicht: Reina entre nosotros un silencio tan solemne, que me parece sacrílego romperlo con una charlatanería insulsa. Pero, ¿no es así como les sucede siempre a los seres sublimes de este mundo? ¿Qué hace usted entonces, especie de ballena congelada, pedazo de ánima acecinada u otra de las cosas que, lleno de ira en el 70 por ciento y de compasión en el 30 por ciento restante, aún podría espetarle? No es sino al último 30 por ciento al que debe agradecer que, después de su ausencia en Pascua sin noticia alguna, no le enviara una caja de ajos y cebollas picadas. ¿Por qué no me ha mandado aún su tesis? ¿Acaso no sabe que yo seré una de las 1 y 1/2 personas que la leerán con placer, miserable individuo? Le prometo a cambio cuatro de mis trabajos, de los cuales podría enviarle el primero en breve, pues muy pronto recibiré las separatas. Trata de la radiación y de las propiedades energéticas de la luz. Es muy revolucionario, como verá usted si me envía antes sus trabajos. La segunda publicación corresponde a una determinación del tamaño del átomo a partir de la difusión y el rozamiento interno de soluciones diluidas de sustancias neutras. En el tercer trabajo se demuestra que, de acuerdo con la teoría molecular del calor, las partículas de un tamaño del orden de la milésima de milímetro en suspensión en el seno de un líquido se hallan sujetas a un movimiento desordenado perceptible, debido a la agitación térmica. Los fisiólogos han observado ya el movimiento de pequeños corpúsculos inanimados en suspensión; lo han denominado “movimiento molecular browniano”. Del cuarto artículo dispongo sólo de un borrador. Trata de una electrodinámica de los cuerpos en movimiento, establecida a partir de una modificación de la teoría del espacio y del tiempo; la parte cinética de éste a buen seguro le interesará.

Carta de Albert Einstein a Conrad Habicht, mayo de 1905.

Este texto corresponde al extracto de una carta que Einstein, quien a la sazón contaba veinte años, escribió a un amigo. Sorprende que le tratara de usted al propio tiempo que le lanzaba pintorescas invectivas; pero a comienzos del siglo XX, esa formalidad era de rigor en Suiza, incluso entre compañeros. Hasta ahí, pues, nada que reseñar: un joven investigador ha redactado cuatro artículos científicos y le promete a un amigo, a quien cree interesado, enviarle un ejemplar. Un análisis más profundo del texto revela, sin embargo, que quien lo escribe poco tiene de común.

Para empezar, deja traslucir una personalidad y una actitud vigorosas. El vocabulario de Einstein abarca diversos registros idiomáticos, pero su expresión es siempre directa. En aquella época, al igual que en la nuestra, las revistas especializadas publicaban sobre todo los trabajos de los profesores e investigadores de la Universidad, los Institutos y las Academias, así como de los laboratorios de las grandes empresas. El joven Einstein no era ni lo uno ni lo otro: trabajaba en la oficina de patentes de Berna, completamente al margen de la comunidad científica.



1. EL PADRE de Albert, Hermann Einstein (1847-1902).



3. PRIMERA FOTOGRAFIA conocida del pequeño Albert, a la edad de tres años (*arriba*). Casa natal de Einstein en el número 135 bis de la Bahnhofstrasse de Ulm, en una fotografía de la época (*abajo*). El edificio fue destruido en un bombardeo durante la segunda guerra mundial.



4. LA MADRE de Albert, Paulina Koch (1858-1920).

2. ALBERT A LOS CINCO AÑOS, con su hermana pequeña Maja.



5. ALBERT Y MAJA en su adolescencia.





ARCHIVO DE IMAGENES DEL PATRIMONIO CULTURAL PRUSIANO, BERLIN

6. LA CLASE DE EINSTEIN en 1889. El pequeño Albert es el tercero de la primera fila empezando por la derecha (círculo).

El segundo aspecto a resaltar concierne a dos alusiones de Einstein: el tratamiento “muy revolucionario” de la radiación y de la luz, y la electrodinámica basada en una “nueva formulación” de la noción de espacio y de tiempo. Ambas dejan entrever que no se trata de trabajos corrientes. En efecto, estos estudios no sólo introdujeron conceptos físicos totalmente novedosos, sino que mantuvieron además ocupados a un buen número de expertos en el transcurso de los siguientes decenios.

En los capítulos que siguen ofreceremos una descripción, tan precisa como sea posible, del contenido de tres de estas publicaciones fechadas en 1905 (prescindiremos de la segunda, sobre la determinación del tamaño del átomo, por ser la de menor importancia). Situaremos estos avances en el contexto científico de la época, ejercicio indispensable para calibrar su relevancia.

Explicaremos también cómo un investigador ajeno a la academia logró escribir y publicar tres artículos de la mayor trascendencia. Para responder a esta cuestión, a menudo se recurre a las misteriosas cualidades del genio, lo que equivale a admitir que no existe explicación. Pero, como el mismo Einstein dijo, “el fin de toda actividad intelectual consiste en reducir el misterio a algo comprensible”. Por tanto, intentaremos —con modestia— desenmarañar el misterio de Einstein. Recorreremos las etapas que perfilaron su personalidad y trazaremos el camino que le condujo a tan revolucionarios hallazgos. Analizaremos las diferentes fases de la vida y la actividad de Einstein, desde la perspectiva que nos ofrecen el marco histórico y el desarrollo de la física en general.

Infancia tranquila, adolescencia rebelde

Albert Einstein nace en Ulm el 14 de marzo de 1879. Su padre, Hermann, y su madre, Paulina Koch, eran judíos no practicantes. En 1880, la empresa de su padre atravesaba por dificultades. La familia decide trasladarse a Múnich,