

“There is no matter as such. All the matter originates and exists only by virtue of a force which brings the particle of an atom to vibration and holds this most minute solar system of the atom together.

We must assume behind this force the existence of a conscious and intelligent mind. This mind is the matrix of all matter”.

“La materia no existe como tal. Toda la material se origina y existe sólo en virtud de una fuerza que hace vibrar la partícula de un átomo y mantiene este diminuto sistema solar (el átomo) unido.

Debemos asumir detrás de esta fuerza la existencia de una mente consciente e inteligente. Esta mente es la matriz de toda la materia”.

**Max Planck.**

---

**Max Karl Ernst Ludwig Planck (Kiel, Alemania, 23 de abril de 1858 - Gotinga, Alemania, 4 de octubre de 1947) fue un físico alemán considerado como el inventor de la teoría cuántica y galardonado con el Premio Nobel de Física en 1918.**

## **Biografía**

Planck comenzó sus estudios de física en la Universidad de Múnich en 1874. En 1878 presenta su tesis de doctorado sobre "el segundo principio de la termodinámica" y el concepto de la entropía en constante aumento. Sus profesores no están muy convencidos, pero se gradúa finalmente en 1879 en la ciudad de Berlín. Volvió a Múnich en 1880 para ejercer como profesor en la universidad.

En 1885 se mudó a Kiel. Allí se casó con Marie Merck en 1886. En 1889, volvió a Berlín, donde desde 1892 fue el director de la cátedra de Física teórica.

Desde 1905 hasta 1909, Planck fue la cabeza de la Deutsche Physikalische Gesellschaft (Sociedad Alemana de Física). Su mujer murió en 1909, y un año después se casó con Marga von Hoesslin. En 1913, se puso a la



cabeza de la universidad de Berlín. En 1918 recibió el Premio Nobel de física por la creación de la mecánica cuántica. Desde 1930 hasta 1937, Planck estuvo a la cabeza de la Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (KWG, Sociedad del emperador Guillermo para el avance de la ciencia).

Durante la Segunda Guerra Mundial, Planck intentó convencer a Adolfo Hitler de que perdonase a los científicos judíos. Erwin, el hijo de Planck, fue ejecutado por alta traición el 20 de julio de 1944, por la supuesta colaboración en el intento de asesinato de Hitler. Tras la muerte de Max Planck el 4 de octubre de 1947 en Gotinga, la KWG se renombró a Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (MPG, Sociedad Max Planck).

Los descubrimientos de Planck, que fueron verificados posteriormente por otros científicos, fueron el nacimiento de un campo totalmente nuevo de la física, conocido como mecánica cuántica y proporcionaron los cimientos para la investigación en campos como el de la energía atómica. Reconoció en 1905 la importancia de las ideas sobre la cuantificación de la radiación electromagnética expuestas por Albert Einstein, con quien colaboró a lo largo de su carrera.

## **Investigaciones científicas**

Aunque en un principio fue ignorado por la comunidad científica, profundizó en el estudio de la teoría del calor y descubrió, uno tras otro, los mismos principios que ya había enunciado Josiah Willard Gibbs (sin conocerlos previamente, pues no habían sido divulgados). Las ideas de Clausius sobre la entropía ocuparon un espacio central en sus pensamientos.

En 1899, descubrió una constante fundamental, la denominada Constante de Planck, usada para calcular la energía de un fotón. Se basa en que el máximo de incertidumbre de la masa de una partícula multiplicada por el máximo de incertidumbre de la velocidad de una partícula multiplicada por el máximo de incertidumbre de su volumen nunca puede ser menor que una determinada cantidad, que es la constante. Ese mismo año describió su propio grupo de unidades de medida basadas en las constantes físicas fundamentales. Un año después descubrió la ley de radiación del calor, denominada Ley de Planck, que explica el espectro de emisión de un cuerpo negro. Esta ley se convirtió en una de las bases de la teoría cuántica, que emergió unos años más tarde con la colaboración de Albert Einstein y Niels Bohr.

## Relación con Albert Einstein



Primera Conferencia Solvay en 1911. Max Planck se encuentra situado, en la fila posterior, el segundo por la izquierda.

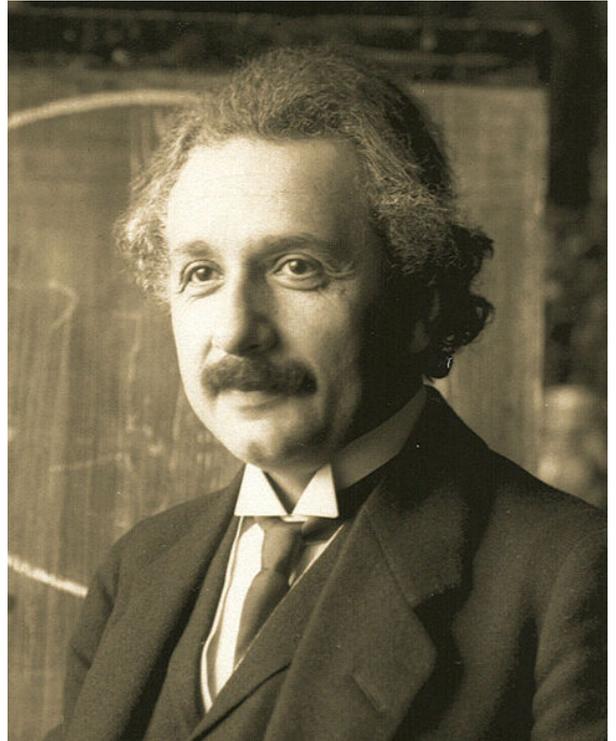
En 1905 se publicaron los primeros estudios del desconocido Albert Einstein acerca de la teoría de la relatividad, siendo Planck uno de los pocos científicos que reconocieron inmediatamente lo significativo de esta nueva teoría científica.

Planck también contribuyó considerablemente a ampliar esta teoría. La hipótesis de Einstein sobre la ligereza del quantum (el fotón), basada en el descubrimiento de Philipp Lenard de 1902 sobre el efecto fotoeléctrico, fue rechazada inicialmente por Planck, así como la teoría de James Clerk Maxwell sobre electrodinámica.

En 1910 Einstein precisó el comportamiento anómalo del calor específico en bajas temperaturas como otro ejemplo de un fenómeno que desafía la explicación de la física clásica. Planck y Walther Nernst para clarificar las contradicciones que aparecían en la física organizó la primera Conferencia Solvay, realizada en Bruselas en 1911. En esta reunión, Einstein finalmente convenció a Planck sobre sus investigaciones y sus dudas. A partir de aquel momento les unió una gran amistad, siendo nombrado Albert Einstein profesor de física en la universidad de Berlín mientras que Planck fue decano.

En 1918 fue galardonado con el Premio Nobel de Física por su papel jugado en el avance de la física con el descubrimiento de la teoría cuántica.

**Albert Einstein** (14 de marzo de 1879 - 18 de abril de 1955), nacido en Alemania y nacionalizado en Estados Unidos en 1940, es el científico más conocido e importante del siglo XX. En 1905, siendo un joven físico desconocido, empleado en la Oficina de Patentes de Berna (Suiza), publicó su Teoría de la Relatividad Especial. En ella incorporó, en un marco teórico simple y con base en postulados físicos sencillos, conceptos y fenómenos estudiados anteriormente por Henri Poincaré y Hendrik Lorentz. Probablemente, la ecuación de la física más conocida a nivel popular es la expresión matemática de la equivalencia masa - energía,  $E=mc^2$ , deducida por Einstein como una consecuencia lógica de esta teoría. Ese mismo año publicó otros trabajos que sentarían algunas de las bases de la física estadística y la mecánica cuántica.



En 1915 presentó la Teoría General de la Relatividad, en la que reformuló por completo el concepto de gravedad. Una de las consecuencias fue el surgimiento del estudio científico del origen y evolución del Universo por la rama de la física denominada cosmología. Muy poco después, Einstein se convirtió en un icono popular de la ciencia alcanzando fama mundial, un privilegio al alcance de muy pocos científicos.

Obtuvo el Premio Nobel de Física en 1921 por su explicación del efecto fotoeléctrico y sus numerosas contribuciones a la física teórica, y no por la Relatividad, pues en esa época era aún considerada un tanto controvertida por parte de muchos científicos.

## Biografía

### Primeros años

Albert Einstein nació en Ulm, (Alemania) a unos 100 km al este de Stuttgart, en el seno de una familia judía, lo que tendría a la larga consecuencias en su biografía. Sus padres eran Hermann Einstein y Pauline Koch. Su padre trabajaba como vendedor de colchones, pero luego ingresó en la empresa electroquímica Hermann.

Desde un comienzo, Albert demostró cierta dificultad para expresarse lo que parecía dar una falsa apariencia de algún retardo que le provocaría muchos problemas en el futuro. Albert cursó sus estudios primarios en una escuela católica; un periodo difícil que sobrellevaría gracias a las clases de violín que le daría su madre y a la introducción al álgebra que le descubriría su tío Jacob.

Otro de sus tíos incentivó sus intereses científicos en su adolescencia proporcionándole libros de ciencia. Según relata el propio Einstein en su autobiografía, de la lectura de estos libros de divulgación científica nacería un constante cuestionamiento de las afirmaciones de la religión; un libre pensamiento decidido que fue asociado a otras formas de rechazo hacia el Estado y la autoridad. Un escepticismo poco común en aquella época, a decir del propio Einstein. Su paso por el Gymnasium (instituto de bachillerato), sin embargo, no fue muy gratificante: la rigidez y la disciplina militar de los institutos de secundaria de la época de Bismarck le granjearon no pocas polémicas con los profesores: "tu sola presencia mina el respeto que me debe la clase", le dijo uno de ellos en una ocasión. Otro le dijo que nunca llegaría a nada.

Einstein comenzó a estudiar matemáticas a la edad de 12 años. Se interesó por el álgebra y la geometría plana, y a los 15 años, sin tutor ni guía, emprendió el estudio del cálculo infinitesimal. Existe el rumor, claramente infundado, sobre su incapacidad de aprobar las asignaturas de matemáticas. Lo que sí es cierto es que los cambios en el sistema educativo de aquellos años añadieron confusión a su currículum.

En 1894 la compañía Hermann sufría importantes dificultades económicas y los Einstein se mudaron de Múnich a Pavía en Italia cerca de Milán. Albert permaneció en Múnich para terminar sus cursos antes de reunirse con su familia en Pavía, pero la separación duró poco tiempo: antes de obtener su título de bachiller Albert decidió abandonar el Gymnasium.

Entonces, la familia Einstein intentó matricular a Albert en el Instituto Politécnico de Zúrich (*Eidgenössische Technische Hochschule*) pero, al no tener el título de bachiller, tuvo que presentarse a una prueba de acceso que suspendió a causa de una calificación deficiente en una asignatura de letras. Esto supuso que fuera rechazado inicialmente, pero el director del centro, impresionado por sus resultados en ciencias, le aconsejó que continuara sus estudios de bachiller y que obtuviera el título que le daría acceso directo al Politécnico. Su familia le envió a Aarau para terminar sus estudios secundarios, y Albert obtuvo el título de bachiller alemán en 1896, a la edad de 16 años. Ese mismo año renunció a su ciudadanía alemana e inició los trámites para convertirse en ciudadano suizo. Poco después el joven Einstein ingresó en el Instituto Politécnico de Zúrich, ingresando en la Escuela de orientación matemática y científica, y con la idea de estudiar física.

Durante sus años en la políticamente vibrante Zúrich, Einstein descubrió la obra de diversos filósofos: Marx, Engels, Hume, Kant, Mach y Spinoza. También tomó contacto con el movimiento socialista a través de Friedrich Adler y con cierto pensamiento inconformista y revolucionario en el que mucho tuvo que ver su amigo Michele Besso. En 1898 conoció a Mileva Maric, una compañera de clase serbia, también amiga de Nikola Tesla, de talante feminista y radical, de la que se enamoró. En 1900 Albert y Mileva se graduaron en el Politécnico de Zúrich y en 1901 consiguió la ciudadanía suiza. Durante este período Einstein discutía sus ideas científicas con un grupo de amigos cercanos, incluyendo a Mileva. Albert Einstein y Mileva tuvieron una hija en enero de 1902, llamada Liserl. El 6 de enero de 1903 la pareja se casó.

## Juventud

Tras graduarse, siendo el único de su promoción que no consiguió el grado de maestro, Einstein no pudo encontrar un trabajo en la Universidad, aparentemente, por la irritación que causaba entre sus profesores. El padre de su compañero de clase Marcel Grossmann le ayudó a encontrar un trabajo en la Oficina de Patentes Suiza en Berna en 1902. Su personalidad le causó también problemas con el director de la Oficina quien le enseñó a "expresarse correctamente".

En esta época Einstein se refería con amor a su mujer Mileva como "*una persona que es mi igual y tan fuerte e independiente como yo*". Abram Joffe, en su biografía de Einstein, argumenta que durante este periodo fue ayudado en sus investigaciones por Mileva. Esto se contradice con otros biógrafos como Ronald W. Clark, quien afirma que Einstein y Mileva llevaban una relación distante que brindaba a Einstein la soledad necesaria para concentrarse en su trabajo.

En mayo de 1904, Einstein y Mileva tuvieron un hijo de nombre Hans Albert Einstein. Ese mismo año consiguió un trabajo permanente en la Oficina de patentes. Poco después finalizó su doctorado presentando una tesis titulada Una nueva determinación de las dimensiones moleculares, que es un trabajo de 17 páginas que surgió de una conversación con Michell Besso mientras se tomaban una taza de té, cuando Einstein iba a echarle azúcar al té, le preguntó a Besso: ¿crees que el cálculo de las dimensiones de las moléculas de azúcar podrían ser una buena tesis de doctorado?. En 1905 escribió cuatro artículos fundamentales sobre la física de pequeña y gran escala. En ellos explicaba el movimiento browniano, el efecto fotoeléctrico y desarrollaba la relatividad especial y la equivalencia masa-energía. El trabajo de Einstein sobre el efecto fotoeléctrico le haría merecedor del Premio Nobel de física en 1921. Estos artículos fueron enviados a la revista Annalen der Physik y son conocidos generalmente como los artículos del Annus Mirabilis (del latín, "Año maravilloso").

## Madurez

En 1908 fue contratado en la Universidad de Berna, Suiza, como profesor y conferenciante (Privatdozent) sin cargas administrativas. Einstein y Mileva tuvieron un nuevo hijo, Eduard, nacido el 28 de julio de 1910. Poco después la familia se mudó a Praga, donde Einstein ocupó una plaza de Professor, el equivalente a Catedrático en la Universidad Alemana de Praga. En esta época trabajó estrechamente con Marcel Grossmann y Otto Stern. También comenzó a llamar al tiempo matemático cuarta dimensión.



Albert Einstein en 1920

En 1914, justo antes de la Primera Guerra Mundial, Einstein se estableció en Berlín y fue escogido miembro de la Academia Prusiana de Ciencias y director del Instituto de Física Káiser Wilhelm. Su pacifismo, sus actividades políticas sionistas y sus orígenes judíos, irritaban a los nacionalistas alemanes. Las teorías de Einstein comenzaron a sufrir una campaña organizada de descrédito.

Su matrimonio tampoco iba bien. El 14 de febrero de 1919 se divorció de Mileva y algunos meses después, el 2 de junio de 1919 se casó con una prima suya, Elsa Loewenthal, apellido de soltera Einstein: Loewenthal era el apellido de su primer marido, Max Loewenthal. Elsa era tres años mayor que Einstein y le había cuidado tras sufrir una crisis nerviosa combinada con problemas del sistema digestivo.

Einstein y Elsa no tuvieron hijos. El destino de la hija de Albert y Mileva, Lieserl, nacida antes de que sus padres se casaran o encontraran trabajo, es desconocido. Algunos piensan que murió en la infancia y otros afirman que fue entregada en adopción. De sus dos hijos el segundo, Eduard, sufría esquizofrenia y fue internado durante largos años muriendo en una institución para el tratamiento de las enfermedades mentales. Albert nunca le visitó.

El primero, Hans Albert, se mudó a California donde llegó a ser profesor universitario aunque con poca interacción con su padre.



Niels Bohr y Albert Einstein, en 1925

Tras la llegada de Adolf Hitler al poder en 1933, las expresiones de odio por Einstein alcanzaron niveles más elevados. Fue acusado por el régimen nacionalsocialista de crear una "Física judía" en contraposición con la "Física alemana" o "Física aria". Algunos físicos nazis, incluyendo físicos tan notables como los premios Nobel de Física Johannes Stark y Philipp Lenard, intentaron desacreditar sus teorías. Los físicos que enseñaban la Teoría de la relatividad como, por ejemplo, Werner Heisenberg, eran incluidos en listas negras políticas. Einstein abandonó Alemania en 1933 con destino a Estados Unidos, donde se instaló en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton y se nacionalizó estadounidense en 1940. Durante sus últimos años Einstein trabajó por integrar en una misma teoría las cuatro Fuerzas Fundamentales, tarea aún inconclusa. Se cuenta que cuando Einstein se encontraba en su lecho de muerte segundos antes de morir pronunció unas palabras en alemán que la enfermera que lo cuidaba en esos momentos, la estadounidense Alberta Roszel no pudo entender y cuando finalmente murió, en su pizarra estaban las ecuaciones aun sin concluir para integrar dichas fuerzas. Einstein murió en Princeton, New Jersey, el 18 de abril de 1955.

## Trayectoria científica

### Los artículos de 1905

En 1904 Einstein consiguió una posición permanente en la Oficina de Patentes Suiza. En 1905 finalizó su doctorado presentando una tesis titulada *Una nueva determinación de las dimensiones moleculares*. Ese mismo año escribió cuatro artículos fundamentales sobre la física de pequeña y gran escala. En ellos explicaba el movimiento browniano, el efecto fotoeléctrico y desarrollaba la relatividad especial y la equivalencia masa-energía. El trabajo de Einstein sobre el efecto fotoeléctrico le proporcionaría el Premio Nobel de física en 1921. Estos artículos fueron enviados a la revista "Annalen der Physik" y son conocidos generalmente como los artículos del "Annus Mirabilis" (del Latín: Año extraordinario). La Unión internacional de física pura y aplicada junto con la

UNESCO conmemoraron 2005 como el Año mundial de la física<sup>2</sup> celebrando el centenario de publicación de estos trabajos.

## **Movimiento browniano**

*Artículo principal: Movimiento browniano*

El primero de sus artículos de 1905, titulado *Sobre el movimiento requerido por la teoría cinética molecular del calor de pequeñas partículas suspendidas en un líquido estacionario*, cubría sus estudios sobre el movimiento browniano.

El artículo explicaba el fenómeno haciendo uso de las estadísticas del movimiento térmico de los átomos individuales que forman un fluido. El movimiento browniano había desconcertado a la comunidad científica desde su descubrimiento unas décadas atrás. La explicación de Einstein proporcionaba una evidencia experimental incontestable sobre la existencia real de los átomos. El artículo también aportaba un fuerte impulso a la mecánica estadística y a la teoría cinética de los fluidos, dos campos que en aquella época permanecían controvertidos.

Antes de este trabajo los átomos se consideraban un concepto útil en física y química, pero la mayoría de los científicos no se ponían de acuerdo sobre su existencia real. El artículo de Einstein sobre el movimiento atómico entregaba a los experimentalistas un método sencillo para contar átomos mirando a través de un microscopio ordinario.

Wilhelm Ostwald, uno de los líderes de la escuela antiatómica, comunicó a Arnold Sommerfeld que había sido transformado en un creyente en los átomos por la explicación de Einstein del movimiento browniano.

## **Efecto fotoeléctrico**

*Artículo principal: Efecto fotoeléctrico*

El segundo artículo se titulaba *Un punto de vista heurístico sobre la producción y transformación de luz*. En él Einstein proponía la idea de "quanto" de luz (ahora llamados fotones) y mostraba cómo se podía utilizar este concepto para explicar el efecto fotoeléctrico.

La teoría de los cuantos de luz fue un fuerte indicio de la dualidad onda-corpúsculo y de que los sistemas físicos pueden mostrar tanto propiedades ondulatorias como corpusculares. Este artículo constituyó uno de los pilares básicos de la mecánica cuántica. Una explicación completa del efecto fotoeléctrico solamente pudo ser elaborada cuando la teoría cuántica estuvo más avanzada. Por este trabajo, y por sus contribuciones a la física teórica, Einstein recibió el Premio Nobel de Física de 1921.

## **Relatividad especial**

*Artículo principal: Teoría de la Relatividad Especial*



Una de las fotografías tomadas del eclipse de 1919 durante la expedición de [Arthur Eddington](#), la cual confirmó las predicciones de Einstein acerca de la fuerza o luz gravitacional.

El tercer artículo de Einstein de ese año se titulaba *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* ("Sobre la electrodinámica de cuerpos en movimiento"). En este artículo Einstein introducía la teoría de la relatividad especial estudiando el movimiento de los cuerpos y el electromagnetismo en ausencia de la fuerza de interacción gravitatoria.

La relatividad especial resolvía los problemas abiertos por el experimento de Michelson-Morley en el que se había demostrado que las ondas electromagnéticas que forman la luz se movían en ausencia de un medio. La velocidad de la luz es, por lo tanto, constante y no relativa al movimiento. Ya en 1894 George Fitzgerald había estudiado esta cuestión demostrando que el experimento de Michelson-Morley podía ser explicado si los cuerpos se contraen en la dirección de su movimiento. De hecho, algunas de las ecuaciones fundamentales del artículo de Einstein habían sido introducidas anteriormente (1903) por Hendrik Lorentz, físico holandés, dando forma matemática a la conjetura de Fitzgerald.

Esta famosa publicación está cuestionada como trabajo original de Einstein, debido a que en ella omitió citar toda referencia a las ideas o conceptos desarrolladas por estos autores así como los trabajos de Poincaré. En realidad Einstein desarrollaba su teoría de una manera totalmente diferente a estos autores deduciendo hechos experimentales a partir de principios fundamentales y no dando una explicación fenomenológica a observaciones desconcertantes. El mérito de Einstein estaba por lo tanto en explicar lo sucedido en el experimento Michelson-Morley como consecuencia final de una teoría completa y elegante basada en principios fundamentales y no como una explicación *ad-hoc* o fenomenológica de un fenómeno observado.

Su razonamiento se basó en dos axiomas simples: En el primero reformuló el principio de simultaneidad, introducido por Galileo siglos antes, por el que las leyes de la física deben ser invariantes para todos los observadores que se mueven a velocidades constantes entre ellos, y el segundo, que la velocidad de la luz es constante para cualquier observador. Este segundo axioma, revolucionario, va más allá de las consecuencias previstas por Lorentz o Poincaré que simplemente relataban un mecanismo para explicar el acortamiento de uno de los brazos del experimento de Michelson y Morley. Este postulado implica que si un destello de luz se lanza al

cruzarse dos observadores en movimiento relativo, ambos verán alejarse la luz produciendo un círculo perfecto con cada uno de ellos en el centro. Si a ambos lados de los observadores se pusiera un detector, ninguno de los observadores se pondría de acuerdo en qué detector se activó primero (se pierden los conceptos de tiempo absoluto y simultaneidad).

La teoría recibe el nombre de "teoría especial de la relatividad" o "teoría restringida de la relatividad" para distinguirla de la Teoría general de la relatividad, que fue introducida por Einstein en 1915 y en la que se consideran los efectos de la gravedad y la aceleración.

### Equivalencia masa-energía



La famosa ecuación es mostrada en Taipei 101 durante el evento del año mundial de la física en 2005.

*Artículo principal: Equivalencia entre masa y energía*

El cuarto artículo de aquel año se titulaba *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?* ("¿Depende la inercia de un cuerpo de su contenido de energía?") y mostraba una deducción de la ecuación de la relatividad que relaciona masa y energía. En este artículo se decía que "la variación de masa de un objeto que emite una energía  $L$  es  $L/V^2$ ", donde  $V$  era la notación para la velocidad de la luz usada por Einstein en 1905.

Esta ecuación implica que la energía  $E$  de un cuerpo en reposo es igual a su masa  $m$  multiplicada por la velocidad de la luz al cuadrado:

$$E = mc^2$$

Muestra cómo una partícula con masa posee un tipo de energía, "energía en reposo", distinta de las clásicas energía cinética y energía potencial. La relación masa - energía

se utiliza comúnmente para explicar cómo se produce la energía nuclear; midiendo la masa de núcleos atómicos y dividiendo por el número atómico se puede calcular la energía de enlace atrapada en los núcleos atómicos. Paralelamente, la cantidad de energía producida en la fisión de un núcleo atómico se calcula como la diferencia de masa entre el núcleo inicial y los productos de su desintegración multiplicada por la velocidad de la luz al cuadrado.

## **Relatividad general**

*Artículo principal: [Teoría General de la Relatividad](#)*

En noviembre de 1915 Einstein presentó una serie de conferencias en la Academia de Ciencias de Prusia en las que describió la teoría de la relatividad general. La última de estas charlas concluyó con la presentación de la ecuación que reemplaza a la ley de gravedad de Newton. En esta teoría todos los observadores son considerados equivalentes y no únicamente aquellos que se mueven con una velocidad uniforme. La gravedad no es ya una fuerza o acción a distancia, como era en la gravedad newtoniana, sino una consecuencia de la curvatura del espacio-tiempo. La teoría proporcionaba las bases para el estudio de la cosmología y permitía comprender características esenciales del Universo, muchas de las cuales no serían descubiertas sino con posterioridad a la muerte de Einstein.

La relatividad general fue obtenida por Einstein a partir de razonamientos matemáticos, experimentos hipotéticos (*Gedanken experiment*) y rigurosa deducción matemática sin contar realmente con una base experimental. El principio fundamental de la teoría era el denominado principio de equivalencia. A pesar de la abstracción matemática de la teoría, las ecuaciones permitían deducir fenómenos comprobables. En 1919 Arthur Eddington fue capaz de medir, durante un eclipse, la desviación de la luz de una estrella pasando cerca del Sol, una de las predicciones de la relatividad general. Cuando se hizo pública esta confirmación la fama de Einstein se incrementó enormemente y se consideró un paso revolucionario en la física. Desde entonces la teoría se ha verificado en todos y cada uno de los experimentos y verificaciones realizados hasta el momento.

A pesar de su popularidad, o quizás precisamente por ella, la teoría contó con importantes detractores entre la comunidad científica que no podían aceptar una física sin un Sistema de referencia absoluto.

## **Estadísticas de Bose-Einstein**

*Artículo principal: [Estadística de Bose-Einstein](#)*

En 1924 Einstein recibió un artículo de un joven físico indio, Satyendra Nath Bose, describiendo a la luz como un gas de fotones y pidiendo la ayuda de Einstein para su publicación. Einstein se dio cuenta de que el mismo tipo de estadísticas podían aplicarse a grupos de átomos y publicó el artículo, conjuntamente con Bose, en alemán, la lengua más importante en física en la época. Las estadísticas de Bose-Einstein explican el comportamiento de grupos de partículas con spin entero, es decir, que pueden estar en el mismo sitio en un momento dado bosones

## El Instituto de Estudios Avanzados

Einstein dedicó sus últimos años de trabajo a la búsqueda de un marco unificado de las leyes de la física. A esta teoría la llamaba Teoría de Campo Unificada.

Einstein intentó unificar la formulación de las fuerzas fundamentales de la naturaleza mediante un modelo en el que, bajo las condiciones apropiadas, las diferentes fuerzas surgirían como manifestación de una única fuerza. Sus intentos fracasaron ya que las fuerzas nuclear fuerte y débil no se entendieron en un marco común hasta los años 1970, después de numerosos experimentos en física de altas energías y ya pasados quince años desde la muerte de Einstein. Este objetivo sigue siendo perseguido por la moderna física teórica. Los intentos recientes más destacados para alcanzar una teoría de unificación son las teorías de supersimetría y la teoría de cuerdas.

## Actividad política

Albert Einstein tuvo siempre una inclinación hacia la política y al compromiso social como científico, interesándose profundamente por las relaciones entre ciencia y sociedad. Fue cofundador del Partido Liberal Democrático alemán. Con el auge del movimiento nacional-socialista en Alemania, Einstein dejó su país y se nacionalizó estadounidense. En plena Segunda Guerra Mundial apoyó una iniciativa de Robert Oppenheimer para iniciar el programa de desarrollo de armas nucleares conocido como Proyecto Manhattan, ya que consideró esta la única forma de amedrentar a los gobiernos alemán y japonés. Pero Einstein siempre quiso que estas armas nucleares no fueran utilizadas.



Einstein y Oppenheimer

En mayo de 1949, *Monthly Review* publicó (en Nueva York) un artículo suyo bajo el título de *¿Por qué el socialismo?* en el que reflexiona sobre la historia<sup>3</sup>, las conquistas y las consecuencias de la "anarquía económica de la sociedad capitalista", artículo que hoy sigue teniendo vigencia. Una parte muy citada del mismo habla del papel de los medios privados en relación a las posibilidades democráticas de los países:

El capital privado tiende a concentrarse en pocas manos, en parte debido a la competencia entre los capitalistas, y en parte porque el desarrollo tecnológico y el aumento de la división del

trabajo animan la formación de unidades de producción más grandes a expensas de las más pequeñas. El resultado de este proceso es una oligarquía del capital privado cuyo enorme poder no se puede controlar con eficacia incluso en una sociedad organizada políticamente de forma democrática. Esto es así porque los miembros de los cuerpos legislativos son seleccionados por los partidos políticos, financiados en gran parte o influidos de otra manera por los capitalistas privados quienes, para todos los propósitos prácticos, separan al electorado de la legislatura. La consecuencia es que los representantes del pueblo de hecho no protegen suficientemente los intereses de los grupos no privilegiados de la población.

Albert Einstein, *Why Socialism?*

Hay que tener en cuenta que Einstein fue un enardecido activista político muy perseguido durante la caza de brujas del senador anticomunista McCarthy por manifestar opiniones de carácter anti-imperialista, aunque se salvó por aportar grandes avances científicos de los que el gobierno estadounidense se valió para su expansión armamentística.

Originario de una familia judía asimilada abogó por la causa sionista, aunque hasta 1947 se había mostrado más partidario de un estado común entre árabes y judíos. El Estado de Israel se creó en 1948. Cuando Chaim Weizmann, el primer presidente de Israel y viejo amigo de Einstein, murió en 1952, Abba Eban, embajador israelí en EE.UU., le ofreció la presidencia. Einstein rechazó el ofrecimiento diciendo "*Estoy profundamente conmovido por el ofrecimiento del Estado de Israel y a la vez tan entristecido que me es imposible aceptarlo*". En sus últimos años fue un pacifista convencido y se dedicó al establecimiento de un utópico Gobierno Mundial que permitiría a las naciones trabajar juntas y abolir la guerra. En esta época lanzó el conocido Manifiesto Russell-Einstein que hacía un llamado a los científicos para unirse en favor de la desaparición de las armas nucleares. Este documento sirvió de inspiración para la posterior fundación de las Conferencias Pugwash que en 1995 se hicieron acreedoras del Premio Nobel de la Paz.

## Creencias religiosas

Einstein creía en un "*Dios que se revela en la armonía de todo lo que existe, no en un Dios que se interesa en el destino y las acciones del hombre*". Deseaba conocer "*cómo Dios había creado el mundo*". En algún momento resumió sus creencias religiosas de la manera siguiente: "*Mi religión consiste en una humilde admiración del ilimitado espíritu superior que se revela en los más pequeños detalles que podemos percibir con nuestra frágil y débil mente*".

La más bella y profunda emoción que nos es dado sentir es la sensación de lo místico. Ella es la que genera toda verdadera ciencia. El hombre que desconoce esa emoción, que es incapaz de maravillarse y sentir el encanto y el asombro, esta prácticamente muerto. Saber que aquello que para nosotros es impenetrable realmente existe, que se manifiesta como la más alta sabiduría y la más radiante belleza, sobre la cual nuestras embotadas facultades solo pueden comprender en sus formas más primitivas. Ese conocimiento, esa sensación, es la verdadera religión.

En cierta ocasión, en una reunión, se le preguntó a Einstein si creía o no en un Dios a lo que respondió: "*Creo en el Dios de Spinoza, que es idéntico al orden matemático del Universo*".

Una cita más larga de Einstein aparece en *Science, Philosophy, and Religion, A Symposium* (Simposio de ciencia, filosofía y religión), publicado por la Conferencia de Ciencia, Filosofía y Religión en su Relación con la Forma de Vida Democrática:

Cuanto más imbuido esté un hombre en la ordenada regularidad de los eventos, más firme será su convicción de que no hay lugar —del lado de esta ordenada regularidad— para una causa de naturaleza distinta. Para ese hombre, ni las reglas humanas ni las "reglas divinas" existirán como causas independientes de los eventos naturales. De seguro, la ciencia nunca podrá refutar la doctrina de un Dios que interfiere en eventos naturales, porque esa doctrina puede siempre refugiarse en que el conocimiento científico no puede posar el pie en ese tema. Pero estoy convencido de que tal comportamiento de parte de las personas religiosas no solamente es inadecuado sino también fatal. Una doctrina que se mantiene no en la luz clara sino en la oscuridad, que ya ha causado un daño incalculable al progreso humano, necesariamente perderá su efecto en la humanidad. En su lucha por el bien ético, las personas religiosas deberían renunciar a la doctrina de la existencia de Dios, esto es, renunciar a la fuente del miedo y la esperanza, que en el pasado puso un gran poder en manos de los sacerdotes. En su labor, deben apoyarse en aquellas fuerzas que son capaces de cultivar el bien, la verdad y la belleza en la misma humanidad. Esto es de seguro, una tarea más difícil pero incomparablemente más meritoria y admirable.

En una carta fechada en marzo de 1954, que fue incluida en el libro *Albert Einstein: su lado humano* (en inglés), editado por Helen Dukas y Banesh Hoffman y publicada por Princeton University Press, Einstein dice:

Por supuesto era una mentira lo que se ha leído acerca de mis convicciones religiosas; una mentira que es repetida sistemáticamente. No creo en un Dios personal y no lo he negado nunca sino que lo he expresado claramente. Si hay algo en mí que pueda ser llamado religioso es la ilimitada admiración por la estructura del mundo, hasta donde nuestra ciencia puede revelarla. [...] No creo en la inmortalidad del individuo, y considero que la ética es de interés exclusivamente humano, sin ninguna autoridad sobrehumana sobre él.