

Hawking y los agujeros negros

LOS CIENTÍFICOS Y SUS DESCUBRIMIENTOS

Paul Strathern



Hawking es tal vez uno de los científicos más conocidos de nuestra época. Sus investigaciones y descubrimientos en los campos de los agujeros negros y la cosmología han abierto posibilidades infinitas y han cambiado nuestra manera de mirar el mundo y el cosmos. Aún así, ¿cuántos de nosotros entendemos realmente lo que significan los agujeros negros? *Hawking y los agujeros negros* es una brillante instantánea de la vida de Hawking y de su trabajo, y proporciona una explicación accesible y clara del significado y de la importancia de sus descubrimientos y del modo en que estos pueden cambiar o influir en nuestras vidas.



Paul Strathern

Hawking y los agujeros negros

ePub r1.0

smonarde 17.03.14

Título original: *Hawking and Black Holes*

Paul Strathern, 1997

Traducción: Pedro Tena

Diseño de portada: Juan José Barco y Sonia Alins

Editor digital: smonarde

ePub base r1.0

más libros en **ePubGratis**

Introducción

El parecido entre Stephen Hawking y el Dr. Strangelove, el extraño personaje de la película de Kubrick, es algo más que una mera y pasajera comparación. Desde luego, Hawking no es un nazi con ansias de revancha, pero todos los que han trabajado con él hablan del mismo grado de intensidad en la energía intelectual contenida. El Dr. Strangelove era una parodia de la voluntad desnuda, aunque de una gran complejidad y clarividencia, y enormemente cerebral. Al mismo tiempo que decididamente humano, estaba poseído por fuertes pasiones y fobias, que sus taras físicas no contribuían a remediar. Hawking ha insistido a menudo en que se le viera como a cualquier otro ser humano normal, algo que después han confirmado sus actos. En la película nunca llegamos a ver el despacho del Dr. Strangelove, pero de haberlo necesitado, el despacho de Hawking en Cambridge habría sido una inmejorable elección. Allí se respira una silenciosa atmósfera de concentración, rota tan solo por el sonido de un interruptor que una figura encorvada acciona desde su silla de ruedas; a su alrededor, las pantallas de los ordenadores, un espejo desde el que un rostro atento devuelve la mirada al observador, y grandes pósters de Marilyn Monroe mirándonos desde lo alto de las paredes.

Esa mente, alejada del mundo, que se encuentra como en casa cuando navega por los confines últimos del universo, ha producido algunos de los más asombrosos pensamientos cosmológicos de todos los tiempos. Nuestra imagen del cosmos se ha transformado por completo durante la era Hawking. La imagen que él y su equipo han creado es tan imaginativa y bella como una gran obra de arte y, al mismo tiempo, tan imposible como un sueño, y

enormemente más compleja de lo que puede comprenderse habitualmente. Hawking ha producido ideas nuevas y sensacionales sobre los agujeros negros, la «Teoría de la Gran unificación» y el origen del universo.

Sin embargo, hay quienes han cuestionado todo esto. La cosmología es el estudio del universo, pero pese a contar con sus diabólicas matemáticas, gran parte de la disciplina no puede probarse. ¿Puede la cosmología ser de algún modo útil o relevante, o es como un cuento de hadas, tan importante para nuestras vidas como las leyendas de los antiguos dioses griegos? Igualmente puede considerarse que los logros de Hawking son fundamentales para nuestra comprensión de la propia vida, o que se trata de una vasta empresa intelectual llena de ruido y furia pero vacía de significado. Continúen leyendo y juzguen por ustedes mismos.

Vida y obra: una breve historia de Hawking

Stephen Hawking nació durante los sombríos días de la segunda guerra mundial. Sus padres tenían una casa en Highgate, en el norte de Londres. Por la noche, el clamor de las sirenas que anunciaban los bombardeos, los focos de luz en busca de señales en el cielo, el resplandor y el estallido sordo de las bombas alemanas desgarraban el silencio.

Para asegurar el nacimiento de su primer hijo, Frank e Isobel Hawking decidieron, poco antes de dar a luz, trasladarse temporalmente a Oxford. Los alemanes habían aceptado no bombardear Oxford y Cambridge para no dañar su irremplazable arquitectura a cambio de que los aliados no hicieran lo propio con las históricas ciudades universitarias de Heidelberg y Gotinga. Como señalaba Isobel Hawking: «es una lástima que este tipo de acuerdo civilizado no se extendiera a otros campos». El 8 de enero de 1942 dio felizmente a luz un hijo varón, una fecha que casualmente coincide con el aniversario de Galileo, muerto en 1642, exactamente 300 años antes. Además, Newton había nacido casi al mismo tiempo el mismo año, por lo que, si omitimos el hecho de que son dos campos que se excluyen mutuamente, podríamos decir que los auspicios astrológicos para un astrónomo eran realmente excelentes.

Tanto Frank como Isobel Hawking habían estudiado en la Universidad de Oxford. Frank era ya un médico dedicado a la investigación, que estaba casi siempre de viaje. Por otro lado, la carrera de Isobel, en declive por falta de oportunidades, había comenzado con un aburrido puesto de inspectora fiscal para ir progresivamente descendiendo por diversos trabajos de secretaria nada satisfactorios. (En realidad, había llegado demasiado pronto, pues solo unos

años más tarde, Maggie Thatcher se haría cargo del Comité conservador de la Universidad de Oxford. Durante la guerra, las mujeres ya habían entrado en los ministerios, consiguiendo puestos elevados en el escalafón funcionarial, habían escapado de la servidumbre doméstica para buscar empleo como braceras en las granjas, o habían probado el sabor de la independencia trabajando en las fábricas y ocupando puestos tradicionalmente «masculinos»).

Precisamente, cuando trabajaba de secretaria, Isobel conoció a Frank Hawking, que acababa de regresar de una investigación médica en África. No tardaron en casarse, y tuvieron cuatro hijos. La actitud ante la vida de Isobel, que apenas cambió de forma de ser, marcó la educación de sus hijos. Pese a ello, sus deseos no colmados encontraron un camino en el idealismo. Se enroló en las filas del comunismo y, aunque muy pronto flexibilizó su postura política, siguió siendo una socialista convencida. Más tarde, tomaría parte en las primeras marchas del CND, el comité para el desarme nuclear, desde Aldermaston hasta Londres, cuando intentar salvar a la raza humana de la destrucción nuclear se consideraba una actividad anti-social.

En 1950 los Hawkings se trasladaron a vivir a St. Albans, 50 kilómetros al norte de Londres, una agradable ciudad catedralicia (o sofocantemente provincial). Frank había sido nombrado allí jefe del Departamento de Parasitología del Instituto Nacional de Investigación Médica. Los Hawkings continuaron haciendo una vida intelectual perfectamente ortodoxa, lo que no impidió que se les etiquetase de inmediato como peligrosos excéntricos. Su casa estaba atestada de libros, los muebles pretendían ser cómodos y no símbolo de estatus social, las cortinas no se lavaban y, a veces, ni siquiera se corrían por la noche. Había quien podía asegurar incluso que la familia escuchaba en la radio el Tercer Programa (dedicado a la música clásica y al teatro, y dirigido especialmente a los pocos disidentes que vivían entre el filisteísmo burgués). En su tiempo libre, Frank llegó incluso a escribir varias novelas que nunca se publicaron, y de las que su esposa se burlaba llamándolas despropósitos. Los modelos para el joven Stephen fueron siempre más bien los Bertrand Russell y Ghandi que los Stanley Matthews o Max Miller.

Al llegar el verano, toda la familia se apretujaba en el automóvil, un antiguo taxi londinense, y se trasladaban a su caravana para pasar las vacaciones. La caravana, que era de su propiedad, estaba aparcada en un campo de Osmington, en Dorset, cerca de la Bahía de Ringstead. No hace falta decir que no se trataba de una caravana corriente, sino de una vieja caravana gitana, pintada con alegres colores «romanís». Los Hawkings no eran una familia acomodada, pero no eran pobres; tampoco parece que fueran más ni menos felices que cualquier otra familia de clase media durante esta época triste y gris de represión social.

De un hogar corriente como este salió un típico estudiante de la época. A los diez años, a Stephen se le matriculó en el mejor colegio de la zona: el mediocre St. Albans, cuya matrícula costaba 50 guineas por trimestre. Si tenemos en cuenta que una guinea equivale a unas 260 pesetas actuales, podremos hacernos una idea de las pretensiones que dicha escuela tenía de aspirar al nivel *Basil Fawcety*^[1]. Stephen era un estudiante debilucho, desmañado y de movimientos descoordinados, un tipo de personaje fácilmente reconocible que encajaba entre los habituales matones, chulos, fanfarrones, malas hierbas, quejicas y toda esa clase de seres particulares que suelen poblar cualquier patio escolar.

Para entonces Stephen ya se había interesado por la química, e incluso tenía su propio laboratorio en el cobertizo de su casa, que no tardó en convertirse en un lugar desordenado, lleno de tubos de ensayo, residuos de viejos experimentos y manuales para la fabricación casera de pólvora, cianuro o gas mostaza.

Poco a poco iba haciéndose evidente que Stephen era un alumno bastante brillante, pero al que no le constreñían las ostentosas exigencias que trataban de imponerle en aquel colegio fino. No trabajaba demasiado, pero aprobaba con nota todas las asignaturas, aunque nunca era de los primeros. Su mente era aguda, pero hablaba con demasiada rapidez para que se le entendiese bien. En su casa, en el cobertizo, con sus pocos amigos del colegio, se dedicó a inventar complicados juegos de mesa, que para jugar requerían al menos cinco horas y que, en ocasiones, podían llegar a durar hasta una semana entera de vacaciones. No es extraño que pronto se encontrara jugando contra

sí mismo. Tanto a los amigos como a la familia les sorprendía su capacidad para dejarse absorber por problemas tan abstrusos, cuya solución a menudo llegaba después de interminables horas. En opinión de su madre: «Me imagino que por entonces para él el juego era casi un sustituto de la vida».

Stephen parecía disfrutar viviendo en un mundo teórico ordenado, intentando retar a su estructura hasta sus últimos límites. Puede que no pareciera infeliz, pero ciertamente no era alguien corriente. El funcionamiento de su mente era inusitadamente abstracto, y parecía que le guiaban inclinaciones superiores a las naturales.

El ganador de todos los premios de su promoción, su compañero Michael, le definía de un modo cordialmente condescendiente como «un brillante y simpático maniático de la ciencia». Un día, empezaron a hablar en el laboratorio de Stephen de «filosofía y vida». Michael recuerda que a él se le daba bastante bien la filosofía, pero a medida que se adentraban en la conversación se fue dando cuenta de que Stephen lo estaba dejando en ridículo, incitándole sutilmente a que dejase ver su ignorancia. Fue un momento desconcertante para Michael que, de repente, sintió como si un observador distanciado le mirase burlonamente desde una gran altura. «En aquel momento me di cuenta por primera vez de que, de algún modo, Stephen era diferente y no solo brillante, no solamente listo ni original, sino excepcional». También percibió «una arrogancia, un sentido global de cómo funcionaba el mundo». Naturalmente, el brillante y distraído cerebro de Stephen se había pasado algún tiempo reflexionando sobre las cosas, intentando figurarse cómo funcionaba el mundo.

La cosmología había sido la tarea que la filosofía se había impuesto en sus orígenes. La palabra griega para nombrar el universo era *cosmos*, que también significaba «orden» y cuya etimología ha guardado el sustantivo cosmética. Para los griegos antiguos el orden del mundo era una cuestión de belleza. Actualmente la cosmología se ha desembarazado de sus tintes filosóficos, y se limita al estudio de la estructura del universo, pero el descubrimiento de un orden en esta vastedad infinita puede aún evocar un sentido de belleza y asombro filosófico. Esto puede ocurrir especialmente en la mente de un reflexivo estudiante de secundaria, dotado de una

extraordinaria percepción, atraído por la abstracción y capaz de una concentración extrema en su empeño por pensar hasta la raíz última de las cosas.

Los escondidos talentos de Hawking necesitaban un impulso para poder emerger a la luz del día. Esto ocurrió cuando tenía 16 años y estudiaba para los *A-levels*^[2]. En 1958 el padre de Stephen obtuvo un puesto de investigador en la India. La familia decidió convertirlo en una aventura y viajaron en automóvil, lo que en aquellos tiempos constituía todo un atrevimiento. Pero la decepción llegó cuando se supo que en aquella aventura no podría unirse toda la familia: Stephen debía pasar sus exámenes y se quedaría al cuidado de la vecina y agradable familia Humphreys.

La actitud de la señora Hawking al respecto era perfectamente británica. «Él se lo pasó en grande con los Humphreys, y nosotros lo pasamos muy bien en la India». Y en efecto, eso parecía. Sin embargo, hubo un incremento notable en la torpeza de Stephen. En una ocasión digna de un número cómico, los Humphreys perdieron un carrito lleno de su mejor vajilla de loza. La señora Humphrey recuerda: «Supongo que todos se echaron a reír, pero después de un rato quien más se rio fue Stephen».

Al margen de otras posibles consecuencias, el hecho de ser abandonado por su familia fue suficiente para estimular el interés de Hawking por la vida. Su padre habría deseado que él estudiase biología con el objetivo de continuar después su labor en la profesión médica, pero a Stephen le interesaban más las matemáticas, materia que dominaba mejor. Su padre consideraba que eran un camino estéril, que solo servían para la enseñanza. Finalmente llegaron a un acuerdo: Stephen estudiaría matemáticas, física y química. Se consagró en cuerpo y alma a sus estudios *A-level*, y también probó suerte en un examen de ingreso en Oxford, con la intención de prepararse mejor para el año siguiente. Contra todo pronóstico, Stephen lo hizo tan bien en los exámenes de Oxford que le concedieron una beca al instante.

Con 17 años Stephen Hawking llegaba a la Universidad de Oxford para estudiar Ciencias Naturales en la especialidad de Física. La ausencia de matemáticas no suponía que respetase hasta ese punto el trato con su padre,

sino que, por el contrario, Hawking consideraba ya entonces que eran solo la llave para la comprensión del universo en su conjunto. El cosmos seguía constituyendo el núcleo de su interés más profundo.

Muchos de sus otros compañeros de estudios del primer curso eran aproximadamente un año y medio mayores que Stephen, que por entonces tenía 17, y el resto le sacaba al menos tres años, pues habían pasado dos cumpliendo su servicio militar. Joven, con gafas, desmañado y de complexión endeble, Stephen se sentía al margen de las cosas y de los demás. Pasó la mayor parte de su primer año sin salir de su cuarto, sin trabajar, tan solo aburriéndose y preguntándose cómo podría conseguir la aceptación de los demás. Como era demasiado joven para ir a los pubs, por las noches se bebía él solo unas cuantas cervezas en su habitación mientras devoraba libros de ciencia-ficción. Esta actividad le abrió las puertas de nuevas perspectivas del universo, tan imaginativas como, casi siempre, estafalarias o desvirtuadas, pero no estimuló apenas sus intereses académicos. Si tenía suerte conseguía concentrarse poco más de una hora al día.

El interés de Hawking se centraba en la amplitud del mundo que le rodeaba, y esto sí que lo estudiaba a conciencia, a menudo realizando incursiones nocturnas en él. No dejaba de observar sus propiedades singulares, el curioso modo en que se manifestaba y sus excitantes posibilidades. En el comienzo de su segundo año, Hawking estaba preparado para entrar en este mundo. Se dejó el pelo muy largo, especialmente para aquellos años cincuenta, acentuó su fino sentido del humor, y mejoró su aspecto externo. El patito feo floreció, saltando de fiesta en fiesta, dejándose llevar por la corriente social con la facilidad y confianza de un perfecto y bien ensayado profesional del espejo. Incluso llegó a unirse a los robustos miembros del club de remo, haciéndose timonel de una embarcación de ocho universitarios como él.

Cuando Hawking se ponía a hacer algo, lo hacía con el máximo empeño. Una vez más parecía haber aplicado aquella «arrogancia... un sentido global de cómo funcionaba el mundo», que tanto había impresionado a su compañero de estudios Michael, cuando percibió algo excepcional en su carácter. Pero esta temible cualidad no era tanto su «arrogancia» como la

confianza en sí mismo sustentada por una voluntad bien centrada.

No obstante, su voluntad seguía persiguiendo un objetivo pequeño. Hawking no se sentía agobiado por sus obligaciones, y no dedicaba al trabajo más de una hora al día. Pese a ello, su tutor de física, el doctor Roben Berman recuerda que: «Era sin duda el mejor estudiante que he tenido nunca»; y añadía: «No soy tan presumido como para pensar que alguna vez pude haberle enseñado algo». Estos comentarios lisonjeros tienen el sello distintivo de haber sido realizados con el transcurso de los años, sin embargo, no hay duda de que a Hawking se le consideraba excepcional, aunque solo fuera porque parecía desafiar el principio de la conservación de energía: la cantidad de energía que se obtiene de una actividad no puede exceder la cantidad de trabajo que se invierte en ella.

Hawking era muy presuntuoso, tanto social como intelectualmente. No veía ningún interés en tratar de disimular sus excepcionales talentos; una arrogancia que por lo demás no hacía sino aumentar su reconocimiento público. A pesar de lo poco que trabajaba, decidió que proseguiría sus estudios con una investigación de postgrado en cosmología. Así que pidió a la Universidad de Cambridge que le dejaran trabajar con Hoyle, el gran cosmólogo del momento, y fue aceptado a condición de que obtuviese un sobresaliente. Ningún problema.

Solo en el último momento le falló la confianza en sí mismo. La víspera de sus exámenes finales se pasó la noche en blanco y se equivocó en algunas respuestas. Sus notas finales estaban en el límite entre el sobresaliente y el notable. Como solía ocurrir en estos casos, se le llamó para hacer una entrevista que decidiera su destino. Para este momento había recuperado su característica autoestima. Cuando se le preguntó sobre sus proyectos, contestó: «Si consigo un sobresaliente, iré a Cambridge; si me dan un notable seguiré en Oxford, así que confío en que me den un sobresaliente». De acuerdo con el doctor Berman: «Fueron suficientemente inteligentes para darse cuenta de que hablaban con alguien bastante más listo que la mayoría de ellos». Hawking consiguió el sobresaliente, y en el otoño de 1962, con 20 años, llegó al Trinity Hall en Cambridge.

Si su llegada a Oxford había sido bastante mala, su llegada a Cambridge

no fue mucho mejor. Para empezar, se encontró con que Hoyle había decidido no incluirle en su equipo, designando en su lugar a su ayudante como su supervisor: un duro golpe para el orgullo de Hawking y un desprecio que no olvidaría. Entre los posgraduados de Cambridge, Hawking ya no era un estudiante estrella. Cambridge tenía una pléyade de auténticas primeras figuras y algunos de los mayores descubrimientos científicos tenían lugar allí: Crick y Watson habían descubierto la estructura del ADN en el Laboratorio Cavendish de Cambridge, por lo que les fue otorgado el Premio Nobel pocas semanas después de la llegada de Hawking; al mismo tiempo, a Kendrew y Perutz, también del Cavendish, y aún durante su estancia, les fue concedido el Nobel de Química. Incluso dentro del pequeño mundo del Departamento de Matemática Aplicada y Física Teórica (DMAFT), Hawking aprendió enseguida que las cosas no iban a resultar fáciles. Una única hora de estudio al día había dejado poco tiempo para el trabajo de fondo, y enseguida se hizo evidente su carencia de una sólida base matemática. Pero esto era tan solo la punta del iceberg, porque durante su último año en Oxford Hawking había sufrido una momentánea pérdida de memoria como consecuencia de un golpe en la cabeza tras una caída por las escaleras. Sus amigos habían creído que se trataba de una de sus correrías nocturnas, pero no había sido esta la única vez que había rodado escaleras abajo, y en una ocasión le había costado hasta atarse los cordones de los zapatos. Hawking aprendió que debía tener cuidado con las escaleras, pero los síntomas persistieron.

Cuando regresó a casa al terminar su primer trimestre en Cambridge, su padre decidió enviarle al hospital a hacerse una revisión médica. El resultado fue peor que la peor de las pesadillas. Se le diagnosticó una enfermedad llamada ELA (Esclerosis Lateral Amiotrófica), más conocida como enfermedad de las neuronas motoras.

La ELA es una enfermedad degenerativa progresiva de las células nerviosas de la espina dorsal y del cerebro. Estas células controlan la actividad muscular por lo que, a medida que avanza la enfermedad, los músculos se van atrofiando causando la inmovilidad e incluso la pérdida total del habla. El cuerpo queda reducido a un estado vegetativo, pero la mente permanece en todo momento despierta y funcionando perfectamente. La

comunicación resulta imposible, y la muerte ocurre en unos pocos años. En los últimos estadios de la enfermedad al paciente se le trata con morfina para contrarrestar los efectos de la depresión crónica y el terror.

La reacción de Hawking fue típica de su educación y de su carácter. «Tomar conciencia de que tenía una enfermedad incurable que me iba a matar en unos pocos años me asustó un poco: ¿cómo iba a sucederme algo así a mí?». La reacción de su madre no fue tan comedida. Exigió ver al mejor especialista del Hospital Clínico de Londres, pero este dejó bien clara su opinión: «No hay nada que pueda hacer yo realmente. Más o menos, eso es lo que hay».

A pesar de las valientes palabras de Hawking, en realidad estaba profundamente afectado. Justo antes de su estancia en el hospital, había conocido a una mujer en una fiesta de fin de año, que había quedado impresionada por la obstinación de aquel intelectual zarrapastroso. Cuando ella volvió a verlo más tarde «se encontraba en un estado patético. Creo que había perdido la voluntad de vivir». Hawking volvió a Cambridge y se hundió en un estado de depresión morbosa. Durante varios meses apenas salió de su cuarto. Todo lo que se oía en su habitación era el estrépito de los discos de Wagner y de las botellas de vodka vacías.

Paulatinamente empezaron a disiparse los nubarrones de una autocompasión trágica. La chica que había conocido en Nochevieja fue a visitarle a Cambridge. Tenía nada más que 18 años y se llamaba Jane Wilde. Estudiaba para sus *A-levels* en el colegio de St. Albans, y planeaba ir a la Universidad de Londres el año siguiente.

Jane era tímida. La primera vez que Hawking le contó que estudiaba cosmología tuvo que ir a buscar el término en el diccionario. Los genios no explican esas cosas. Jane creía en Dios y era optimista por naturaleza. Todo tenía un sentido; y no importaba lo mal que parecieran ir las cosas, porque siempre podía extraerse algo bueno de ellas. Hacía ya tiempo que Hawking había renunciado a cualquier tipo de creencia en Dios, pero la actitud de Jane pulsó algún tipo de cuerda en él. Tenía una voluntad férrea, siempre había tenido una voluntad férrea, este había sido su secreto. ¿Por qué iba a cambiar ahora?

«Antes de que me diagnosticaran la enfermedad, la vida me aburría mucho» —recuerda. «No parecía que hubiera nada que me interesase». Pero ahora las cosas eran diferentes: «soñé que iba a ser ejecutado», recuerda. «De pronto me di cuenta que había un montón de cosas que podría hacer, si me suspendían temporalmente la pena». Estaba en proceso de curación, al menos por lo que respecta a su salud mental, porque su aspecto físico no era tan saludable.

La ELA no avanza de un modo regular. Tras una agudización de los síntomas suele venir un proceso de compensación, una estabilización que puede durar un tiempo sorprendente. Los doctores habían informado a Hawking de que su enfermedad había entrado en uno de esos «períodos mesetarios», pero su diagnóstico resultó equivocado. La enfermedad continuaba progresando, y pocos meses después Hawking tenía que apoyarse en un bastón para poder caminar. Los doctores le dieron menos de dos meses de vida. Comenzar su tesis no tenía ningún sentido si iba a morir antes de poder completarla.

Hawking seguía viéndose con Jane, pero cualquier atisbo de sentimentalismo era inmediatamente expulsado de su relación. Detestaba la piedad y estaba decidido a seguir siendo independiente mientras fuese posible. Se sentía como un ser humano normal y deseaba ser tratado como tal. Consideraba a Jane una «chica muy agradable», y ella admiraba en secreto su coraje. Era su mutua admiración, más que los sentimientos, lo que les hizo entender que lo imposible podría ser posible. En palabras de Jane, ambos se dieron cuenta de que si continuaban juntos «podrían hacer algo que valiera la pena con sus vidas».

Finalmente llegaron a un compromiso formal. Para Hawking este hecho «marcó la diferencia». Ahora tenía algo por lo que vivir. Pero si iba a casarse, necesitaría un trabajo. Y para conseguir un trabajo tendría que hacer una tesis doctoral.

Hawking recuperó la confianza en sí mismo y empezó a pensar en el tema adecuado para su tesis doctoral. Se consideraba a sí mismo afortunado. La cosmología no requería más aparato que los telescopios, y no suponía realizar experimentos que requiriesen destreza física o manual. La única cosa que

necesitaba de verdad era su cerebro, una de las pocas partes de su cuerpo que había de permanecer incólume.

En 1965, con 23 años, Hawking empezó su tesis doctoral, y en julio se casó con Jane. Aquel otoño Jane se marchó a Londres a estudiar su último año de Universidad, pero regresaba a Cambridge los fines de semana. Hawking se trasladó a una pequeña buhardilla a unos 100 metros del Departamento de Matemáticas Aplicadas y Física Teórica y gastó parte del dinero de la boda en comprar un coche asistido para poder conducir hasta el Observatorio situado a las afueras de la ciudad.

La formidable voluntad de Hawking había encontrado una motivación; su mente estaba concentrada al máximo, sin apenas distracción. Y eso era lo que necesitaba, pues los problemas a los que iba a enfrentarse estaban entre los más complejos y ambiciosos de toda la cosmología.

Durante algunos años, la cosmología había sido considerada como una pseudo-ciencia y, como tal, había atraído la atención de un buen número de pseudo-científicos. Las grandes ideas sobre el universo, respaldadas por números increíblemente grandes, habían tenido éxito entre el gran público. Estas ideas eran los dinosaurios de la ciencia moderna: gigantes, simplistas y abocadas a la extinción. Escaseaban las preguntas incisivas. Los auténticos científicos preferían la ciencia auténtica, susceptible de prueba o refutación mediante un experimento. Al público embelesado no se le pedía otra cosa que abrir la boca en señal de admiración ante las últimas noticias sobre el universo, pero ningún tipo de objeciones.

A principios de los años sesenta todo esto había empezado a cambiar. Los grandes descubrimientos de principios de los años veinte, la relatividad y la teoría de la mecánica cuántica, habían transformado nuestra visión del mundo subatómico. La relatividad significaba que el espacio era curvo y que el universo tenía fronteras, pero hasta ese momento ni la relatividad ni la teoría cuántica se habían aplicado rigurosamente a los principios sustanciales del universo, tanto a escala subatómica como galáctica. ¿Qué efecto tuvieron estas ideas en el vasto y continuo experimento que *construía* el universo? Las respuestas fueron —y continúan siéndolo— más increíbles de lo que la más increíble e imaginativa historia de ciencia ficción pudiera soñar. ¿Quién

podría haber concebido la existencia de agujeros negros, agujeros invisibles en el universo, dentro de los cuales el espacio y el tiempo sencillamente desaparecían?

Hawking había observado que la relatividad no armonizaba con la física en el nivel de la mecánica cuántica, y que era incapaz de explicar los agujeros negros. Su investigación en este campo iba a producir un resultado sensacional.

Por raro que parezca, la existencia de los agujeros negros —aunque no con ese nombre— había sido ya anticipada en fecha tan temprana como 1783. El responsable de este descubrimiento fue un párroco inglés, llamado John Michell, a la sazón uno de los mejores astrónomos de su época, pues, además de los agujeros negros, también había sugerido la naturaleza de las estrellas dobles y había realizado algunas muy perspicaces predicciones de distancias interestelares. Michell sugirió que si una estrella era lo bastante grande y densa, impediría que la luz emanase de su superficie. Sus observaciones del cielo le llevaron a la hipótesis de que el universo contenía un considerable número de estrellas de esa índole, cuya presencia podría detectarse por el efecto gravitatorio que ejercían sobre las estrellas o planetas cercanos y visibles.

El astrónomo alemán, Karl Schwarzschild recuperó esta idea en los primeros años del siglo XX. Durante una baja por enfermedad del frente ruso, en 1916, empezó a trabajar en las implicaciones de la entonces reciente publicación de la teoría de Einstein sobre la relatividad, quien había formulado que los rayos de luz podrían doblarse por la fuerza de la atracción gravitatoria. (La vida en el frente ruso podía ser tan peligrosa e incómoda como la vida en las trincheras del frente occidental, pero debía de haber algo estimulante en el ambiente, porque al mismo tiempo, a no mucha distancia de allí, el austriaco Ludwig Wittgenstein reflexionaba sobre las ideas que iban a transformar la filosofía del siglo XX). Schwarzschild demostró que cuando una estrella colapsaba bajo la fuerza de su propia gravedad, ocurrían ciertas cosas. De acuerdo con la teoría de Einstein sobre el efecto de la gravedad sobre la luz, a partir de un cierto grado el efecto de la fuerza de la gravedad se incrementa hasta el punto de que nada, ni siquiera la luz, es capaz de escapar

de su campo gravitatorio. Este punto se alcanza cuando una estrella se colapsa hasta el límite de un radio determinado, que depende de su masa. Este radio es el punto en el que una estrella que se colapsa se convierte en un agujero negro. (En el caso del sol, cuyo radio actual es de 700 000 kilómetros, se convertiría en un agujero negro si su radio se contrajese hasta una longitud de 3 kilómetros). Schwarzschild había probado gracias a la ley de la relatividad lo que Michell solo había sospechado.

Curiosamente, Einstein rechazó los hallazgos de Schwarzschild, pese a estar basados en su propia teoría. Sin embargo, el radio crítico en el que una estrella se convierte en un agujero negro es hoy conocido como el Radio Schwarzschild.

Un año después, se refutaron una vez más las ideas cosmológicas de Einstein. En esta ocasión era el astrónomo ruso Aleksander Friedmann quien, mientras la revolución tenía lugar fuera de su estudio en Petrogrado, descubrió que la imagen de Einstein de un universo estático era incorrecta. Para la realización de sus cálculos, Einstein había supuesto una «constante cosmológica» a la que había llamado *lambda*. Efectivamente, así se evitaba la cuestión de probar si el universo era o no estático; Friedmann demostró que la suposición carecía de justificación. Friedmann dio el valiente paso de asumir que el universo está lleno de una nube de materia uniformemente fina. Los hallazgos modernos han confirmado que esta valiente asunción sigue siendo válida para muchos cálculos macrocósmicos, a pesar de las discrepancias obvias. Trabajando con este modelo, y una versión adecuadamente modificada de los cálculos de Einstein, Friedmann fue capaz de demostrar que el universo de hecho *se expande*. Una vez más, Einstein prefirió disentir de esta teoría.

Las aseveraciones teóricas de Friedmann se confirmaron tras una observación práctica realizada en 1928 por el astrónomo americano Edwin Hubble, cuyo nombre lleva el telescopio espacial. Desconociendo las teorías de Einstein y de Friedmann, mediante un telescopio de 2,5 mt, Hubble empezó a estudiar desde el Monte Wilson los desplazamientos hacia el rojo de más de una docena de galaxias diferentes. (El desplazamiento hacia el rojo es un corrimiento de líneas en el espectro que indica la velocidad en relación

al observador). Hubble descubrió que la velocidad a la que aquellas galaxias se alejaban era mayor cuanto más alejadas estaban de la Tierra. Esta fue la primera prueba directa de un universo en expansión.

El siguiente gran avance teórico tuvo lugar en Rusia cinco años más tarde. Para entonces las purgas de Stalin estaban en pleno apogeo. Es posible que un científico dedicado a su tarea ignorase la Revolución Rusa que ocurría fuera de su laboratorio, pero el Terror de Stalin era un asunto distinto. Hombres vestidos con abultados abrigos de piel llamaban a la puerta y exigían que se les dejase pasar, aunque uno estuviera enfrascado en cálculos cosmológicos. Después de los generales y los jefes de partido, los científicos iban a ser las siguientes estrellas de la lista que llamaran al estrado en juicios públicos. El físico teórico Lev Landau sabía que iba a tener problemas. No solo había estado en el extranjero, sino que también era judío. Landau decidió que su única esperanza era obtener suficiente reconocimiento mundial para que el hecho mismo de ser llamado al estrado como testigo —y su subsiguiente desaparición— pudiera poner en entredicho la utopía soviética. Improvisó rápidamente un artículo con algunas de las ideas cosmológicas sobre las que había estado reflexionando durante los últimos tiempos y se lo envió a Copenhague a su amigo Niels Bohr, el gran físico, acompañándolo de una carta en la que le pedía un favor: si pensaba que sus averiguaciones valían la pena, tal vez podría usar sus influencias para que se las publicasen en *Nature*, la mejor revista científica internacional. Poco después, Bohr recibió un telegrama del periódico *Izvestia*, órgano del partido oficial, pidiéndole una valoración profesional del artículo de Landau. Bohr no tenía tiempo de analizarlo, pero entendió perfectamente lo que ocurría. Envío un mensaje a Moscú poniendo por las nubes el artículo de su colega, y consiguió que se publicase en *Nature*, lo que no evitó que Landau fuera arrestado en 1938, aunque fuera puesto en libertad poco después, reconociéndose que se había cometido «un error».

Landau había estado especulando durante algunos años sobre cómo las estrellas desprendían la suficiente energía para producir tanto calor. En su artículo de *Nature* postulaba que el centro de la estrella pudiera estar ocupado por una estrella superdensa compuesta en gran parte por partículas

subnucleares sin carga, llamadas neutrones. (Una estrella como el Sol contendría otra estrella de neutrones de alrededor de un 1/10 de su masa, pero comprimida en un radio de solo 1 kilómetro). La descomunal cantidad de calor que desprende la estrella se genera por la absorción de gas de esta estrella interna de neutrones.

El artículo de Landau se había escrito con cierta prisa, y se publicó sin que tuviera tiempo de revisar sus ideas con detenimiento. El as de la física cuántica, el americano Robert Oppenheimer y su brillante asistente Hartland Snyder, que había trabajado anteriormente como conductor de camiones en Utah, leyeron aquel artículo. Oppenheimer y Snyder juzgaron que había muchas inexactitudes en el artículo de Landau, pero trabajaron sobre su idea original. Según Oppenheimer y Snyder, cuando una gran estrella deja escapar su carburante nuclear y arde, entonces implosiona bajo su propia fuerza gravitatoria. Llega un momento en que se contrae hasta su radio crítico, de donde ni siquiera los rayos de luz pueden escapar de su superficie. En este punto la estrella se aísla del resto del universo y se crea el llamado «horizonte de sucesos de un sentido»: las partículas y la radiación pueden entrar, pero nada puede escapar de ella. Se forma una singularidad espacio-tiempo, según la cual la dimensión espacial y la dimensión temporal asociada sencillamente desaparecen. No hay forma de saber qué ocurría dentro de este horizonte, y Oppenheimer se negaba ni siquiera a especular sobre ello.

Oppenheimer y Snyder publicaron sus investigaciones en *Physical Review*, el 1 de septiembre 1939, el mismo día que Hitler invadía Polonia, precipitando así la segunda guerra mundial. En el mismo número de *Physical Review*, Niels Bohr y el físico americano John Wheeler publicaban un artículo sobre el modo de obtener la fisión nuclear, es decir, el mecanismo necesario para producir la bomba atómica. Por casualidad Oppenheimer dirigía el Proyecto Manhattan, que fabricaría la primera bomba atómica. El mismo día que empezaba la Segunda Guerra Mundial se publicaba el método que llevaría a esta a su conclusión, junto con un escrito del hombre que lo haría posible. Pero por entonces el artículo de Oppenheimer se desconocía por completo: el mundo tenía cosas más importantes por las que preocuparse que el universo.

Wheeler acabaría trabajando en la bomba atómica, pero cuando acabó de estudiar cómo destruir el planeta Tierra, dirigió su atención al Universo.

Por suerte a la cosmología le preocupaba más la holística que los holocaustos, pero Wheeler consiguió introducir en ella algunos de los problemas sin resolver de su antigua área de investigación. Wheeler era un extremista de derechas, una postura política ortodoxa en la década de los cincuenta, en tiempo de la caza de brujas anticomunista que había emprendido MacCarthy. Por otro lado, Oppenheimer se había acostado una vez con una comunista lo que significaba que, pese a haber ganado la guerra con la fabricación de la bomba atómica, era desde luego un espía a sueldo del comunismo. Wheeler no estaba de acuerdo tampoco con las ideas cosmológicas de Oppenheimer, pero estaba obligado a reconocer que finalmente tenía cierta razón en su idea de que existía una singularidad espacio-tiempo dentro de un horizonte de sucesos de un sentido. Por supuesto Wheeler iba a dar un paso más y bautizar a este objeto gravitacionalmente totalmente colapsado con el nombre de «agujero negro». Tal vez inevitablemente, Wheeler no podía estar totalmente de acuerdo con Oppenheimer. Wheeler sostenía que *era* posible describir lo que ocurría dentro de un agujero negro: allí tenía lugar una unión de la relatividad con la física cuántica.

Pero a principios de los años sesenta, muchos aún dudaban de la existencia de los agujeros negros, que hasta 1969 no serían denominados así. Es cierto que las peores sospechas políticas de Wheeler se vieron confirmadas cuando un grupo de científicos soviéticos anunció que habían probado que las singularidades espacio-tiempo (o agujeros negros) sencillamente no podían existir. Según estos científicos soviéticos, tales singularidades espacio-tiempo eran simplemente una conjetura teórica errónea que solo podía tener lugar si se aceptaba que el colapso de las grandes estrellas se producía como una implosión simétrica. Solo de esta forma podía concentrarse el campo gravitatorio en un único punto, resultando en una singularidad espacio-tiempo. Sin esta improbable simetría, no habría singularidad. Abracadabra: no había agujeros negros.

Como puede verse, la cosmología a principios de los años sesenta, cuando

Hawking entraba en escena, estaba en pleno estado de ebullición. Ni que decir tiene que la ortodoxia reinante en Cambridge aún estaba a favor de la teoría del «estado estacionario» que proponía Hoyle. De acuerdo con esta concepción, el universo no había tenido un principio y jamás tendría un final, sino que siempre había existido, es decir, que su densidad media general había permanecido constante o, lo que es igual, en estado estacionario. En los años cincuenta Hoyle había rechazado con displicencia la idea opuesta, denominándola teoría del Big Bang, describiendo irrisoriamente su idea de la creación como si «de una chica que saliese de la tarta» se tratase.

Sin embargo, la teoría del «estado estacionario» de Hoyle requería similares trucos de magia. ¿Cómo podría explicarse si no, la expansión del universo que Hubble había observado? Para remediar esta objeción Hoyle proponía que las estrellas y las galaxias surgían del espacio continuamente. Sí, ¿pero cómo? De acuerdo con Hoyle, esta era una de las propiedades del espacio, y para compensar este fenómeno, las estrellas y las galaxias también desaparecían continuamente del espacio, sumergiéndose en un negro y gigantesco más allá.

Hoyle era un incansable y, a menudo, precipitado vocero de su propia teoría del estado estacionario. En una célebre ocasión dio una conferencia en la Royal Society de Londres antes de haber realizado los cálculos que apoyaban sus aseveraciones. Sin el conocimiento de Hoyle, su ayudante había mostrado las cifras preliminares a Hawking, quien había observado en ellas algunas anomalías. Hawking decidió asistir a la conferencia de Hoyle en la Royal Society, que fue recibida con aplausos entusiastas. Cuando Hoyle preguntó al auditorio si alguien tenía alguna duda, un frágil joven con gafas, recién licenciado, se puso trabajosamente en pie con la ayuda de un bastón. Los más de cien asistentes al acto, adonde habían acudido también destacados científicos, se volvieron para mirar al advenedizo que se atrevía a interrogar a la celebridad.

—La cantidad de la que usted habla diverge, dijo Hawking.

Del auditorio se alzó un murmullo de nerviosismo. Si esto era así, la conferencia de Hoyle era una tontería.

—Por supuesto que no diverge, replicó Hoyle despectivamente.

—Sí lo hace, replicó Hawking.

—¿Cómo lo sabe?

—Porque he encontrado una solución, dijo Hawking tranquilamente.

Algunas risitas se escucharon en el auditorio. Hoyle se había puesto lívido de rabia. ¿Quién era aquel presuntuoso jovencuelo que se daba tantos aires?

Hawking había proclamado su llegada al escenario de la cosmología con una venganza.

Pero seguía sin despejarse la incógnita de qué ocurría dentro de un agujero negro. Aquellos que habían optado por el colapso no simétrico de las estrellas, al igual que sostenían los científicos soviéticos, habían empezado a elaborar una nueva teoría, según la cual la implosión de la estrella tenía lugar de un modo tan desequilibrado y tan poderoso que sencillamente se sobrepasaba a sí misma y se expandía nuevamente.

Este problema fue estudiado con buenos resultados por un joven matemático inglés llamado Roger Penrose, que aplicó los nuevos métodos matemáticos que había creado para el campo de la topología al problema del colapso de las estrellas, llegando a curiosos resultados. Según su Teorema de la Singularidad, el colapso de una estrella se produce exactamente como Wheeler había anunciado: se forma una singularidad donde el tiempo cesa y las leyes de la física no rigen; e incluso si la implosión se produce de modo no simétrico, la materia no se sobrepasa a sí misma para expandirse de nuevo. Una gran estrella implosiona hasta su horizonte de sucesos, donde se convierte en un agujero negro (algo que para una estrella diez veces el tamaño del sol ocurre cuando su radio se comprime hasta los 30 kilómetros). Pero Penrose estableció que más allá de ese punto la estrella que colapsaba *seguiría* comprimiéndose, un comportamiento que se producía siguiendo las leyes de la teoría general de la relatividad. A medida que aumentaba la intensidad del campo gravitatorio, la luz, la materia y el espacio-tiempo serían atrapados dentro de él con cada vez mayor intensidad, e incluso se comprimiría con tal intensidad que alcanzaría un volumen cero y densidad infinita. En otras palabras, desafiaría las leyes de la gravedad hasta el punto de tener masa, pero no dimensión. De igual modo, el espacio-tiempo y la luz

no solo serían absorbidos hacia el interior del agujero, sino que se contraerían hasta un punto tan infinitamente pequeño que desaparecerían.

Todo esto ocurriría *dentro* del horizonte de sucesos, y sería, por tanto, inobservable. Pero el horizonte de sucesos no se comprimiría ni colapsaría en absoluto. Permanecería inalterable al llegar al punto en el que la estrella se convierte en un agujero negro. (Por ejemplo, el horizonte de sucesos para una estrella diez veces el tamaño del sol se mantendría en un radio de 30 kilómetros, en tanto que en el interior la estrella misma habría comprimido su tamaño y densidad hasta ser infinitamente pequeños).

Hawking empezó a estudiar las ideas de Penrose en detalle, y mientras lo hacía, una idea de una originalidad asombrosa iba tomando cuerpo en su mente. Como muchas grandes ideas, esta era esencialmente simple (aunque los cálculos que la sostenían eran todo menos eso). Hawking se preguntó que ocurriría si, de alguna forma, un agujero negro se volviese del revés. Entonces aplicó esta idea al universo entero. ¿No sería el universo en expansión una gigantesca estrella que implosionaba «al revés»? El tiempo desaparece *en el interior* de un agujero negro: si se invierte este proceso, supondría la creación del tiempo. Lo mismo ocurriría con el espacio. La materia se originaría desde un punto infinitamente denso, aunque sin dimensiones. En este punto se produciría el *big bang*, el mismo acto de la creación, ni más ni menos.

La teoría de la relatividad se aplicaría *en ambos sentidos*. Si el campo gravitatorio se intensificaba, el espacio-tiempo, la materia, la radiación se concentraban. A medida que el campo gravitatorio se expandía y debilitaba, también el espacio-tiempo se desplegaba, y la radiación y la materia se dilataban. Hawking logró demostrar que en el pasado se produjo una singularidad que dio origen al tiempo. Y si el universo detenía su expansión y comenzaba a contraerse, acabaría por implosionar y *terminar* en una singularidad, el llamado *big crunch*. No quedaban dudas sobre qué habría ocurrido antes de que el universo comenzase, o qué había ocurrido después de terminar, pues bajo estas circunstancias no existía el tiempo, pero tampoco el espacio ni la materia existirían.

Hawking había explicado cómo se había originado el universo. Había

mostrado cómo se producía el *big bang*, cómo todo se había creado a partir de la reversión de un agujero negro que lo abarcaba todo. (Pese a ello, los soviéticos continuaban sosteniendo obstinadamente que no existía nada parecido a un agujero negro, y Hoyle continuaba defendiendo su teoría del estado estacionario). Pronto empezó a correrse la voz de la asombrosa teoría de Hawking, que iba consiguiendo amplia aceptación en todas partes menos en el universo soviético o el de «la tierra es plana». Hawking se había instalado como una estrella ascendente en el firmamento cosmológico.

Pero la cosmología seguía siendo un pequeño mundo, y la fama de Hawking se redujo a aspectos relacionados con el universo. En el amplio mundo académico de Cambridge, no era más que un personaje genial pero periférico, uno de tantos, por otro lado. Sin embargo, la leyenda empezaba a extenderse. Los estudiantes recién licenciados del edificio DMAFT se habían acostumbrado a encontrarse con aquel frágil personaje de gafas y bastón, que rechazaba cualquier ofrecimiento de ayuda. Con frecuencia se apoyaba unos minutos junto a la pared, recuperando el resuello, durante la lucha que suponía subir unas escaleras. Ya habían pasado cuatro años desde que le habían concedido un plazo de dos años de vida, y cada vez con mayor frecuencia se veía obligado a recurrir a las muletas, las cuales detestaba, pues no solo le etiquetaban como discapacitado sino que también le fatigaban aún más.

Con todo, Hawking siguió siendo él mismo, y su cuerpo estaba muy lejos aún de la inutilidad. En 1967 nació su hijo Robert, y pese a las molestias que le causaban las muletas, dedicaba largas horas a su trabajo por el cual sentía verdadera devoción. Resulta irónico que se sintiera ahora más feliz que antes de su enfermedad, al menos eso mantenía.

Pero nada de esto habría sido posible sin el generoso y constante apoyo de su mujer, Jane. La vida con un genio más o menos humano no era fácil. Poseía las emociones extremas que suelen asociarse con este tipo de persona. No eran raras las pataletas y Hawking seguía siendo más que capaz de expresar con fuerza su personalidad. Aunque fuera un genio y estuviera discapacitado, insistía en que se le tratase como un ser humano, algo que era aún posible a pesar de las dificultades. Estaba muy unido a su mujer y su

matrimonio estaba estrechamente relacionado con su trabajo. Jane mecanografiaba sus trabajos a partir de las notas que él garabateaba, o tomaba al dictado lo que su cada vez más frágil voz le decía. Su habla empezaba a degenerar en un quejido balbuciente.

Hawking realizaba ahora sus cálculos matemáticos mentalmente, adquiriendo con ello una excepcional destreza cerebral. Cada vez con más frecuencia comunicaba su trabajo intelectual solo cuando lo había desarrollado totalmente. La capacidad en cuanto a memoria, concentración y organización mental que esto requería era formidable, por no hablar de la fuerza de voluntad que ello implicaba. Y esto era tan solo el trabajo de base, pues requería además el poder creativo y la profundidad para producir un pensamiento original de primer orden, algo que siguió haciendo.

A medida que crecía la fama de Hawking, él fue formando en el centro DMAFT un grupo de investigadores de gran talento, que colaboraban con él en sus investigaciones sobre los agujeros negros. En 1971 Hawking dio a la luz la idea de que después del *big bang* se había formado una serie de «miniagujeros negros». Estos estaban tan concentrados que contenían un billón de toneladas de materia, sin embargo su tamaño no era mayor que el de un fotón, la partícula elemental de emisión de luz. Hawking demostró que estos miniagujeros negros eran únicos y, que debido a su enorme masa y gravedad, se regían por las leyes de la relatividad, aunque sus dimensiones reducidísimas requerían que también obedecieran a las leyes de la mecánica cuántica. Esto sugería que «en el origen» estas dos explicaciones, con frecuencia en conflicto, pudieran haber sido una sola. Daba una idea de que quizás, en un futuro no demasiado distante, sería posible desarrollar una teoría global que conjugara tanto la mecánica cuántica como la relatividad, pero por el momento esta posibilidad sensacional no era ni remotamente realizable.

En realidad era más bien lo contrario. Una singularidad producida por un colapso gravitacional significaba la quiebra de todas las leyes conocidas de la física. ¡Asombro, horror, depravación! Pero como este acontecimiento había tenido lugar en un agujero negro, no era observable, sino que por una suerte de «censura cósmica» nos estaba vedada la visión de esa última obscenidad.

Sin embargo, si se derrumbaban las leyes de la física, esto significaba que era imposible predecir qué podría ocurrir en el futuro, en cuyo caso la ciencia tenía ante sí una enorme laguna que rellenar.

Filosóficamente la ciencia tenía ante sí dos posibilidades opuestas, ambas sensacionales, que podían significar «el fin de la ciencia». Los mini-agujeros negros indicaban que algún día podría haber una teoría que explicase todo. Al mismo tiempo, los agujeros negros más ortodoxos podían indicar sencillamente que en el universo no podría explicarse nada científicamente. En última instancia no sería científico. La ciencia había llegado a su último estadio filosófico. *Vivía peligrosamente*, porque lo que tenía ante sí era la doble posibilidad de ser coronada o de estallar: ¡el fin de la ciencia estaba cerca!

Pero, sabiamente, la ciencia tiende a ignorar este tipo de trampas filosóficas. Sin importarles esta defunción inminente, Hawking y los cosmólogos que colaboraban con él continuaron con sus investigaciones. Era imposible ver en el interior de los agujeros negros, pues allí dentro no regían las leyes de la física, pero siempre era posible *conjeturar* qué ocurría dentro de este territorio prohibido. Se había explicado su origen, ahora era cuestión de explicar la continuidad de su existencia.

Al otro lado del Atlántico, Wheeler no solo había bautizado los agujeros negros sino que había llegado a idéntica conjetura, conocida como el «teorema de la no existencia de pelo». De acuerdo con esta teoría, un agujero negro llega a un estado estacionario donde solo cuentan tres parámetros, concretamente, la masa, el movimiento angular y la carga eléctrica. Cuando algo penetra en un agujero negro, solo se conservan estas tres entidades.

En 1974, Hawking y su equipo habían conseguido probar el «teorema de la no existencia de pelo», llamado así por la semejanza entre las coordenadas salientes de las dimensiones y otras adherencias magnéticas que, al entrar en el agujero negro, son afeitadas, sin que este deje traspasar otra cosa que no sean partículas móviles de masa cargadas eléctricamente. Hawking demostró cómo la relatividad podía explicar la hipótesis de Wheeler. Las leyes de la física podían dejar de ser aplicables en el interior de un agujero negro, pero allí dentro no reinaba del todo la anarquía.

Durante el año académico 1974-75, Hawking aceptó una invitación para pasar un año en Caltech, California, la institución científica más prestigiosa de todo el oeste de los Estados Unidos, donde había trabajado el mejor químico del siglo XX, Linus Pauling, y que reunía a un buen ramillete de premios Nobel. (Entre otros, algunos científicos iluminados como el físico Richard Feynman, que tocaba los bongos, o Murray Gell-Mann, que solía bautizar sus descubrimientos con una cita de James Joyce o un texto budista).

Hawking disfrutó de California, aprovechó la oportunidad de utilizar los potentes telescopios de Mount Wilson, y logró evitar que nadie le llevase a Disneylandia, aunque sí que adquirió un gran póster de Marilyn Monroe, el primero de los muchos que adornarían su despacho cuando volviese a Cambridge.

En este momento la enfermedad de Hawking estaba en otro periodo estacionario, pero entretanto había quedado postrado en una silla de ruedas. Su voz empezaba a deteriorarse y adelgazarse en un quejido apenas inteligible, hasta el punto de que solo sus colegas más cercanos y sus amigos podían entenderle. Desafiando estas temibles trabas, Hawking fue padre por tercera vez en 1979. Tal como uno de sus amigos más leales expresó públicamente años más tarde cuando le presentó en una conferencia: «Tal como prueba el hecho de que su hijo pequeño, Timothy, tiene menos de la mitad de la edad de la enfermedad, es evidente que no todo en Stephen está paralizado». Una cierta turbación recorrió el auditorio tras estas palabras, pero la pequeña figura encogida en la silla de ruedas dejó asomar su famosa sonrisa de oreja a oreja.

A sus 32 años, Hawking había sido nombrado uno de los miembros electos más jóvenes de la Royal Society. Otros premios y honores le seguirían. Para su abnegada esposa Jane, estos reconocimientos eran como «la guinda del pastel». Pero la vida con Hawking no era fácil: «creo que no podré jamás reconciliar dentro de mí los altibajos que hemos experimentado en esta casa: realmente desde el fondo de un agujero negro hasta estos deslumbrantes premios».

Fue entonces cuando Hawking tuvo su famoso momento «eureka», que le puso en el camino de su mayor descubrimiento. Una noche mientras se iba a

acostar empezó a pensar en la superficie de los agujeros negros. La obstinación de Hawking en hacerlo todo por su cuenta significaba que irse a la cama representaba para él un proceso largo y laborioso que le permitía pensar durante un largo rato.

Hawking se empezó a preguntar sobre qué les ocurriría a los rayos de luz en el horizonte de sucesos de un agujero negro. Sabía que los rayos de luz que forman el horizonte de sucesos, la superficie de un agujero negro, no pueden jamás aproximarse unos a otros porque están en suspensión. No pueden escapar ni ser absorbidos por el agujero negro. De pronto, se dio cuenta de lo que esto significaba: *el área de la superficie de un agujero negro nunca disminuye*. En otras palabras, incluso si dos de ellos se juntan, nunca se absorberán el uno al otro; por el contrario, su superficie total permanecerá igual o aumentará, pero nunca podrá disminuir. Puede parecer una conclusión algo abstrusa o, tal vez, no particularmente relevante ni emocionante. Sin embargo, sus implicaciones iban a cambiar de arriba abajo la noción de lo que era un agujero negro.

A Hawking, que lo había intuido, le causó tanta emoción que no pudo dormir aquella noche. Se había dado cuenta de que el comportamiento de la superficie de los agujeros negros guardaba una sorprendente relación con la segunda ley de la termodinámica. Según esta ley, la entropía (o el desorden) dentro de un sistema aislado siempre será igual o aumentará, por lo que cuando dos de estos sistemas se unen, la entropía del sistema combinado es mayor que la suma de las entropías de los sistemas individuales. Básicamente esto significa que si se deja que las cosas evolucionen por sí mismas, el caos permanecerá igual o aumentará, pero nunca disminuirá. (El propio Hawking ofrecía el ejemplo de una casa: solo hay que dejar de hacer arreglos en ella para que el caos aumente. Para crear el orden o para reparar el desorden, es necesario emplear un gasto suplementario de energía).

Esta ley explica por qué ciertos procesos son irreversibles. Si tomamos un vaso, entendiéndolo como un sistema autónomo, y lo dejamos caer al suelo, sus fragmentos nunca se reunirán por sí mismos, ya que esto haría decrecer su entropía. La entropía determina la dirección que un proceso irreversible debe seguir. De algún modo, indica la dirección en la que el tiempo debe

seguir. Si esto es así, ¿por qué el comportamiento de los agujeros negros recuerda a la segunda ley de la termodinámica? ¿Podría significar que de algún modo esta ley puede aplicarse a los agujeros negros, hasta ese momento considerados fenómenos no gobernados por este tipo de leyes?

Hasta este momento, los cálculos relativos a los agujeros negros se habían basado en la relatividad, que explicaba el comportamiento de los grandes cuerpos, pues se habían descartado los efectos que tenían lugar a nivel subatómico, los cuales respondían a la teoría de la mecánica cuántica. Los minúsculos efectos subatómicos eran desechables cuando se manejaban magnitudes tan grandes como las del colapso de las estrellas o los agujeros negros. Hawking iba a demostrar cuán errónea era esta afirmación. La mecánica cuántica proporcionaba una clave fundamental para explicar la verdadera naturaleza de los agujeros negros.

En primer lugar, es necesario entender algo de mecánica cuántica. Uno de los postulados fundamentales y más sorprendentes de la física cuántica fue establecido por Werner Heisenberg, un físico alemán, en 1927, cuando tenía solamente 26 años de edad y ya era una figura indiscutible de la teoría cuántica. El gran descubrimiento de Heisenberg fue el principio de incertidumbre, que establece que es imposible determinar simultáneamente la posición e impulso de un electrón.

Heisenberg mantenía que esto no podía hacerse ni siquiera teóricamente, porque las nociones mismas de posición exacta y velocidad exacta, tomadas a la vez, no tenían significado alguno para la naturaleza. De hecho, este postulado es cierto para *todas* las cosas de la naturaleza, desde las partículas subatómicas a las tortugas gigantes o a las galaxias, pero solamente en niveles atómicos o inferiores las discrepancias se hacen representativas.

Una sencilla ilustración de esta idea ocurre cuando intentamos determinar la posición precisa de un electrón. Esta partícula es tan pequeña que solo puede detectarse mediante algo que tenga una longitud de onda suficientemente pequeña, como los rayos gamma. Pero cuando estos rayos chocan con el electrón, afectan a su velocidad de un modo impredecible. Es imposible determinar la posición del electrón sin alterar su velocidad, y cuanto más precisamente intentemos determinar su posición —utilizando luz

de muy corta longitud de onda— más se alterará su velocidad. Igualmente, cuanto menos interfiramos en su velocidad, tanto menos seremos capaces de medir su posición.

Este principio de incertidumbre, válido tanto para las partículas como para los campos —que se pueden imaginar formados por partículas— produce asombrosos resultados cuando lo aplicamos al espacio:

—El espacio también es un campo.

¿Pero, cómo? Probablemente el espacio está por definición vacío, es un vacío.

—De acuerdo con el principio de incertidumbre de Heisenberg esto, sencillamente, no puede ser así.

—¿Por qué no?

—Hemos demostrado que es imposible medir con precisión y simultáneamente el valor de un campo y la velocidad a la que cambia. Esto es válido tanto para campos como para partículas.

¿Entonces?

—Pues significa que ningún campo puede medir exactamente cero, porque representaría una medida *exacta* de su valor y de su velocidad, lo cual es imposible según el principio de incertidumbre. Sin embargo, si queremos un espacio vacío, el campo ha de ser exactamente cero.

¿Entonces no existe nada parecido al espacio vacío?

—Precisamente (o quizás casi precisamente).

¿Entonces qué es lo que tenemos en su lugar?

—De acuerdo con el principio de Heisenberg, incluso en el espacio siempre habrá una mínima incertidumbre.

¿Y esto qué significa?

—Se puede imaginar esta incertidumbre como una oscilación mínima desde justo por encima de cero hasta justamente por debajo de cero, pero nunca *exactamente* cero.

¿Y cómo ocurre esto?

—Podemos explicar lo que ocurre de la siguiente manera: ya que no podemos tener nada, en su lugar tenemos pares de partículas virtuales, que son las responsables de las oscilaciones a ambos lados de cero.

Pero ¿qué son estas partículas virtuales, y qué papel juegan en las oscilaciones?

—Estos pares de partículas virtuales consisten en una partícula y una antipartícula, una positiva y la otra negativa. Cuando se juntan se anulan la una a la otra, por lo cual están constantemente apareciendo y desapareciendo de la realidad. Esto explica las pequeñísimas oscilaciones por encima y por debajo de cero.

¿Y esto qué tiene que ver con los agujeros negros?

—Los agujeros negros existen en el espacio, lo que significa que este proceso se produce constantemente a su alrededor.

Hawking especuló sobre qué ocurriría en la superficie de un agujero negro, en el horizonte de sucesos. Este espacio contendría también partículas virtuales, que aparecen en la realidad. Pero antes de anularse unas a otras, serían afectadas por el agujero negro, que atraería a la partícula negativa expulsando simultáneamente la partícula positiva, la cual escaparía en forma de radiación. El agujero negro emitiría efectivamente radiaciones térmicas, es decir, calor; tendría, por tanto, una temperatura mensurable.

De igual modo, la partícula con alta entropía que cae en un agujero negro haría aumentar de tamaño la superficie del agujero negro. (Como hemos visto, la superficie del agujero negro depende del radio de Schwarzschild que, a su vez, depende de la masa). Un aumento en la superficie del agujero negro, por pequeño que este sea, marca un aumento de la entropía del agujero negro, pero que este tenga entropía significa también que debe tener temperatura.

Esta temperatura sería en realidad casi insignificante, tan solo millonésimas de grado sobre el cero absoluto, pero está ahí. Hawking había demostrado que los agujeros negros no eran tan «negros», ya que emitían radiación, es decir, calor, estaban calientes.

Las implicaciones de esta demostración transformaron por completo la concepción de los agujeros negros. Después de todo no eran infinitos agujeros atascados en el universo, en cuyas profundidades la materia, el espacio-tiempo y las leyes de la física desaparecían, sino que ahora se podían considerar objetos que existían *dentro* del universo. Obedecían a la segunda ley de la termodinámica; tenían entropía, lo que significaba que incluso

tenían tiempo. Ya no eran invisibles, sino que podían ser «observados» por las leyes de la física.

Pero esto no era todo. Al combinar la gravedad de los agujeros negros y el comportamiento de las partículas virtuales, Hawking había combinado por primera vez la mecánica cuántica y la relatividad.

Enseguida se empezó a propagar la noticia de que Hawking había dado con algunas ideas que «cambiaban todo». Poco después, en febrero de 1974, Hawking fue invitado a Oxford a dar una conferencia sobre los agujeros negros, organizada por el matemático John Taylor que se consideraba a sí mismo algo parecido a un experto en agujeros negros. Al término de otras intervenciones, Hawking fue invitado a subir al estrado en su silla de ruedas. Comenzó su alocución con su voz quejumbrosa y casi incomprensible. El auditorio se esforzaba en prestar atención, sin poder dar apenas crédito a lo que estaban escuchando. Si lo que decía Hawking era verdad, entonces sí que todo cambiaba radicalmente, pero Hawking terminó con una afirmación todavía más espectacular: un agujero negro tenía tiempo, entropía, y esta entropía aumentaba como cualquier otra. Esto significaba que un agujero negro acabaría evaporándose en radiación pura o, en otras palabras, al final «explosionaría».

El auditorio recibió las palabras de Hawking con un estupor silencioso. Entonces Taylor se puso en pie como un resorte y dijo: «Lo siento, Stephen, pero eso es una solemne tontería». Sin casi poder contener su rabia, dio media vuelta y salió airoso de la habitación.

Un mes después, Hawking publicó sus descubrimientos en un artículo que apareció en la revista *Nature* bajo el título de «¿Estallan los agujeros negros?», que su antiguo tutor y colaborador, David Sciama, describió como uno de los más hermosos de la historia de la física. Fue comparado con el artículo de Einstein sobre la teoría general de la relatividad. Su importancia, aunque fundamental, no tenía la misma magnitud, pero logró un impacto de respuesta similar a aquel otro en quienes se negaban a entenderlo. Algunos meses más tarde Taylor publicó una agresiva réplica en *Nature*, despreciando las ideas de Hawking sobre la explosión de los agujeros negros. Pero a esas alturas, la batalla había prácticamente terminado. Las ideas de Taylor al igual

que la teoría del estado estacionario de Hoyle eran una cosa del pasado. El mundo científico no es ajeno a la evolución, y aquí también imperan las leyes de la supervivencia de los más aptos, incluso aunque parezcan no estar entre los individuos mejor dotados de su especie.

Para entonces la enfermedad de Hawking había degenerado hasta un grado alarmante. Ya no podía andar ni siquiera ayudado, y se vio obligado a moverse en una silla de ruedas motorizada. No podía alimentarse por sí mismo y si la cabeza se le caía hacia delante sobre el pecho, no era capaz de levantarla. Estos obstáculos suponían un profundo revés psicológico para un hombre de orgullo y voluntad como él, que apreciaba su independencia, pero siguieron otros acontecimientos más penosos. El habla de Hawking seguía deteriorándose, y hasta para sus más allegados era ya difícil de entender lo que intentaba decir. Al mismo tiempo, perdía a gran velocidad su capacidad para escribir. Su mente había alcanzado la cumbre de su potencial, pero ¿cómo iba a poder comunicar sus pensamientos ahora?

Sin embargo, qué podía esperarse. Habían pasado 15 años desde que a Hawking le habían vaticinado dos años de vida. Su supervivencia era absolutamente milagrosa, tanto como los descubrimientos que seguía haciendo en la cosmología. El vínculo entre ambas no era una mera casualidad, pues indicaban cualidades excepcionales de mente y voluntad.

En 1979, con 37 años, Hawking fue nombrado profesor de la cátedra Lucasian de Matemáticas en Cambridge, un puesto que ya habían desempeñado previamente Isaac Newton y, más tarde, Babbage, padre del ordenador. Hawking se sintió enormemente honrado. Algunos meses más tarde, cuando se dio cuenta de que no había firmado el libro, no se ahorró fuertes dolores para inscribir su nombre. Como diría más adelante: «aquella era la última vez que firmaba».

A pesar de estas dificultades, Hawking insistió en hacer vida social en Cambridge. Jane y él salían a cenar, acudían a fiestas y, pronto, el nuevo catedrático Lucasian se hizo con una reputación de parroquiano habitual. Nada de esto habría sido posible sin Jane quien, en palabras de un amigo íntimo, es «una mujer extraordinaria que se preocupa de que él haga lo mismo que cualquier otra persona: van a todas partes y hacen de todo». Lo

que más lamentaba era no poder jugar con sus hijos. Hawking empezó a utilizar su recién adquirido prestigio en pro de la causa de los discapacitados. Pudo dar salida a su naturaleza combativa en algunas enérgicas cartas dirigidas al Ayuntamiento de la ciudad de Cambridge para que instalasen rampas o rebajaran la altura de las aceras. Gracias a su éxito en estas campañas, la Asociación Real en favor de la Rehabilitación de los Discapacitados le concedió el premio al «Hombre del año».

La enfermedad de Hawking podía haberse estabilizado, pero muchos de sus amigos, físicos teóricos, no creían que pudiese durar mucho más. Pero Hawking volvió a cortar el césped bajo los pies de sus amigos con su conferencia inaugural como catedrático Lucasian. Con el título de «¿Está cerca el final de la Física Teórica?», la conferencia fue seguida por un gran número de personas y leída por uno de los alumnos de Hawking.

En ella Hawking abordó una idea que se convertiría más adelante en algo parecido a un caballo de batalla, concretamente, la Teoría de la Gran Unificación, donde se ofrecía una descripción completa, sólida y unificada de «todo», es decir, todas las partículas elementales y todas las interacciones físicas que tenían lugar en el universo reducidas a un grupo de ecuaciones, algo que supondría «el final» de la física teórica. Hawking reconocía que después de esto «quedarían muchas cosas por hacer», pero sería como «hacer montañismo después de haber conquistado el Everest».

Esta llamada «explicación última» ha demostrado ser una notable ilusión. El primer filósofo griego, Tales de Mileto, que vivió en el siglo VI a. C. estaba convencido de que lo había encontrado y de que era el agua. En los siglos transcurridos desde entonces, filósofos y científicos han estado siempre convencidos de que la habían encontrado, o de que estaban a punto de encontrarla. Los candidatos han sido el fuego, el aire, los átomos, los axiomas de la geometría, las mónadas, la gravedad, de nuevo los átomos, el lenguaje lógico y muchas, muchas más. En el momento de dar su conferencia, Hawking pensaba que había bastantes probabilidades de que la Teoría de la Gran Unificación se descubriese a finales del siglo XX. Incluso sugirió que un posible candidato era $N=$ supergravedad 8.

Durante algún tiempo se ha sospechado que una forma de gravedad

podría ser la clave, dado que la constante de gravedad (G) parecía determinar la estructura del universo, y que era tal vez proporcional a su edad, pero finalmente se ha demostrado que esta teoría era más compleja que totalizadora.

Desde entonces, Hawking ha revisado su punto de vista en favor de la Teoría de las Supercuerdas. Según esta, los objetos fundamentales que constituyen el universo son objetos de una única dimensión parecidos a cuerdas más que a partículas diminutas. Se dice que estos *fettucinni* infinitamente delgados miden unos 10^{-35} metros de largo, y que podrían unificar todas las partículas y fuerzas conocidas en la salsa *bolognesa* definitiva. Pese a ello, Hawking reconoce que la teoría de las supercuerdas necesitará al menos 20 años para desarrollarse. Entonces habremos resuelto el último problema: será posible conocerlo todo.

Sin embargo, llegados a este punto, conviene recordar las palabras de Wittgenstein cuando creía haber llegado «a la solución final de los problemas de la filosofía», porque solo entonces pudo darse cuenta «de lo poco que se consigue cuando se resuelven estos problemas». Al contrario que la ciencia, la filosofía ha madurado en el siglo XX al reconocer que no existe nada parecido a una verdad absoluta ni en sentido filosófico ni en sentido científico. Tanto la ciencia como la filosofía son sistemas con los que vivimos, y *nuestra noción de estos sistemas también evoluciona* junto a nuestra noción de la verdad. Ambos sistemas se basan en lo que nos es útil, y encajan en el modo que hemos elegido de ver el mundo. La última supercuerda tiene tan pocos visos de ser «la verdad» como el fuego o los átomos, aunque, por otra parte, pueda parecer *tan cierta* como lo parecieron aquellas otras en su tiempo.

Desafiando a la enfermedad, Hawking siguió empeñado en viajar. Para entonces se había convertido en un científico de fama internacional y estaba resuelto a ocupar su puesto en el escenario científico internacional. Viajó a Suiza, Alemania y Estados Unidos. La enfermedad le obligaba a recurrir, cada vez con mayor frecuencia, a su memoria, que con su tenacidad característica entrenaba hasta un punto increíble. En un seminario en Caltech dejó perplejos a los estudiantes al dictar de memoria una ecuación de 40

términos. Por desgracia, el genio de la teoría cuántica, Gell-Mann, estaba presente y se sintió obligado a señalar que si su memoria no le traicionaba, Hawking se había olvidado de un término. Resultó que Gell-Mann tenía razón. Donde hay supergravedad y supercuerdas, es posible que exista también supermemoria.

A principios de los años ochenta, Hawking comenzó a dictar algunas ideas para un libro divulgativo sobre cosmología con el que pretendía ganar algún dinero para pagar la matrícula del colegio de su hija. En 1985 había terminado su primer borrador y decidió revisarlo durante sus vacaciones estivales. Entonces vivía en un apartamento alquilado en Ginebra, al cuidado de una enfermera y de un asistente investigador, mientras que Jane se había marchado de viaje por Alemania. Antes de editar su manuscrito, Hawking pasó algún tiempo en el Centro Europeo para la Investigación Nuclear (CERN). Aquí, los gigantescos aceleradores de partículas, de varios kilómetros de circunferencia, producían una asombrosa información práctica sobre las partículas subnucleares.

Una noche, cuando la enfermera de guardia de Hawking fue a mirar en su dormitorio, durante una de sus rutinarias comprobaciones cada media hora, observó que ocurría algo grave, porque el rostro de Hawking se había puesto morado y le costaba respirar; un gorjeo ahogado salía de su garganta.

Hawking fue trasladado de urgencia al hospital, donde se le aplicó inmediatamente la respiración asistida. Los doctores descubrieron que tenía bloqueado uno de sus conductos respiratorios y que sufría de neumonía, un hecho común en los últimos estadios de la ELA. Durante algunos instantes daba la impresión de que ya no llegaría a la mañana siguiente. Se hicieron diferentes llamadas telefónicas a la lista de números que Jane había dejado; finalmente se la localizó en Bonn, a casi 600 kilómetros de distancia.

Cuando Jane llegó aquella tarde, Hawking ya estaba fuera de peligro, aunque conectado aún a una unidad de vigilancia intensiva. Jane tenía que enfrentarse a una decisión durísima: Hawking necesitaba ventilación para respirar. No tenía prácticamente ninguna posibilidad de sobrevivir si no se le practicaba una traqueotomía, una operación en la que se le haría una incisión en la garganta para colocarle un instrumento que le permitiese respirar. Esta

operación salvaría su vida, pero también significaba que no podría volver a hablar nunca. ¿Estaba dispuesta a condenar a uno de los mejores científicos de su tiempo al silencio para el resto de su vida? Jane decidió que la vida de su marido era más importante que nada de lo que tendría que decir, por mucho que temblaran los cimientos del universo. Hawking fue operado y perdió la capacidad para hablar.

Cuando regresaron a Cambridge, los Hawking se vieron obligados a construir su vida de nuevo. A partir de ahora necesitaría el equipo de enfermeras más caro durante 24 horas al día, un gasto que sencillamente no podían permitirse. La Seguridad Social había sugerido que se le confinase a una institución para enfermos incurables. El único modo por el que Hawking podía comunicarse era parpadeando o indicando con dificultad letras en un tablón situado frente a él.

Jane se puso a escribir cartas a instituciones caritativas de todo el mundo. Afortunadamente una organización caritativa americana salió al paso enseguida con ayuda financiera. Las noticias de la difícil situación de Hawking se extendieron por toda la comunidad científica. Como consecuencia de esto, el especialista informático californiano Walt Woltoz envió a Hawking un programa de ordenador que acababa de grabar. Se llamaba Ecuilizador, y le permitía seleccionar de una pantalla cualquier palabra de entre un menú de 3000. Su amigo David Mason, cuya esposa Elaine sería una de sus enfermeras, adaptó esta herramienta informática a la silla de ruedas de Hawking. El ingenio se movía por medio de un sensor adaptado al movimiento de la mano que requería un mínimo desplazamiento del dedo, pues ese era todo el movimiento que él podía realizar. Una vez construida la frase, el sintetizador de voz la pronunciaba.

Todo esto requería práctica. Pero tras algún tiempo, una de las mejores mentes de su tiempo podría reunir hasta diez palabras al minuto. En otras palabras, la frase anterior le habría costado unos dos minutos, y eso tomando algunos atajos. «Es algo lenta», comentó Hawking, «pero como pienso con lentitud, me va bastante bien».

La verdad de estas palabras no era tan halagüeña. En realidad, odiaba el sintetizador. Según la amable interpretación de sus biógrafos, Michael White

y John Gribben: «No suena del todo como un robot». Y en palabras de Jane: «había días en que pensé que no podría seguir adelante, porque no sabía cómo soportarlo».

Mientras tanto, Hawking continuaba con su búsqueda científica del Santo Grial, «la respuesta última». Para lograrlo sería necesario combinar de algún modo las cuatro fuerzas conocidas que hasta entonces se habían descubierto en el universo, y que eran:

1. La gravedad. Controla la estructura más amplia del universo, incluyendo las galaxias, las estrellas y los planetas. (La gravedad había sido la candidata con más votos desde que Newton la descubriese en el siglo XVII superando el mecanismo de relojería, como proponían los filósofos científicos de la generación precedente).
2. La fuerza electromagnética. Es «el pegamento» que mantiene unidos los átomos y es responsable de todas las reacciones químicas.
3. La fuerza nuclear fuerte. Mantiene unidos a los protones y neutrones en los núcleos de los átomos y es responsable de reacciones tales como la fisión o la fusión nucleares.
4. La fuerza nuclear débil. Es la responsable de la desintegración radiactiva del núcleo, cuando hay emisión espontánea de partículas alfa y beta.

Estas cuatro fuerzas se separaron para convertirse en entidades distintas cuando el universo tenía menos de un nanosegundo de existencia, es decir, (10^{-9}) una billonésima de segundo.

Como hemos visto, las ideas en torno a la Teoría de la Gran Unificación tienen una larga historia, casi tanto como la propia ciencia. Sin embargo, la teoría en su forma actual solo tomó carta de naturaleza en el siglo XX, cuando las teorías de la mecánica cuántica y de la relatividad transformaron nuestra visión del universo. Hasta aquel momento se pensaba que solo dos fuerzas operaban en el universo, la gravedad y el electromagnetismo.

En los años veinte, parte del electromagnetismo de Maxwell se combinó con la teoría cuántica de la gravedad para producir la electrodinámica cuántica (Quantum Electro Dynamics). Se había bautizado, con cierto

optimismo, con las sigas del adagio latino QED (*quod erat demonstrandum* o lo que se trataba de demostrar), que suele aparecer al final de una prueba geométrica. QED parecía preparada para explicarlo todo. Tanto que en 1928 el profesor de física de Gotinga, el gran teórico alemán Max Born, anunció: «La física, tal como la conocemos, habrá terminado en seis meses».

Pero Born no necesitaba preocuparse, porque su empleo estaba a salvo. Para cuando QED había recibido suficiente respaldo teórico, ya se habían detectado dos nuevas fuerzas nucleares, una débil y otra fuerte, que operaban en el núcleo del átomo.

Los científicos advirtieron pronto un curioso parecido entre la fuerza nuclear débil y la fuerza electromagnética. En la década de 1960, se desarrolló una teoría matemática que describía ambas fuerzas en una única ecuación matemática; se le llamo la teoría electrodébil, que predecía la existencia de tres partículas subnucleares, entonces aún desconocidas (W^+ , W^- y Z^0). En 1983 se descubrieron las tres en un acelerador de partículas en el CERN de Ginebra. Dos de las cuatro fuerzas se habían combinado, lo que dejaba solo tres.

QED era obviamente el nombre del juego. Los físicos se pusieron a trabajar para descubrir otra teoría que incorporara la fuerza nuclear fuerte, encargada de mantener unidos a protones y neutrones en el núcleo del átomo.

Desgraciadamente, las partículas nucleares básicas, protones y neutrones, se habían desmenuzado todavía más. En Caltech, Gell-Mann había descubierto que estas partículas elementales estaban formadas por partículas aún más elementales. Con su característica erudición las bautizó con el nombre de *quarks*, cuyo origen está en la cita del *Finnegans Wake* de James Joyce: «Tres *quarks* para Muster Mark», una obra maestra modernista que Gell-Mann gustaba de leer en su tiempo libre, y que es aún más difícil de entender que el universo.

Una vez más la arena se les escurría entre los dedos a los teóricos que estaban convencidos de que podían comprenderlo todo. Los *quarks* requerían una nueva teoría que explicase cómo interactuaban, algo que se solucionó debidamente con la llamada QCD (Quantum Chromo Dynamics), cromodinámica cuántica. Los teóricos se pusieron a trabajar rápidamente para

combinar la QCD con las fuerzas electromagnéticas y nucleares débiles antes de que se descubriese alguna otra fuerza. El resultado de esta combinación se llamó teoría de la gran unificación o TGU. Pero, como puede suponerse, esta TGU no acabó por unificar nada, pues con las prisas los teóricos se habían olvidado por completo de la gravedad.

Hawking emprendió la terrible tarea de intentar poner remedio a esto por medio de la combinación de una serie de ecuaciones que vinculasen la gravedad con las otras fuerzas básicas. Tal como él mismo lo expresó «si encontramos la respuesta a eso, sería el triunfo último de la razón humana, pues entonces conoceríamos la mente de Dios». No olvidemos que el conocimiento de esta Etérea Entidad, y su funcionamiento, tiene también una larga historia, pues ya Pitágoras había sido el primero en formular la hipótesis de que la mente de Dios *tenía* que estar de acuerdo con las matemáticas, en el siglo V a. C.

La búsqueda había empezado, pero ¿por dónde empezar? La Supergravedad $N = 8$ se descartó porque era demasiado difícil de utilizar, pues manejaba al menos unos 154 tipos diferentes de partículas elementales (de las cuales, solo menos de tres docenas ya han sido descubiertas). Contando con todo el poder informático del mundo, la más sencilla de las operaciones no llevaría menos de cuatro años.

La teoría de las supercuerdas se convirtió entonces en la sospechosa número uno, pero pronto también ella empezó a generar intrincadísimos problemas, uno de los cuales era que comprendía al menos 26 dimensiones. Para que fuese posible esta aparente imposibilidad, cada punto del espacio debía verse como un nudo espacial de 22 dimensiones enroscado y comprimido de forma tan compacta que solo ocupase 10 billonésimas de centímetro o 10^{-13} . Pero, por si esto no era suficiente, surgió la Teoría del Gusano, según la cual los agujeros negros escapaban a otros universos, donde emergían como agujeros blancos que escupían todo lo que se habían tragado anteriormente. (Por suerte, se ha frenado el carro de esta desenfrenada teorización en la que, al parecer, se había dado rienda suelta a la imaginación. No obstante, la teoría del gusano como tal sigue hoy día perforando el queso de múltiples universos).

Demasiado poco, demasiado tarde. A pesar de los vanos intentos de simplificación, muchos han dado por perdida la teoría de las supercuerdas como una posible Teoría de la Gran Unificación. Algunos científicos han empezado a preguntarse si tal vez toda la búsqueda puede haber sido en vano, aunque les queda aún por llegar al estado de resignación que han conseguido los filósofos. La ciencia no se dará por vencida tan fácilmente.

¿Perseverancia u obstinación? De acuerdo con los científicos, la TGU se descubrirá ciertamente un día. Solo hay un obstáculo: a menos que ocurra un milagro, será probablemente tan complicada que será incomprensible, en cuyo caso estaremos donde empezamos.

Pero los milagros ocurren. En 1987, Hawking terminó su famoso libro sobre la cosmología, que aceptó la editorial Bantam. El título completo era *Historia del tiempo: del big bang a los agujeros negros*, y se publicó el 1 de abril^[3]. Bantam nunca había publicado antes un libro científico, pero el interés en la cosmología estaba aumentando. «Tenían confianza» en que el libro de Hawking superaría el obstáculo con ventas millonarias.

El resto es historia. Desde el primer día, *Historia del tiempo* fue un éxito arrollador. Diez años después, ha sido traducido a treinta idiomas y ha vendido seis millones de ejemplares en todo el mundo. ¿Por qué? Nadie lo sabe en realidad, aunque se han barajado toda clase de teorías. Tal vez todo el mundo pensó que tenían que saber algo sobre ciencia, y que esta era su oportunidad de comprar —si no necesariamente de leer— un buen libro divulgativo sobre la materia, escrito por el experto más reconocido. Tal vez daba el necesario toque intelectual a la mesilla del salón; o porque era el regalo de Navidades perfecto para abuelos, nietos, sobrinos, tíos, la generación aparentemente analfabeta que solo parecía interesarse en ruidos y ordenadores; o porque era fácil de usar, o porque era perfecto para formar futuros premiados: había necesidad de un nuevo Einstein. Las mujeres se lo regalaban a los hombres, y las mujeres lo leían —incluso si los hombres no lo hacían. Proliferaron las teorías, y los investigadores del mercado se vieron abrumados por el trabajo, porque querían descubrir cómo fabricar el *siguiente*.

Todo el mundo parecía estar de acuerdo en una cosa: la gente compraba

el libro, pero realmente no lo leían. Estaban demasiado ocupados, demasiado cansados, o tenían cosas más interesantes que hacer. Pero esto no es del todo verdad. De los millones de copias vendidas, al menos unos pocos ejemplares se han leído de cabo a rabo. El impacto en la gente, la mayoría jóvenes, que llegaba a la página 182 era tremendo. No exageramos si decimos que este libro ha creado una nueva generación de científicos. Un día los futuros ganadores de premios Nobel recordarán: «Entonces, un día leí *Historia del tiempo* y supe lo que quería hacer». Así es como un libro de ese tipo cambia el mundo.

¿Y qué decir respecto al libro? Para empezar, es de fácil lectura. Y no hace falta decir que está bien documentado. Por supuesto, los conceptos son difíciles y es difícil hacerlos más sencillos sin simplificarlos. Hawking lo consigue. Algunos títulos de capítulo muestran los temas que aborda: El universo en expansión; Los agujeros negros; El origen y el destino del Universo; La unificación de la física.

El libro concluye con algunas cuestiones filosóficas al mismo tiempo que fustiga «a los filósofos que no han sido capaces de estar a la altura del avance científico». Aunque las meditaciones de Hawking desaparecerán en cualquier agujero negro filosófico, tienen interés e importancia, pues es así como *piensa* un gran científico moderno en el filo mismo de su campo científico. Algunos de los pocos presupuestos filosóficos hechos por los científicos modernos pueden ser disparatados o, sencillamente, erróneos, pero se han utilizado y son *productivos*. Han producido buena parte del mejor pensamiento de nuestro siglo. ¿Entonces la filosofía importa algo a la ciencia? Parece ser que Hawking piensa que finalmente sí que importa.

En su conclusión en *Historia del tiempo*, Hawking trata de asuntos tales como la naturaleza de Dios y las teorías de la unificación. No se examina ni siquiera se considera relevante si existe alguna de estas dos entidades problemáticas, aunque Hawking es un gran creyente de la segunda y no de la primera. No obstante, hay una cuestión filosófica fundamental que sí aborda: «el procedimiento habitual de la ciencia de construir un modelo matemático no responde a la cuestión de por qué tiene que existir un modelo de universo». En realidad, Wittgenstein, un filósofo que Hawking desprecia

particularmente, ya se planteó sucintamente esta pregunta hace más de 70 años: «no es *cómo* está hecho el mundo lo que es místico, sino *el hecho* de que exista».

Hawking pregunta: «¿Es la teoría de la unificación tan contingente que genera su propia existencia?». Tampoco esta es, una vez más, una idea novedosa. Los filósofos medievales sostuvieron que la idea de la perfección debía incluir la idea de la existencia, entendiendo que esta es una prueba de la existencia de Dios. En el universo de Hawking —o universos, un imposible pero, al parecer, necesario plural— no hay mucho espacio para Dios, porque si bien *tuvo* la elección de crear el universo, el universo *tenía* que crearse, y tenía que crearse en el modo en el que fue creado. ¿Por qué? «Puede muy bien existir solo una o unas cuantas teorías unificadas completas, tales como la teoría de las cuerdas heteróticas, que sean autoconsistentes y que permitan la existencia de estructuras tan complicadas como seres humanos que puedan investigar las leyes del universo e interrogarse acerca de la naturaleza de Dios». Pero una teoría así es tan unificada y completa como una serpiente que se muerde la cola.

Después de la publicación de su *bestseller*, Hawking se convirtió de la noche a la mañana en una celebridad. El pequeño hombre en su silla de ruedas motorizada era ya una más de las atracciones de Cambridge, bueno, siempre que se encontraba allí, porque le llovían las invitaciones desde todas partes del mundo. Viajes al extranjero o condecoraciones eran el pan de cada día. Jane tenía ahora un trabajo de profesora, que le mantenía en Cambridge durante todo el año escolar, así que en sus viajes, a Hawking le acompañaba su enfermera, Elaine Mason. Ahora, la posición de Jane había variado. Se hizo una película para la televisión sobre la vida de su marido, titulada *Master of the Universe*. Jane pensó que en ella su papel debía consistir en decirle que «él no era Dios».

Las consecuencias fueron tal vez inevitables. En 1990 el matrimonio entre Jane y Stephen Hawking se rompió. Hawking se trasladó a un piso con su enfermera Elaine, todavía casada con su amigo David Mason, el ingeniero informático. Vinieron tiempos amargos. Nadie —o lo que es igual, todos— tenía la culpa. El proceso fue muy científico. Cuanto más complicada era la

situación, más difícil era explicarla. Sin embargo, no hay teoría de la unificación para las emociones humanas. (Tal vez la Teoría de la Gran Unificación terminará siendo la teoría de todo excepto de lo que único que importa).

Desde la supercuerda a los oropeles de la fama. En 1990 Hawking fue a Hollywood donde conoció a Steven Spielberg. Ambos se admiraban mutuamente. Spielberg le prometió que produciría una película de *Historia del tiempo*. Hawking sugirió que debía llamarse *Regreso al Futuro*. Se prometieron no perder el contacto.

El rodaje empezó finalmente en los Estudios Elstree, cerca de Londres, dotado con una perfecta réplica del despacho de Hawking en el DMAFT. Cuando volvió a Cambridge, a descansar como cualquier otro actor, Hawking empezó a preguntarse sobre sus posibilidades de ganar un Óscar por «El mejor papel secundario en la película del Universo». Pero, desgraciadamente, los estudios universales donde trabajaba solo le hacían candidato al premio Nobel (un tipo de Óscar para la gente que no consigue triunfar en el mundo real). Obviamente, Hawking estaba muy interesado en obtener el premio Nobel, no en vano tiene la entrada más extensa en el índice de *Historia del tiempo*, pero sus posibilidades de ganarlo son pequeñas.

¿Por qué? Como en cualquier otro campo de estudio científico, las teorías abundan. Según una de ellas, una cosmóloga le puso los cuernos al magnate sueco de la dinamita, Alfred Nobel, fundador del homónimo premio. De ahí que en las bases este decretase que su premio debía estar abierto a todos los científicos, *excepto* a los cosmólogos. Con todo, el Nobel de Física ha sido ya concedido a cosmólogos en un par de ocasiones. De acuerdo con otra norma de su reglamento, los premios científicos se conceden a la ciencia, y en los albores del siglo, cuando Nobel creó el premio, la ciencia se limitaba a algo que podía probarse mediante observación o experimento, por lo que por muy asombrosos que fueran los argumentos teóricos, no se consideraban suficiente. El trabajo de Hawking no puede probarse. («Yo estuve allí, yo vi el principio del universo»). Por supuesto, la ciencia es aún incapaz de probar la existencia de los agujeros negros.

No en vano Hawking trabaja en el Departamento de Matemática Aplicada

y Física Teórica. Si se probase su trabajo, podría convertirse en algo práctico y perdería su despacho. En ese despacho, Hawking ha realizado gran parte de sus más profundas reflexiones —siempre con la nota de «Silencio, por favor, el jefe duerme», colgada en la puerta. Tal vez es así como podemos imaginárnoslo mejor. Una pequeña figura humana aovillada en una silla de ruedas automática, con su pantalla de ordenador, el espejo y toda clase de ingenios mecánicos y cables, haciendo que los cálculos infinitesimales encajen en una gran teoría. En una mesa de despacho frente a él hay otra pantalla de ordenador y cientos de papeles apilados. Más allá, en un gran póster, Marilyn Monroe mira con ternura, a su pupilo intelectual. Abstraído, Hawking sintoniza su mente con los límites del universo. De vez en cuando un ayudante o una enfermera entran en silencio y se marchan de nuevo, inadvertidos.

A las cuatro de la tarde exactamente, tiene lugar el ritual diario de la hora del té. Hawking es conducido por el corredor hasta una sala de reuniones, donde retratos de otros catedráticos Lucasian se alinean en las paredes. Los jóvenes investigadores allí reunidos charlan animadamente e intercambian impresiones. Parecen una banda de rock and roll en un mal día, y su lenguaje es igualmente incomprensible para los seres humanos normales. La figura central de este grupo se sienta en una silla de ruedas con un babero. Una enfermera le sostiene la taza con una mano y la cabeza con la otra, inclinándosela de vez en cuando para que beba. Con las gafas caídas sobre la punta de la nariz, sus gruesos labios dan pequeños sorbos de té mientras las jóvenes voces debaten intensamente a su alrededor. Algunas veces la conversación se interrumpe; y algún miembro del grupo escribe una fórmula matemática en una mesa con superficie de formica (cuando queremos guardar algo, hacemos una fotocopia de la mesa, le dijo Hawking en una ocasión a un visitante).

De vez en cuando, el grupo se vuelve hacia la diminuta figura de la silla de ruedas, que articula con la mano una respuesta, que luego emite el sintetizador con su característica voz plana. Alguien del grupo suelta el típico comentario estudiantil de mal gusto, y la figura de la silla de ruedas deja asomar su resplandeciente sonrisa de oreja a oreja. Está en su elemento, en el

centro de su propio universo matemático, que es ya materia para la leyenda.

Grandes momentos de la historia del universo

- Aproximadamente hace 15 billones de años: *Big Bang*.
- 10^{-43} segundos después: La fuerza gravitatoria se separa como entidad distinta del resto de las fuerzas combinadas del Universo.
- 10^{-36} segundos: El Universo es del tamaño de un guisante. Su temperatura es de 10^{280} ° C.
- 10^{-35} segundos: La fuerza electromagnética se separa como una entidad distinta.
- 10^{-12} segundos: La inflación comienza. El Universo es, predominantemente, radiación.
- 10^{-10} segundos: La fuerza nuclear débil se separa de la fuerza electromagnética.
- 1 segundo: La temperatura cae hasta 10^{-10} ° C.
- 5 segundos: La formación de los primeros núcleos.
- 1000 años: Predomina la materia sobre la radiación.
- 1 000 000 años: Formación de los primeros átomos.
- 1 billón de años: Aparecen las primeras galaxias.
- 5 billones de años: Aparece la Vía Láctea.
- 10 billones de años: Aparece el Sistema Solar.
- 14 999 billones de años: Aparecen los homínidos sobre la Tierra.
- 15 billones de años: Aparece Stephen Hawking.
- ¿20 billones de años?: El Universo llega a su máxima expansión.
- ¿35 billones de años?: Aumento rápido de la proliferación de singularidades (agujeros negros).

— ¿40 billones de años?: El *Big Crunch* (El final del Universo).

Otras lecturas recomendadas

Stephen Hawking: *Historia del tiempo: del big bang a los agujeros negros* (Alianza, 1997). Un éxito de ventas mundial en el que Hawking ofrece una explicación del Universo.

Stephen Hawking (ed.): *A Brief History of Time: A Reader's Companion* (Bantam). La historia de Hawking contada por sus amigos, su familia y por él mismo.

Michael White y John Gribben: *Stephen Hawking: una vida para la ciencia* (Plaza y Janés, 1992). El libro que más se aproxima a una biografía completa.

Herbert Kraus: *Has Hawking Erred? An appraisal of A Brief History of Time* (Janus). El punto de vista opuesto.

Stephen Hawking: *Agujeros negros y pequeños universos y otros ensayos* (Plaza y Janés, 1994). Lo más reciente sobre el tiempo, el Universo y todas esas cosas.

PAUL STRATHERN nació en Londres en 1940, estudió Física y Química y Matemáticas en el Trinity College de Dublín antes de dedicarse a la Filosofía. Sus series *Filósofos en 90 minutos* y *Los científicos y sus descubrimientos* han sido traducidas a una docena de idiomas. En la actualidad es lector en la Kingston University, donde ha sido también profesor de matemáticas, filosofía y poesía moderna italiana. Una de sus obras de mayor éxito es *Los Médici: padrinos del Renacimiento*, y también ha escrito varias novelas, biografías y libros de viajes.

Notas

[1] En una serie de la BBC, el director inepto y maniático que rige un hotel disparatado [*N. del T.*]. <<

[2] Es un examen de ámbito nacional sobre un campo determinado que deben realizar todos los estudiantes británicos entre 17 y 18 años. Se suelen exigir tres *A-levels* para entrar en la universidad. <<

[3] Día equivalente al 28 de diciembre, Santos Inocentes [*N. del T.*]. <<