

### **Albert Einstein (1879–1955)**

Físico alemán nacionalizado estadounidense, premiado con un Nobel, famoso por ser el autor de las teorías general y restringida de la relatividad y por sus hipótesis sobre la naturaleza corpuscular de la luz. Es probablemente el científico más conocido del siglo XX.

Nació en Ulm el 14 de marzo de 1879 y pasó su juventud en Munich, donde su familia poseía un pequeño taller de máquinas eléctricas. Ya desde muy joven mostraba una curiosidad excepcional por la naturaleza y una capacidad notable para entender los conceptos matemáticos más complejos. A los doce años ya conocía la geometría de Euclides.

A la edad de 15 años, cuando su familia se trasladó a Milán, Italia, a causa de sucesivos fracasos en los negocios, Einstein abandonó la escuela. Pasó un año con sus padres en Milán y viajó a Suiza, donde terminó los estudios secundarios e ingresó en el Instituto Politécnico Nacional de Zurich.

Durante dos años Einstein trabajó dando clases particulares y de profesor suplente. En 1902 consiguió un trabajo estable como examinador en la Oficina Suiza de Patentes en Berna.

### **PRIMERAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS**

En 1905 se doctoró en la Universidad de Zurich, con una tesis sobre las dimensiones de las moléculas; también publicó cuatro artículos teóricos de gran valor para el desarrollo de la física del siglo XX. En el primero de ellos, sobre el movimiento browniano, formuló predicciones importantes sobre el movimiento aleatorio de las partículas dentro de un fluido, predicciones que fueron comprobadas en experimentos posteriores. El segundo artículo, sobre el efecto fotoeléctrico, anticipaba una teoría revolucionaria sobre la naturaleza de la luz. Según Einstein, bajo ciertas circunstancias la luz se comportaba como una partícula. También afirmó que la energía que llevaba toda partícula de luz, denominada fotón, era proporcional a la frecuencia de la radiación. Lo representaba con la fórmula  $E = hu$ , donde  $E$  es la energía de la radiación,  $h$  una constante universal llamada constante de Planck y  $u$  es la frecuencia de la radiación. Esta teoría, que planteaba que la energía de los rayos luminosos se transfería en unidades individuales llamadas cuantos, contradecía las teorías anteriores que consideraban que la luz era la manifestación de un proceso continuo. Las tesis de Einstein apenas fueron aceptadas. De hecho, cuando el físico estadounidense Robert Andrews Millikan confirmó experimentalmente sus tesis casi una década después, éste se mostró sorprendido e inquieto por los resultados.

Einstein, interesado por comprender la naturaleza de la radiación electromagnética, propugnó el desarrollo de una teoría que fusionara las ondas y partículas de la luz. De nuevo fueron muy pocos los científicos que comprendieron y aceptaron estas ideas.



Rex Features, Ltd.

## **AGUJERO NEGRO**

El concepto de agujero negro lo desarrolló el astrónomo alemán Karl Schwarzschild en 1916 sobre la base de la teoría de la relatividad de Albert Einstein. El radio del horizonte de sucesos de un agujero negro de Schwarzschild solamente depende de la masa del cuerpo: en kilómetros es 2,95 veces la masa del cuerpo en masas solares, es decir, la masa del cuerpo dividida por la masa del Sol. Si un cuerpo está eléctricamente cargado o está girando, los resultados de Schwarzschild se modifican. En la parte exterior del horizonte se forma una ergosfera, dentro de la cual la materia se ve obligada a girar con el agujero negro. En principio, la energía sólo puede ser emitida por la ergosfera.

Según la relatividad general, la gravitación modifica intensamente el espacio y el tiempo en las proximidades de un agujero negro. Cuando un observador se acerca al horizonte de sucesos desde el exterior, el tiempo se retrasa con relación al de observadores a distancia, deteniéndose completamente en el horizonte.

## **FORMACIÓN**

Los agujeros negros pueden formarse durante el transcurso de la evolución estelar. Cuando el combustible nuclear se agota en el núcleo de una estrella, la presión asociada con el calor que produce ya no es suficiente para impedir la contracción del núcleo debida a su propia gravedad. En esta fase de contracción adquieren importancia dos nuevos tipos de presión. A densidades mayores de un millón de veces la del agua, aparece una presión debida a la alta densidad de electrones, que detiene la contracción en una enana blanca. Esto sucede para núcleos con masa inferior a 1,4 masas solares. Si la masa del núcleo es mayor que esta cantidad, esa presión es incapaz de detener la contracción, que continúa hasta alcanzar una densidad de mil billones ( $10^{15}$ ) de veces la del agua. Entonces, otro nuevo tipo de presión debida a la alta densidad de neutrones detendría la contracción en una estrella de neutrones. Sin embargo, si la masa del núcleo sobrepasa las 1,7 masas solares, ninguno de estos dos tipos de presión es suficiente para evitar que se hunda hacia un agujero negro. Una vez que un cuerpo se ha contraído dentro de su radio de Schwarzschild, teóricamente se hundirá o colapsará en una singularidad, esto es, en un objeto sin dimensiones, de densidad infinita.

En 1994, el telescopio espacial *Hubble* proporcionó sólidas pruebas de que existe un agujero negro en el centro de la galaxia M87. La alta aceleración de gases en esta región indica que debe haber un objeto o un grupo de objetos de 2,5 a 3.500 millones de masas solares.

El físico inglés Stephen Hawking ha sugerido que muchos agujeros negros pueden haberse formado al comienzo del Universo. Si esto es así, muchos de estos agujeros negros podrían estar demasiado lejos de otra materia para formar discos de acreción detectables, e incluso podrían componer una fracción significativa de la masa total del Universo. En reacción al concepto de singularidad, Hawking ha sugerido que los agujeros

negros no se colapsan de esa forma, sino que forman agujeros de gusano que comunican con otros universos diferentes al nuestro.

Un agujero negro de masa suficientemente pequeña puede capturar un miembro de un par electrón–positrón cerca del horizonte de sucesos, dejando escapar al otro. Esta partícula sustrae energía del agujero negro, provocando la evaporación de éste. Cualquier agujero negro formado en los comienzos del Universo, con una masa menor de unos pocos miles de millones de toneladas ya se habría evaporado, pero los de mayor masa pueden permanecer.

En enero de 1997, un equipo de astrofísicos estadounidenses presentó nuevos datos sobre los agujeros negros. Sus investigaciones se extendieron a nueve sistemas binarios de estrellas, emisores de rayos X (binarias de rayos X). En cinco de los nueve casos, cuando el material de la estrella de menor masa golpea la superficie del otro objeto, éste emite una radiación brillante en su superficie; se trata de una estrella de neutrones. En las otras cuatro binarias, de las que se creía que contenían agujeros negros, la radiación emitida por el segundo objeto es mínima: la energía desaparecería a través del horizonte de sucesos. Estos datos constituyen el conjunto de pruebas más directo (aunque no definitivo) de la existencia de agujeros negros. El mismo equipo de investigadores informó también del descubrimiento de tres nuevos candidatos a agujeros negros localizados en los centros de las galaxias NGC 3379 (también conocida como M105), NGC 3377 y NGC 4486B.

