

REBECCA SMETHURST

Breve historia de los agujeros negros

**¿Qué ocultan los objetos
más misteriosos del universo?**



Traducción de Francisco J. Ramos Mena

Título original: *A Brief History on Black Holes*

Diseño de cubierta: Setanta

www.setanta.es

© de la fotografía de la autora: Angel Li

© del texto: Dr Becky Smethurst, 2022. Publicado originalmente en Macmillan en 2022, un sello de Pan Macmillan. Derechos negociados

a través de Gleam Futures Ltd.

© de las ilustraciones: Megan Gabrielle Smethurst, @megansmethurst_gdesig

© imagen en la página 33: NASA, ESA y Allison Loll | Jeff Hester (Arizona State University). Agradecimientos: Davide De Martin (ESA/Hubble) / crédito de los datos en la página 40: University of California, San Diego / Imagen en la página 64: ESO/Landessternwarte Heidelberg- Königstuhl/F. W. Dyson, A. S. Eddington, & C. Davidson / Imagen en la página 116: Granger/Shutterstock / Imagen en la página 175: Event Horizon Telescope collaboration et al.

© de la traducción: Francisco J. Ramos Mena, 2023

© de la edición: Blackie Books S.L.U.

Calle Església, 4-10

08024, Barcelona

www.blackiebooks.org

info@blackiebooks.org

Maquetación: David Anglès

Impresión: Liberdúplex

Impreso en España

Primera edición: febrero de 2024

ISBN: 978-84-10025-13-4

Depósito legal: B 20818-2023

Todos los derechos están reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este libro por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, la fotocopia o la grabación sin el permiso expreso de los titulares del copyright.

A ti, y a la curiosidad que te ha traído hasta aquí.

¡Ah!, y a mamá, por devolverme siempre
a la Tierra con una sonrisa.

Índice

Prólogo: A hombros de gigantes	5
1. ¿Por qué brillan las estrellas?	15
2. Vive deprisa, muere joven	32
3. Montañas lo bastante altas para impedirme llegar a ti	54
4. Por qué los agujeros negros son «negros»	70
5. Una cucharadita de neutrones ayuda a colapsar a la estrella	82
6. ¡Tiene gracia! Se escribe igual que la palabra <i>escape</i>	101
7. Por qué los agujeros negros no son «negros»	110
8. Cuando 2 se convierten en 1	125
9. Tu amigo y vecino el agujero negro	145
10. ¡Supermasifícame!	162
11. No, los agujeros negros no succionan	176
12. La vieja galaxia no puede ponerse al teléfono porque ha muerto	186
13. No puedes evitar que llegue el mañana	200

14. ¡Vaya, Judy, lo has conseguido! ¡Por fin está llena!	212
15. Todo lo que muere algún día regresa	221
Epílogo: <i>Aquí, al final de todas las cosas</i>	229
<i>Agradecimientos</i>	233
<i>Bibliografía</i>	237
<i>Índice alfabético</i>	239

Prólogo

A hombros de gigantes

En este preciso momento, mientras te sientas, te relajas y te dispones a leer este libro, te estás moviendo a una velocidad increíble. La Tierra gira sobre su eje, transportándonos a través de la inexorable marcha del tiempo de un día para otro; y al mismo tiempo orbita alrededor del Sol, desplazándonos a través de los cambios de las estaciones.

Pero eso no es todo. El Sol es solo una de las estrellas de la Vía Láctea, nuestra galaxia, que alberga más de 100.000 millones de ellas. El Sol no es excepcional, ni está en el centro. De hecho, es una estrella bastante normalita y de lo más corriente. El Sistema Solar se encuentra en un brazo espiral secundario (¿empiezas a captar la idea?) de la Vía Láctea, conocido como Brazo de Orión, y la propia Vía Láctea es también una isla de estrellas en forma de espiral bastante genérica, ni demasiado grande ni demasiado pequeña.

Todo eso implica que, junto a la velocidad de rotación de la Tierra y la velocidad de traslación de esta alrededor del Sol, también nos estamos moviendo en torno al centro de la Vía Láctea a una velocidad de 724.000 kilómetros por hora. ¿Y qué hay en ese centro? Un agujero negro supermasivo.

En efecto: en este momento estás orbitando un agujero negro; un lugar del espacio con tanta materia comprimida, con

tal densidad, que ni siquiera la luz —que viaja a la velocidad más rápida que existe— tiene suficiente energía para ganar un tira y afloja contra su gravedad una vez que se acerca demasiado. La noción de los agujeros negros ha cautivado y frustrado de manera simultánea a los físicos durante décadas. En términos matemáticos, los describimos como un punto infinitamente denso e infinitesimalmente pequeño, rodeado por una ignota esfera de la que no nos llega ni luz ni información. Sin información no hay datos, sin datos no hay experimentos, y sin experimentos no hay forma de saber qué tiene «dentro» un agujero negro.

Para un científico, el objetivo es siempre ver el panorama más completo posible. Si nos alejamos de nuestro patio trasero del Sistema Solar para abarcar todo el conjunto de la Vía Láctea, y luego aún más allá para ver los miles de millones de otras galaxias que pueblan todo el universo, nos encontramos con que los agujeros negros asumen siempre el protagonismo desde una perspectiva gravitatoria. El agujero negro que ocupa el centro de la Vía Láctea, el actual responsable de tu movimiento a través del espacio, es aproximadamente cuatro millones de veces más masivo que nuestro Sol; de ahí que se lo denomine *agujero negro «supermasivo»*. Por grande que pueda parecer, los he visto mayores. Hay que volver a decir que, en términos relativos, el agujero negro de la Vía Láctea es bastante normalito. No es ni especialmente masivo, ni energético, ni activo, por lo que resulta casi imposible detectarlo.¹

1. De hecho, eso dificultó muchísimo la tarea de averiguar si el centro de la Vía Láctea era realmente un agujero negro o no. De haber sido un agujero negro más activo —del tipo de los que crecen «comiendo» más material—, habría resultado ser uno de los objetos más brillantes del universo. Las estrellas del cielo austral, el firmamento del hemisferio sur, apenas serían visibles por el resplandor de ese agujero negro central de la Vía Láctea. Creo que es un mundo que me gustaría ver.

La mera circunstancia de que yo pueda aceptar esas afirmaciones como un hecho, dándolas prácticamente por sentadas todos los días, es extraordinaria en sí misma. Hasta finales del siglo xx no llegamos a comprender del todo que en el centro de cada galaxia había un agujero negro supermasivo, lo que nos recuerda que, si bien la astronomía es una de las ciencias más antiguas, practicada por civilizaciones ancestrales en todo el mundo, la astrofísica —que, de hecho, explica la física subyacente a lo que ven los astrónomos— sigue siendo una disciplina relativamente nueva. Los avances tecnológicos producidos a lo largo del siglo xx y en lo que llevamos del xxi no han hecho más que empezar a arañar la superficie de los misterios del universo.

Hace poco tuve el placer de perderme en una enorme librería de viejo,² y me tropecé con un volumen escrito en 1901 que llevaba por título *Astronomía moderna*. En la introducción, su autor, Herbert Hall Turner, afirma:

Antes de 1875 (la fecha no debe considerarse con excesiva precisión) existía la vaga sensación de que los métodos de trabajo astronómico habían alcanzado algo similar a un carácter definitivo; desde entonces apenas hay uno de ellos que no se haya visto considerablemente alterado.

Herbert se refería en concreto a la invención de la placa fotográfica. Los científicos ya no dibujaban lo que veían a través de los telescopios, sino que lo registraban de forma precisa en enormes placas metálicas recubiertas de un producto químico que reaccionaba a la luz. Además, los telescopios eran cada vez más grandes, lo que implicaba que podían captar más luz y ver

2. Concretamente, se trata de Barter Books, en el pueblecito británico de Alnwick, en Northumberland. Podría pasarme horas allí. Muy recomendable si vives en el Reino Unido.

cosas más tenues y más pequeñas. En la página 45 de mi ejemplar hay un maravilloso diagrama que muestra cómo el diámetro de los telescopios había aumentado de unas miserables diez pulgadas (unos 25 centímetros) en la década de 1830 hasta nada menos que 40 (alrededor de un metro) a finales de siglo. En el momento de redactar estas líneas, el mayor telescopio en construcción es el llamado Telescopio de Treinta Metros de Hawái, dotado de un espejo para captar la luz que, como habrás podido adivinar, mide exactamente treinta metros de diámetro —unas 1.181 pulgadas en términos de Herbert—, así que, sin duda, hemos avanzado mucho desde la década de 1890.

Lo que me encanta del libro de Herbert Hall Turner (y la razón por la que *tuve* que comprarlo) es que sirve como recordatorio de lo rápido que pueden cambiar las perspectivas en el ámbito de la ciencia. No hay nada en el libro que ni yo ni mis colegas que en estos momentos realizan investigaciones astronómicas reconoceríamos como «moderno», e imagino que dentro de otros ciento veinte años un futuro astrónomo que leyera este libro probablemente pensaría lo mismo. En 1901, por ejemplo, se creía que el tamaño de todo el universo se extendía tan solo hasta las estrellas más lejanas del extremo de la Vía Láctea, a unos 100.000 años luz de distancia. No sabíamos que allí fuera había otras islas de miles de millones de estrellas, otras galaxias, en la inmensidad de un universo en expansión.

En la página 228 de la *Astronomía moderna* de Turner hay una imagen tomada con una placa fotográfica de lo que aparece rotulado como NEBULOSA DE ANDRÓMEDA. Resulta inmediatamente reconocible como la *galaxia* de Andrómeda (o quizá, para mucha gente, como una antigua imagen de fondo de escritorio del Apple Mac). Andrómeda es una de las galaxias vecinas más cercanas a la Vía Láctea, una isla en el universo con más de un billón de estrellas. La imagen es casi idéntica a la que hoy podría tomar un astrónomo aficionado desde el jar-

dín de su casa. Pero ni siquiera el avance de la tecnología de las placas fotográficas a finales del siglo XIX, que permitió registrar las primeras imágenes de Andrómeda, llevó a comprender de forma inmediata lo que de verdad era. Por entonces aún se la denominaba *nebulosa*: es decir, un objeto difuso, parecido a una nube de polvo y en nada similar a las estrellas, que se creía ubicado en algún lugar de la Vía Láctea, a la misma distancia que la mayor parte de estas últimas. Habría que esperar a la década de 1920 para conocer su auténtica naturaleza: una isla de estrellas por derecho propio, situada a millones de años luz de la Vía Láctea. Este descubrimiento transformó radicalmente toda nuestra perspectiva sobre la magnitud del universo y nuestro lugar en él. Nuestra visión del mundo se vio alterada de la noche a la mañana al apreciar por primera vez el verdadero tamaño del cosmos. Los humanos éramos una gota aún más diminuta en un océano aún mayor de lo que habíamos imaginado.

En mi opinión, el hecho de que no hayamos sido capaces de apreciar la verdadera escala del universo hasta los últimos cien años más o menos constituye el mejor indicativo de la juventud de la astrofísica. El ritmo de los avances producidos en el siglo XX ha superado con creces hasta los más descabellados sueños de Herbert Hall Turner en 1901. Ese año, a prácticamente nadie se le había pasado por la cabeza la idea de un agujero negro. Más tarde, en la década de 1920, estos eran meras curiosidades teóricas, que resultaban en especial irritantes a físicos como Albert Einstein porque violentaban sus ecuaciones y parecían antinaturales. En la década de 1960 se había aceptado su existencia, al menos en el plano teórico, gracias en parte al trabajo de los físicos británicos Stephen Hawking y Roger Penrose, y del matemático neozelandés Roy Kerr, que resolvió las ecuaciones de la relatividad general de Einstein en el caso de un agujero negro giratorio. Esto condujo, a principios de la década de 1970, a postular por primera vez la posible

existencia de un agujero negro en el centro de la Vía Láctea. Si tuemos esto en contexto por un momento: los humanos conseguimos llevar a alguien a la Luna antes de poder comprender siquiera que pasamos toda nuestra vida orbitando inexorablemente alrededor de un agujero negro.

No fue hasta 2002 cuando las observaciones confirmaron que, de hecho, lo único que podía haber en el centro de la Vía Láctea era un agujero negro supermasivo. Dado que llevo menos de diez años investigando sobre los agujeros negros, con frecuencia necesito que me lo recuerden. Creo que todos tenemos tendencia a olvidar cosas que incluso hasta hace poco no sabíamos; a olvidar, por ejemplo, cómo era la vida antes de que hubiera teléfonos inteligentes, o que solo en este milenio hemos sido capaces de cartografiar íntegramente el genoma humano. Comprender la historia de la ciencia nos permite valorar mejor los conocimientos que hoy nos resultan tan preciados. Una mirada retrospectiva a ella es como un viaje en el tren del pensamiento colectivo de miles de investigadores. Pone en perspectiva todas esas teorías que tan acostumbrados estamos a repetir como loros hasta el punto de olvidar el fuego en el que inicialmente se fraguaron. La evolución de las ideas nos ayuda a entender por qué unas se descartaron mientras se defendieron otras.³

3. Como amante de la historia de la ciencia, me resulta a la vez doloroso y curiosamente fascinante observar el auge de los «terraplanistas», quienes afirman que la Tierra es plana. Insisten en que la NASA y el gobierno estadounidense (con la presumible connivencia de todas las demás agencias espaciales y gobiernos) han estado perpetuando la mentira de una Tierra esférica. Lo interesante del asunto es que las ideas y los argumentos que debaten entre ellos son los mismos que esgrimían los primeros filósofos griegos hace miles de años, pero que finalmente se descartaron tras posteriores experimentos y observaciones. Ese es el obstáculo crucial con el que tropiezan los «terraplanistas»: renunciar a un argumento al que están emocionalmente apegados cuando sus experimentos les demuestran que la Tierra no es plana; de algún modo, no pueden poner fin a su odisea de sesgos de

A menudo pienso en ello cuando la gente cuestiona la existencia de la materia oscura. Se trata de un tipo de materia que sabemos que está ahí por su atracción gravitatoria, pero que no podemos ver porque no interactúa con la luz. La gente se pregunta hasta qué punto es plausible que no podamos ver lo que creemos que constituye el 85% de toda la materia del universo. Seguramente debe de haber alguna otra cosa en la que aún no hemos pensado, ¿no? Yo nunca sería tan arrogante como para afirmar que hemos pensado en absolutamente todo, porque el universo nos mantiene de forma constante en vilo. Pero la gente olvida que la idea de la materia oscura no surgió de buenas a primeras para explicar alguna curiosidad acerca del universo: surgió después de más de tres décadas de observaciones e investigaciones que no apuntaban a ninguna otra conclusión plausible. De hecho, durante años, los científicos se mostraron renuentes a creer que la materia oscura fuera la respuesta; pero al final las pruebas resultaron ser abrumadoras. La mayoría de las teorías científicas confirmadas por observaciones se gritan a los cuatro vientos; la de la materia oscura, en cambio, probablemente ha sido la teoría aceptada más a regañadientes de toda la historia de la humanidad. Nos obligó a admitir que sabíamos mucho menos de lo que creíamos, una experiencia humillante para cualquiera.

En eso consiste la ciencia: en reconocer aquello que no sabemos. Cuando lo hacemos, entonces podemos progresar, y eso vale para la ciencia, para el conocimiento o para la sociedad en general. La humanidad en su conjunto progresa gracias a los avances en el conocimiento y en la tecnología, así como al impulso de su mutua interacción. El ansia de saber más sobre el tamaño y el contenido del universo, de ver cosas más lejanas

confirmación. Pero una sociedad nunca progresa si se niega a modificar sus creencias cuando se le presentan pruebas abrumadoras en sentido contrario.

y más tenues, impulsó la mejora de los telescopios (de un metro de diámetro en 1901 a treinta en la década de 2020). Cansados de las engorrosas placas fotográficas, los astrónomos fueron pioneros en la invención de fotodetectores digitales, y actualmente todos llevamos una cámara digital en el bolsillo. Este invento permitió mejorar las técnicas de análisis de imágenes, necesarias para interpretar las observaciones digitales más detalladas. Y, a su vez, estas se incorporaron a las técnicas de diagnóstico por imagen en medicina, como la resonancia magnética o la tomografía axial computarizada (TAC), que hoy se utilizan para diagnosticar todo un abanico de dolencias. Hace apenas un siglo era inimaginable obtener una imagen del interior del cuerpo.

Así pues, como ocurre con todos los científicos, mi investigación sobre los efectos de los agujeros negros se apoya en los hombros de los gigantes que me han precedido; figuras de la talla de Albert Einstein, Stephen Hawking, Roger Penrose, Subrahmanyan Chandrasekhar, Jocelyn Bell Burnell, Martin Rees, Roy Kerr y Andrea Ghez, por nombrar solo a algunos. Hoy puedo basarme en las respuestas que ellos dedicaron tanto tiempo y esfuerzo a obtener para plantear mis propias preguntas.

Han hecho falta más de quinientos años de esfuerzos científicos para empezar a hacernos una idea siquiera superficial de qué son los agujeros negros. Solo si nos adentramos en esta historia podremos albergar la esperanza de comprender ese extraño y enigmático fenómeno de nuestro universo del que aún sabemos tan poco: desde el descubrimiento del más pequeño hasta el del más grande; desde la mera posibilidad del primero de ellos hasta el último; y el porqué de que, de entrada, se los denominara *agujeros negros*. Nuestro paseo por la historia de la ciencia nos llevará desde el centro de la Vía Láctea hasta los confines del universo visible, e incluso nos plantearemos la pre-

gunta que ha intrigado a todo el mundo desde hace décadas: ¿qué veríamos si «cayéramos» en un agujero negro?

Personalmente me parece increíble que la ciencia pueda plantearse siquiera responder a preguntas como esta y, a la vez, nos sorprenda con algo novedoso. Y digo esto porque, aunque durante largo tiempo se ha concebido a los agujeros negros como los oscuros corazones de las galaxias, resulta que no son «negros» en absoluto. Con los años, la ciencia nos ha enseñado que los agujeros negros son, de hecho, los objetos más brillantes de todo el universo.