



STEPHEN
AGUJEROS NEGROS
HAWKING

CRÍTICA

DRAKONTOS

Agujeros negros:

**Las conferencias Reith
de la BBC**

Stephen Hawking

Traducción castellana de
Javier Sampedro

CRÍTICA
BARCELONA

Primera edición: marzo de 2017
Primera edición en esta nueva presentación: abril de 2026

Agujeros negros
Stephen Hawking

La lectura abre horizontes, iguala oportunidades y construye una sociedad mejor. La propiedad intelectual es clave en la creación de contenidos culturales porque sostiene el ecosistema de quienes escriben y de nuestras librerías. Al comprar este libro estará contribuyendo a mantener dicho ecosistema vivo y en crecimiento.

En **Grupo Planeta** agradecemos que nos ayude a apoyar así la autonomía creativa de autoras y autores para que puedan continuar desempeñando su labor. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar, escanear, distribuir o poner a disposición algún fragmento de esta obra (www.cedro.org; 91 702 19 70 / 93 272 04 45). Queda expresamente prohibida la utilización o reproducción de este libro o de cualquiera de sus partes con el propósito de entrenar o alimentar sistemas o tecnologías de inteligencia artificial.

Título original: *Black holes. The BBC Reith Lectures*

Text © BBC/ Stephen Hawking, 2016. Publicado por primera vez como *Black Holes: The Reith Lectures* por Transworld Publishers, una división de The Random House Group Ltd.

«¿Do Black Holes Have No Hair?» emitido originalmente en BBC Radio 4 el 26 de enero de 2016 y «Black Holes Ain't As Black As They Are Painted» emitido originalmente por BBC Radio 4 el 2 de febrero de 2016.

El logo de BBC es una marca registrada de British Broadcasting Corporation y se utiliza con su licencia.

Las ilustraciones han sido obra de Cognitive (wearecognitive.com) para BBC Radio 4

© de la traducción, Javier Sampedro, 2017

© Editorial Planeta S. A., 2026
Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)
Crítica es un sello editorial de Editorial Planeta, S. A.

editorial@ed-critica.es
www.ed-critica.es

SBN: 978-84-9199-875-4
Depósito legal: B. 24.830-2026
Printed in Spain - Impreso en España

Índice

Introducción

David Shukman

9

Agujeros negros: las conferencias Reith de la BBC

1.

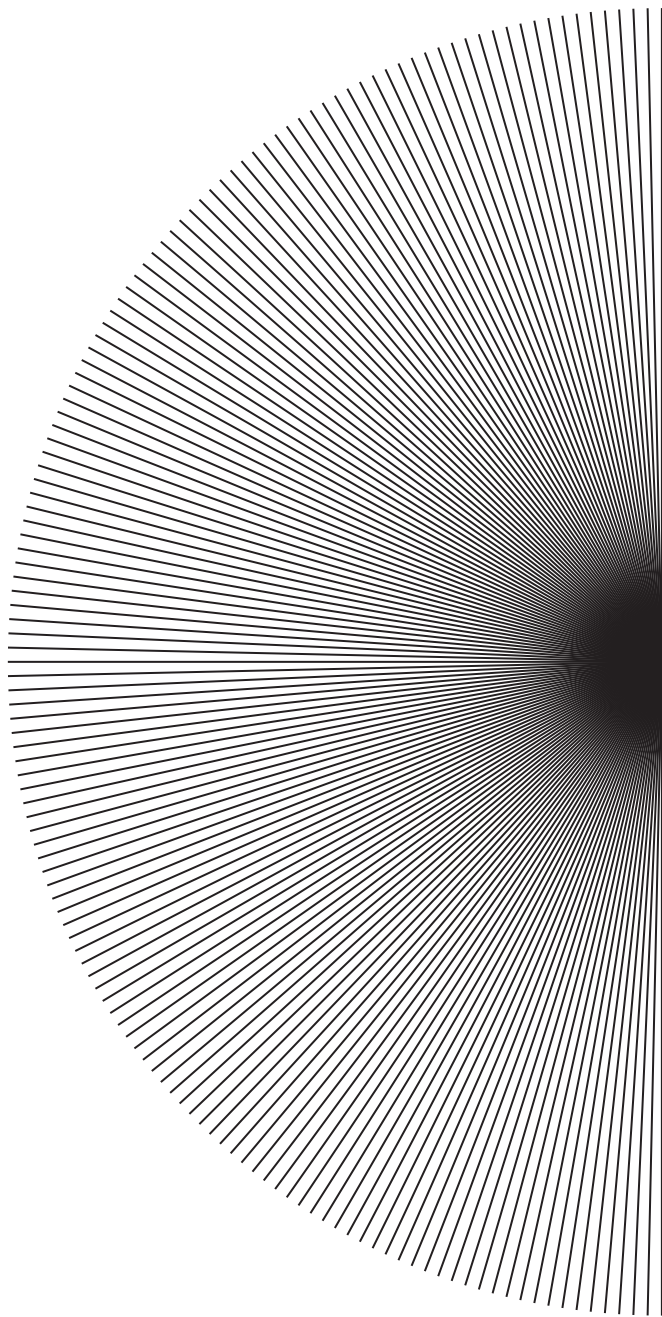
¿Son calvos
los agujeros negros?

13

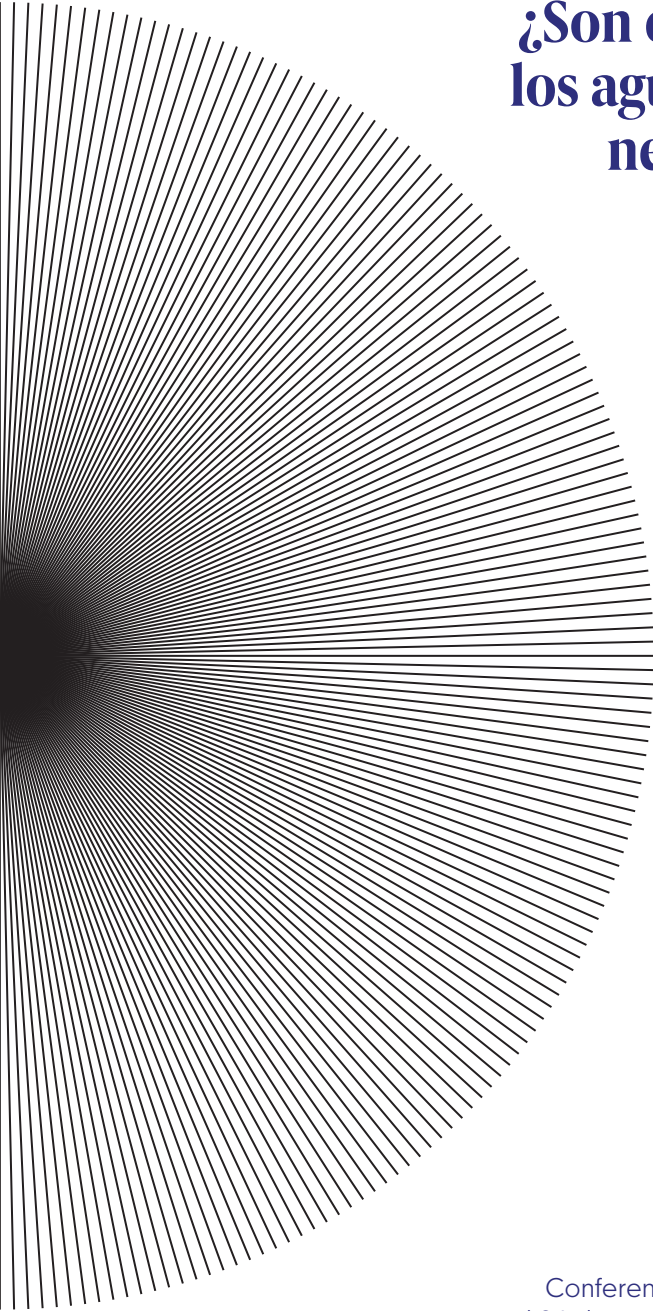
2.

Los agujeros
negros no son
tan negros como
los pintan

59



1. ¿Son calvos los agujeros negros?



Conferencia emitida
el 26 de enero de 2016



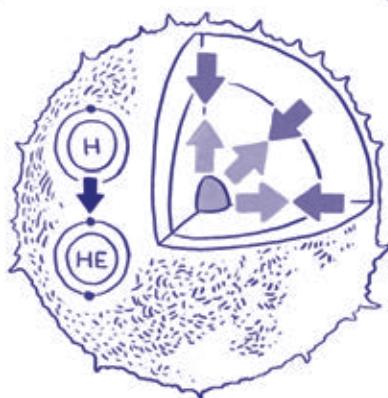
Se dice que los hechos son a veces más extraños que la ficción, y esto nunca es más cierto que en el caso de los agujeros negros. Los agujeros negros son más extraños que cualquier cosa que hayan imaginado los escritores de ciencia ficción, pero están establecidos firmemente como hechos científicos. La comunidad científica fue lenta en percibir que las estrellas masivas podían colapsarse sobre sí mismas, bajo su propia gravedad, y en sopesar cómo se comportarían los objetos que dejaban atrás. Albert Einstein llegó a escribir un artículo técnico en 1939 que sostenía que las estrellas no podían colapsarse bajo la gravedad, porque la materia no podía comprimirse más allá de cierto punto. Muchos científicos compartieron esa impresión visceral de Einstein. La principal excepción fue el científico estadounidense John Wheeler, que en muchos sentidos es el héroe del asunto de los agujeros negros. En sus investigaciones de los años cincuenta y sesenta, hizo hincapié en que muchas estrellas acabarían colapsándose, y señaló los problemas que planteaba esa posibilidad para la física teórica. También predijo muchas propieda-

des de los objetos en que se convertirían las
estrellas colapsadas, esto es, de los agujeros
negros.

DS: La expresión «agujero negro» es bastante simple, pero es difícil imaginar uno ahí fuera en el espacio. Piensa en una alcantarilla gigante en la que el agua cae en movimiento espiral. Cuando algo se desliza por el borde de la alcantarilla —el llamado «horizonte de sucesos»— no tiene forma de regresar. Como los agujeros negros son tan poderosos, incluso la luz resulta tragada, de modo que no podemos verlos, en realidad. Pero los científicos saben que existen porque desgarran a las estrellas que se acercan demasiado a ellos, y porque pueden enviar temblores por el espacio. Fue una colisión entre dos agujeros negros, hace más de mil millones de años, lo que disparó las llamadas «ondas gravitatorias», cuya reciente detección ha sido un logro científico de enorme importancia.

Durante la mayor parte de la vida de una estrella normal, a lo largo de muchos miles de millones de años, la estrella soporta su propia gravedad gracias a la presión térmica, causada por los procesos nucleares que convierten el hidrógeno en helio.

—● **DS:** La NASA describe las estrellas como una especie de ollas a presión. La fuerza explosiva de la fusión nuclear dentro de ellas crea la presión hacia fuera, que es contenida por la gravedad que tira de todo hacia dentro.



NORMAL STAR

GRAVITY



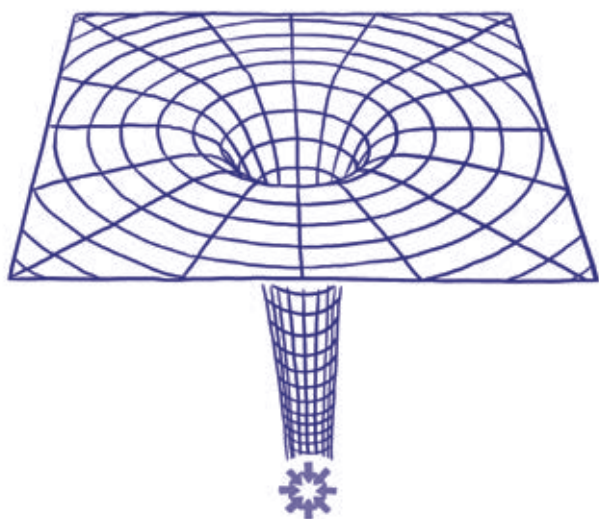
THERMAL
PRESSURE

Al final, sin embargo, la estrella agotará su combustible nuclear. Ahora se contraerá. En algunos casos, puede ser capaz de mantenerse como una estrella «enana blanca». Sin embargo, Subrahmanyan Chandrasekhar mostró en 1930 que la masa máxima de una estrella enana blanca es de unas 1,4 veces la del Sol. El físico soviético Lev Landau calculó una masa máxima similar para una estrella hecha enteramente de neutrones.

DS: Las enanas blancas y las estrellas de neutrones son antiguos soles que ya han quemado todo su combustible. Al carecer de una fuerza que trabaje para inflarlas, nada puede evitar que su tirón gravitatorio las encoja, y se han convertido en unos de los objetos más densos del universo. Pero en la clasificación de las estrellas, estas son relativamente pequeñas, y ello implica que carecen de la fuerza gravitatoria suficiente para colapsarse por completo. Por eso lo que más interesa a Stephen Hawking y otros es lo que les pasa a las mayores estrellas cuando alcanzan el final de su vida.

Entonces, ¿cuál sería el destino de las innumerables estrellas con una masa mayor que una enana blanca o una estrella de neutrones cuando han agotado su combustible nuclear? El problema fue investigado por Robert Oppenheimer, que se hizo famoso más tarde por la bomba atómica. En un par de artículos de 1939, con George Volkoff y Hartland Snyder, mostró que una estrella así no podría mantenerse por presión hacia fuera; y que, si sacas la presión del cálculo, una estrella uniforme con simetría esférica se contraería hasta un solo punto de densidad infinita. Ese punto se llama singularidad.

— **DS:** Una singularidad es lo que obtienes cuando una estrella gigante se comprime hasta un punto inimaginablemente pequeño. Este concepto ha sido un tema decisivo de la carrera de Stephen Hawking. No solo se refiere al final de una estrella, sino también a una idea mucho más fundamental sobre el punto de partida para la formación del universo entero. Fue el trabajo matemático sobre esto lo que procuró a Hawking reconocimiento mundial.



Todas nuestras teorías sobre el espacio se formulan bajo la suposición de que el espacio-tiempo es liso y casi plano, de modo que todas se deshacen en la singularidad, donde la curvatura del espacio-tiempo es infinita. De hecho, la singularidad marca el final del propio tiempo. Esto es lo que Einstein encontraba tan inaceptable.

— **DS:** La teoría de la relatividad general de Einstein dice que los objetos distorsionan el espacio-tiempo que les rodea. Imagina una bola de petanca sobre una cama elástica, que cambia la forma del material y hace que los objetos más pequeños se deslicen hacia ella. Así es como se explica el efecto de la gravedad. Pero, si las curvas del espacio-tiempo se hacen más y más profundas, y en último término infinitas, las reglas habituales del espacio y el tiempo dejan de aplicarse.