

ARISTÓTELES: OBRA BIOLÓGICA
DE PARTIBUS ANIMALIUM, DE MOTU ANIMALIUM,
DE INCESSU ANIMALIUM

Traducción de Rosana Bartolomé
 Introducción y notas de Alfredo Marcos
 KRK Ediciones, 2018

Aristóteles, secretario de la naturaleza

Tres obras poco conocidas del estagirita que ponen de relieve su afán por examinar con rigor científico el mundo de los seres vivos

Por los hexámetros de la literatura homérica menudean famosos epítetos. Son estos, digamos, apodos de fantasía, sobrenombres que revelan la característica de un héroe o de un dios. *Los pies ligeros, los niveos brazos, los rosáceos dedos* hablan de Aquiles, de Hera y de Aurora. Pero no es necesario ser héroe o dios para gozar de un apelativo propio. *El oscuro, el tábano o el perro* se asocian inequívocamente a Heráclito, Sócrates y Diógenes de Sínope, filósofos de la Grecia clásica. Cada uno tiene su historia y su motivo. También los tiene el apelativo con que Platón, *el de espaldas anchas*, se refería a su discípulo Aristóteles. Como el de Estagira leía sin mover los labios, como leía en silencio y aquello provocaba extrañeza, Platón le llamó *el lector*. La fórmula recoge un rasgo genuino de Aristóteles, no hay duda, pero seguramente no el más representativo. Eusebio, obispo de Cesarea, ideó otro mejor mucho tiempo después, antes de que el legado de Aristóteles quedase gravemente mutilado y que de su magisterio solo se conservase su famoso *Organon*. Eusebio le concedió el título de *secretario de la naturaleza*.

Aristóteles dividió el cosmos en dos mitades y de ambas se ocupó con parecido esmero. Por encima de la Luna estaban los astros; por debajo, aquí en nuestro globo, un mundo precario y frágil. Suspendidos en el cielo, engastados desde siempre en sus órbitas circulares, giraban los planetas: el filósofo les reconocía su dignidad divina y los contemplaba en su movimiento imperturbable. La Tierra, asentada en el centro, permanecía rígida e inmóvil, soportando el peso de formas de vida breve. De ellas se ocupó Aristóteles.

Su *Historia animalium* es obra bien conocida. Menos lo son sus *Parva natu-*

ralia y, tal vez menos aún, las tres obras recogidas en esta hermosa edición de KRK: *De partibus animalium*, *De motu animalium* y *De incessu animalium*. La profesora Rosana Bartolomé, de la Universidad de Valladolid, es la encargada de la traducción desde el griego. La introducción y las notas críticas corren a cargo del catedrático Alfredo Marcos, de la misma universidad, a quien la pasión por la biología aristotélica le viene de muy lejos.

El fresco minoico de los delfines adorna la cubierta de la obra. La elección resulta afortunada. No en vano, el azul del mar es el color que baña con frecuencia las observaciones del estagirita, y el estudio aristotélico de los delfines revela quizás mejor que ningún otro las destrezas que elevaron su obra zoológica a una altura que ni Plinio primero ni Eliano después lograron superar. En estos hay un tono crédulo y moralizante. Y su obra, aunque interesante por muchos conceptos, parece más una sucesión de apólogos que un estudio serio de los animales. Además, la observación directa cuenta en ella bien poco. Sin duda, la comprensión del reino de la vida les importa menos que su condición de receptáculo literario, de pretexto narrativo.

En Aristóteles el tono es muy distinto. El relato preocupa secundariamente y el objeto es siempre lo que prevalece, la sustancia particular, aquello que concentra su interés. E importa el animal en el ejercicio de la vida, como realidad que existe en virtud de su fin propio. Ahí reside su belleza. Si el animal reclama atención es porque está vivo. Una vez muerto, privado de su organización funcional, ya solo es animal por homonimia, como los delfines de Knossos solo lo son por su parecido con los delfines que rasgan hoy

el agua del Egeo y respiran aire por su espiráculo.

En *El testamento de Aristóteles* (Edilesa, 2000), Marcos imaginó al filósofo recorriendo el litoral occidental de Eubea a bordo de un velero de dos palos. Se dirigía hacia Calcis, lugar de su exilio definitivo. El capitán que lo llevaba hablaba de criaturas marinas, de las que algunas eras reales y otras simplemente imaginarias. Aristóteles tomaba buena nota de todo. Las bestias portentosas y heteróclitas (aunque irreales) engrosarían su inventario de monstruos y leyendas; en cuanto al resto, enriquecería el océano de sus obras de historia natural, trabajo nunca concluido y que no dejaba de crecer bajo su cálamo. Es muy probable, en efecto, que las anotaciones de la biología aristotélica se fueran aglutinando por capas, que los testimonios de terceros y sus propias observaciones sufrieran reajustes, adiciones y exclusiones. Había que armonizar los datos, levantar acta de los animales que poblaban el mundo y descender por fin el velo de la naturaleza en busca de sus secretos.

Es posible que Aristóteles albergara el deseo de ofrecer un estudio de los animales a escala universal. Es posible que Alejandro, queriendo complacer a su maestro, le hiciera llegar algunas bestias capturadas en sus incursiones por Oriente. Podemos fantasear con la idea de que fuera así. Podemos suponer que el círculo de sus observaciones estuviera destinado a crecer en forma de espiral, con su centro situado en Grecia y su curva abriéndose hasta cubrir un territorio de una vastedad extraordinaria. De hecho, su obra zoológica contiene materiales exóticos, y, aunque el número de estos es escaso, parece suficiente para comprender que el horizonte de sus investigaciones pudo situarse alguna vez lejos de los límites de la Hélade.

Con todo, su obra tiene una coloración específicamente griega. Así, por ejemplo, del centenar largo de especies entrelazadas en el relato de su *De partibus animalium*, la inmensa mayoría son autóctonas. Eran animales que Aristóteles contemplaría en sus correrías tierra adentro o en sus navegaciones por el mar Egeo. Podía, según el caso, correr tras ellos, burlar su vigilancia y estudiarlos en sus espantadas; dejar las sandalias en la orilla, mover el agua y atraparlos con sus propias manos; subir de rama en rama o tenderse boca abajo para seguir la traza de un insecto.

Aristóteles no se limitó a describir. Quiso también explicar lo que veía, ambición que debió de obligarle a ceñirse a una geografía de lugares vecinos, allí donde pudiera alargar las jornadas y observar sin más prisa que la que quisiera darse. Y los resultados de sus investigaciones, pese a ello, cobraron un alcance universal. Comprendió muy pronto el inconveniente de las taxonomías, detectó la presencia de animales ambiguos, y adivinó en la naturaleza la existencia de un principio de continuidad que venía a difuminar los espacios entre las especies y los límites entre los tres reinos [véase «Aristóteles»,

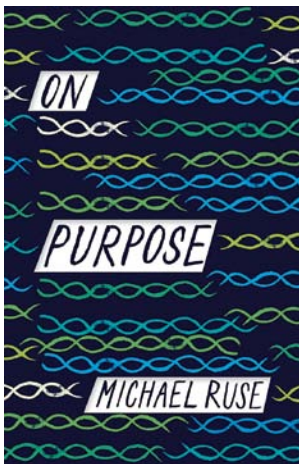
por Luis Alonso; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, febrero de 2015].

En sus explicaciones empleó todo un arsenal de inteligentes comparaciones, basadas a menudo en el aspecto funcional de los órganos: la nariz de los elefantes es como el instrumento empleado por los buzos en sus inmersiones; las venas le parecen anclas; el cuello de las aves zancudas es una caña, y el pico es sedal y anzuelo; las aletas de los peces guardan parecido con los remos de las naves, y la cola de las aves que vuelan, con el timón de cualquier barco. Esas comparaciones iluminan el texto y resultan de una utilidad indudable.

No siempre, sin embargo, se avanza sin dificultad. Muchos son los pasajes en que Aristóteles adopta un estilo sincopado, abrupto. Cuando tal cosa sucede, entonces podrá el lector conjurar el desánimo acudiendo al aparato crítico, donde Marcos resuelve dudas y ofrece utilísimas indicaciones.

Aristóteles encontraba placer en el estudio de las formas vivas. Que el lector lo encuentre también en la lectura de este libro.

—Fernando Calderón Quindós
Departamento de Filosofía
Universidad de Valladolid



ON PURPOSE

Michael Ruse
Princeton University Press, 2018

Ciencia y teleología

Historia del concepto de finalidad en el pensamiento occidental

Uno de los objetivos del empirismo lógico fue desterrar del campo de la metaciencia la causa final. Filósofos y científicos han seguido empeñados en esa labor, particularmente correosa en el dominio de la biología. A veces con planteamientos más o menos ingeniosos, como el de Jacques Monod y su teleonomía, inexplicablemente ausente en este libro de Michael Ruse dedicado a la idea de finalidad en el pensamiento filosófico, religioso, científico e histórico desde la Grecia clásica hasta la actualidad.

El lenguaje de la evolución, de la adaptación al medio, induce a menudo a dar por cierta una finalidad no demostrada. Valgámonos de un ejemplo caro a Ruse: las placas óseas del *Stegosaurus*, una bestia del Jurásico tardío. El animal fue descubierto a finales de los años setenta del siglo XIX en el estado de Wyoming y, desde entonces, han corrido ríos de tinta para explicar la existencia de tales placas. El recurso habitual, que sirvieran para la defensa o la lucha, no podía ser

cierto, pues la conexión entre las placas y el cuerpo era demasiado frágil para que funcionaran de manera efectiva en una batalla. Para otros habrían desempeñado un papel en el cortejo de apareamiento; sin embargo, también las hembras tenían placas. Pudiera ser que su propósito se relacionara con el control de la temperatura: radiar calor cuando el animal estaba demasiado caliente y absorberlo cuando estaba frío. Otros sostienen que podrían haber constituido la vía para que los individuos se reconocieran entre sí como miembros de la misma especie.

¿Cuál era la finalidad de las placas? ¿Se adquirieron en el curso evolutivo para la lucha? ¿Para atraer a su pareja? ¿Para controlar la temperatura? ¿Para identificarse ante sus congéneres? Este tipo de lenguaje es teleológico; *telos*, en griego, significa «fin» [véase «Naturaleza y finalidad», por Héctor Velázquez Fernández; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, mayo de 2015].

A tres se reducen las ideas principales sobre finalidad que han permanecido

en el pensamiento occidental a lo largo de más de 2000 años. En la perspectiva platónica, el propósito resulta de la planificación de un ser humano o divino. Para Aristóteles, el propósito surge de una tendencia o principio de orden en el mundo natural. Para Kant, el propósito es esencialmente heurístico, algo por descubrir. Con esos tres conceptos hemos de comparar la teoría darwinista de la selección natural, una idea hecha sustancia.

Algunos se apoyan en ese lenguaje teleológico para sostener que la biología no es ciencia en el sentido riguroso de la palabra, sino una colección de observaciones y hechos. El entrelazamiento de la biología con la teleología se retrotrae al mundo griego clásico. Existen dos fuentes principales para el pensamiento de Platón sobre el propósito. La primera es el *Fedón*, el diálogo sobre el último día de Sócrates; allí hace explícita la necesidad del concepto de orden para conferir sentido a nuestro modo de entender las cosas y la finalidad que les es connatural. Mientras aguarda su destino, se pregunta si puede ser explicado mecánicamente, ya que su propio cuerpo está hecho «de huesos y músculos; y los huesos son duros y tienen articulaciones que los dividen, y los músculos son elásticos y cubren los huesos». Todo ello, afirma Sócrates, no es la verdadera causa de encontrarse donde se encuentra. La razón es que los atenienses han decidido condenarle. «Y yo he pensado que lo mejor y más recto es permanecer aquí y recibir la sentencia», continúa. Sócrates describe la situación como una confusión de causas y condiciones: él está con sus huesos y músculos, pero esa no es la explicación real de por qué está allí.

La otra fuente es el *Timeo*, cuya tesis central es que el mundo estaba esencial-

mente desorganizado hasta que una mente diseñadora, el Demiurgo, puso orden en él. El Demiurgo es externo al mundo, un ser que impone su voluntad a un universo preexistente, sin principio ni fin. La investigación sobre la finalidad de huesos y músculos no es solo una pesquisa sobre la constitución del ser humano, sino también, en última instancia, sobre los planes del Demiurgo.

Aristóteles se mostró vivamente interesado en las causas finales. Sostenía que todos los seres vivos contaban con fuerzas que los encaminaban hacia su propio fin. Esas fuerzas de la vida operan aquí y ahora, y, en cierto modo, tienen el futuro en mente. Así, animan la bellota para que pueda convertirse en encina. Lo mismo que Platón, Aristóteles acudía al lenguaje metafórico para indicar el diseño, mas, a diferencia de su maestro, repudiaba la supervisión de una inteligencia consciente. Aristóteles distinguía cuatro causas: material, formal, eficiente y final. En una estatua, el escultor es la causa eficiente; la causa material es el mármol, barro o madera de que consta la estatua; la causa formal es la configuración real de estatua; la causa final sería el motivo de la construcción de la escultura.

Esa visión del saber saltó por los aires durante la Revolución Científica de los siglos XVI y XVII. Para Platón y Aristóteles, la cuestión de las causas finales se había aplicado a los fenómenos físicos (las estrellas, por ejemplo) tanto como a los biológicos. Ambos pensaban que los objetos eran más o menos como organismos. ¿Por qué caían los graves? Porque al estar constituidos por el elemento tierra (los otros tres componentes fundamentales eran el agua, el fuego y el aire) buscan su lugar natural; a saber, el centro de la Tierra.

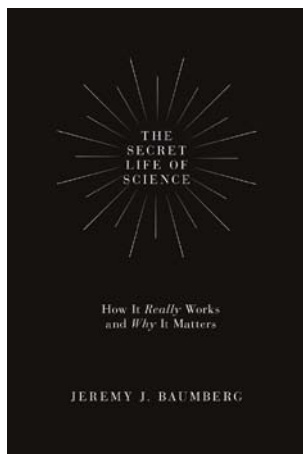
Después cambiaron las metáforas de la naturaleza. Los científicos no pensarían ya en términos de organismos, sino de máquinas. El mundo semeja un reloj gigante. Y el cuerpo humano, escribía Descartes, recuerda a una máquina compleja, donde el corazón se comporta como una bomba hidráulica y las extremidades remedan palancas y poleas. Robert Boyle se percató de que, en cuanto se comienza a pensar en términos mecánicos, resulta estéril hablar de fines y propósitos.

También Kant puso su absoluta confianza en la mecánica de Newton para entender el mundo. En su *Crítica del juicio* se ocupó de la biología, una disciplina que nos obliga a pensar en términos de

función, de causas finales. Los seres vivos no están determinados por las leyes de la naturaleza en la misma forma en que lo están los seres inertes; necesitamos un lenguaje finalista para explicar el mundo orgánico. Aunque no todo lo que afecta a los organismos exige un análisis teleológico: la hierba no crece «para» alimentar al ganado, aunque de ello salga este beneficiado. Los seres vivos presentan una organización que les conduce a la supervivencia y la reproducción. En cierto modo, las partes de los organismos son a un tiempo causa y efecto. ¿Podemos vivir sin la idea de finalidad, de propósito? ¿Deberíamos siquiera intentarlo? Kant pensaba que estábamos anclados a un propósito.

En *El origen de las especies*, Darwin hundió la cuestión de las causas finales individuales al explicar por qué los organismos se hallan tan bien adaptados al medio. El lenguaje teleológico era apropiado porque órganos como los ojos y las manos, aunque no estaban diseñados, parecía como si lo estuvieran. Mas, en puridad, no había ninguna causa final, sino una lucha por la existencia entre los organismos o, con mayor precisión, una lucha por la reproducción.

—Luis Alonso



**THE SECRET LIFE OF SCIENCE
HOW IT REALLY WORK AND WHY IT MATTERS**

Jeremy Baumberg
Princeton University Press, 2018

El ecosistema de la ciencia

Una visión personal de la actividad científica

The secret life of science aborda un tema que ha fascinado a los teóricos desde que, en 1973, Robert Merton formulara en *The sociology of science* la teoría acerca de cómo la organización social de la ciencia facilita o dificulta sus objetivos fundamentales de certificación y difusión del conocimiento. Para analizar esa organización social, Jeremy Baumberg recurre a la idea de ecosistema, describiendo el

mundo de la ciencia como un sistema ecológico en constante evolución. La idea clave que rige dicha analogía es la competición: al igual que en el mundo natural, la ciencia se caracteriza por la escasez de recursos y la lucha por ellos. En este entorno competitivo, solo sobreviven (obtienen fondos) los mejor dotados.

Sin embargo, necesitamos dos rasgos más de la biología evolutiva para que la

analogía funcione: la variación ciega o azarosa y la transmisión hereditaria. No tenemos mutaciones azarosas, y el propio Baumberg reconoce que la idea más cercana a la herencia genética es que los jóvenes científicos son formados en el mismo molde institucional. Por tanto, aunque el autor se esfuerza en mantener la analogía a lo largo de toda la obra, debemos entenderla más bien como una metáfora. El ecosistema de la ciencia nos habla por tanto de la interacción entre distintos grupos de individuos, con objetivos diferentes y en ocasiones fines comunes, que medran en un entorno de recursos escasos. La relación planteada no nos permite afirmar que el ecosistema científico tienda a algún tipo de equilibrio, el cual determinaríamos, a través de sus interacciones, el tamaño sostenible del propio sistema y permitiría establecer alguna conclusión acerca de su funcionamiento.

Bajo esta metáfora, el autor analiza el sistema de publicaciones, el mundo de los congresos científicos, la financiación de la ciencia, su divulgación y el desarrollo de una carrera académica típica. Aunque la cuestión ya fue profusamente analizada

por Derek Solla Price en *Little science, big science and beyond* en los años setenta del siglo pasado, la idea que impulsa esta obra es el crecimiento exponencial de la ciencia, que, según el autor, podría estar expandiéndose demasiado.

El sistema de publicaciones ha suscitado el interés de los teóricos probablemente desde el nacimiento de la primera revista científica, hacia el año 1650. En esos momentos, su finalidad era «la comunicación de todo cuanto se descubra», según rezaba el primer editorial de *Philosophical Transactions*. Con el tiempo, esa función se amplió al modo en que se certificaba el conocimiento y se constituía como sistema de recompensas de la ciencia, para llegar a nuestros días como el método a través del cual se evalúa la

calidad científica de la producción de un investigador y, por extensión, del investigador mismo [véase «El catálogo que creó la cienciometría y transformó la ciencia», por Alex Csizsar; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, abril de 2018].

El crecimiento de la ciencia no se refiere solo al número de investigadores, sino también a la cantidad de revistas y de artículos que se publican. Según el autor, en la actualidad se editan 25.000 revistas en las que aparecen un millón de artículos al año. Baumberg nos ofrece una visión de una pequeña parte de ese entramado aplicando los análisis de Solla Price a las revistas *Nature* y *Science*, así como a la base de datos ISI Web of Science. Así, vemos la probabilidad de que un artículo sea citado, cómo se relacionan unos artículos

con otros a través de la red de la ciencia, o cómo algunos artículos adquieren una ventaja acumulativa.

El aumento del número de científicos ha conllevado no solo un incremento en la cantidad de revistas, sino también la organización de un mayor número de congresos. Mientras que estos son esenciales al ecosistema como un todo para difundir la información, resultan, según el autor, profundamente ineficientes en relación con los fondos empleados para asistir a ellos.

El tercer gran sistema analizado es el de la financiación de la ciencia. En este subsistema la competencia incide en la pérdida de diversidad, al concentrar la financiación en instituciones y grupos de élite [véase «Replantear la financiación», por John P. A. Ioannidis, en *este mismo número*]

NOVEDADES - ESPECIAL NAVIDAD - LIBROS DE CIENCIA PARA NIÑOS

Una selección de los editores de *Investigación y Ciencia*



CREA UNA APP PARA MÓVIL DISEÑA Y PROGRAMA TU PROPIA APP

Sarah Guthals
Para Dummies, 2018
ISBN: 978-84-329-0500-1
128 págs. (11,95 €)



PAPÁ, ¿DÓNDE SE ENCHUFA EL SOL?

Antonio Martínez Ron
Laura Martínez Lasso
Crítica, 2018
ISBN: 978-84-9892-988-1
72 págs. (14,95 €)

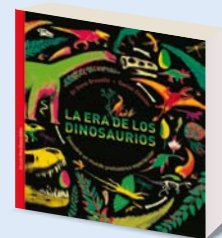
ASTRONÁUTICA LA CIENCIA EXPLICADA A LOS MÁS PEQUEÑOS

Carlos Pazos
Beascoa, 2018
ISBN: 9788448850548
24 págs. (7,95 €)



LA ERA DE LOS DINOSAURIOS DESCUBRE UN MUNDO PREHISTÓRICO ESPECTACULAR

Steve Brusatte y Daniel Chester
Siruela, 2018
ISBN: 978-84-17308-75-9
80 págs. (17,95 €)



JO BONOBO, PRISCA ORCA Y SUS AMIGOS COLECCIÓN DE LIBROS SOBRE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Varios autores, edición trilingüe
(francés, inglés, español)
Jarvin Crew, 2018
ISBN: 978-2-9559652-0-7/2-1/4-5/6-9
48 págs., 9,99 € (ejemplar)

ro]. El análisis del sistema de publicaciones y de financiación pone sobre la mesa el uso de indicadores, derivados del sistema, para la obtención tanto de fondos como de un puesto permanente en algún organismo investigador.

En las páginas finales, el autor pide la creación de más indicadores, nuevas métricas que valoren el liderazgo, la colaboración, la comunicación o el rigor. Pero tal vez no necesitemos más métricas, sino menos. Tal vez lo que necesitamos es que los evaluadores juzguen realmente los trabajos más allá de la revista en la que se publican, tal y como ha señalado una reciente sentencia del Tribunal Supremo español, que dicta que los trabajos han de evaluarse por su contenido, y no por la revista en que aparecen [véase «La tiranía del factor de impacto», por Reinhard Werner; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, marzo de 2015]. Mientras tanto, nuestros sistemas de educación superior siguen alimentando el ecosistema con nuevos graduados que van a la industria o deciden emprender la ardua y difícil carrera científica. El último de los subsistemas que aborda Baumberg es el de los medios de comunicación, aunque se limita al papel de los comunicados de prensa por parte de las grandes revistas científicas y a cómo estos son usados para difundir la ciencia.

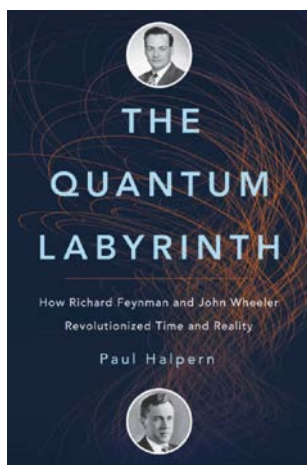
En todo este análisis se echa en falta el entorno que rodea al ecosistema de la ciencia. No hay una sola palabra sobre cómo la ciencia se relaciona con la sociedad, salvo en nuestro papel de contribuyentes financiadores indirectos de la ciencia. La curiosidad del científico y la utilidad que emerge de esa curiosidad es la que produce, según el autor, nueva tecnología que permite, a su vez, hacer más ciencia en algún tipo de círculo virtuoso. Este modelo lineal, que olvida el papel de la sociedad en la ciencia, no se encuentra en la literatura desde que Vannevar Bush lo preconizara en 1945 en *Science: The endless frontier*.

El énfasis en la competitividad hace que se olvide de que en cualquier ecosistema se dan relaciones competitivas y simbióticas, de cooperación y altruismo. La imagen del ecosistema transmite la idea de un conjunto de individuos luchando encarnizadamente por los recursos financieros. Pero olvida que los individuos encarnan otros valores que pueden guiar su actividad, como la honestidad, la preocupación por el bien público o el deseo de mejorar la vida humana. Estos valores conviven con el deseo de reconocimiento, el deseo de poder y algunos egos desmedidos, pero no pueden dejarse de lado en un análisis de la actividad científica.

Es cierto que el libro refleja una visión personal del autor. Una visión de alguien que ejerce la ciencia desde el mundo académico, aunque también posee credenciales de la industria. Pero, aunque el enfoque sea personal, como académica me resulta extraño leer un libro que pretende analizar el sistema científico y que no incluye ni una sola referencia bibliográfica. Es cierto que la obra debe leerse consultando la página web, donde se nos presenta una amalgama de datos e informes de distintas fuentes. Pero esos datos no se encuentran directamente relacionados con las afirmaciones del autor, así que es tarea del lector decidir cuáles de ellos sustentan qué afirmaciones.

Gran parte de las ideas que se presentan en el libro han sido tratadas por sociólogos, politólogos de la ciencia y filósofos a lo largo de los últimos cincuenta años. El autor pide, en las páginas finales, más datos para una mejor ciencia de la ciencia. Pero nunca los datos por sí solos constituyeron una buena teoría, y nunca una buena teoría se construyó sin reconocer las deudas con el pasado.

—*Obdulia Torres González*
Departamento de Filosofía,
Lógica y Estética
Universidad de Salamanca



THE QUANTUM LABYRINTH
HOW RICHARD FEYNMAN AND JOHN WHEELER
REVOLUTIONIZED TIME AND REALITY

Paul Halpern
Basic Books, 2017

La obsesión por entender el universo

Un atractivo recorrido por la obra, personalidad y legado de Richard Feynman y John Wheeler

Hay una escena que resume la personalidad de John Wheeler, uno de los dos protagonistas de este excelente libro. En ella, Richard Feynman (el otro protagonista, estudiante de doctorado de Wheeler en la Universidad de Princeton y premio Nobel de física en 1965 por su contribución a la electrodinámica cuántica)

le explica a Kip Thorne (también estudiante de Wheeler y premio Nobel en 2017 por sus aportaciones a la detección de ondas gravitacionales) que hay una cosa que conviene tener en cuenta cuando se trabaja con Wheeler: «Parece que está loco. Y lo que la gente de tu generación no sabe es que siempre ha sido así.

Sin embargo, cuando yo era estudiante, descubrí que, si tomas una de esas ideas locas y la despojas de las capas de locura una tras otra, como si fueran las capas de una cebolla, muchas veces encontrarás que en el corazón de esa idea hay un poderoso núcleo de verdad». La advertencia de Feynman no solo refleja la habilidad de Wheeler para dar con ideas clave —aunque de apariencia extravagante—, sino también la capacidad de Feynman para ir «quitando capas».

El libro de Halpern brinda un apasionante paseo por la historia de la física entre 1940 y 1990 de la mano de estos dos protagonistas. En él no solo se describe la colaboración entre Feynman y Wheeler, y sus contribuciones esenciales a la física moderna (Feynman a la electrodinámica cuántica y Wheeler a la relatividad general), sino también sus errores y muchas otras aportaciones que han dado lugar a nuevas ramas de la física, desde la teoría cuántica de campos a los ordenadores cuánticos y la información cuántica. Además, en la obra de Halpern también

se narra el empeño de ambos, pero sobre todo de Wheeler, por entender lo que el autor llama el «laberinto cuántico»; es decir, «de dónde viene la teoría cuántica» [véase «El puzle de la teoría cuántica», por Adán Cabello; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, septiembre de 2017].

El libro adolece de dos pequeñas peugas. Por un lado, hay un desequilibrio entre la vívida descripción que hace Halpern de la vida y las múltiples facetas de la personalidad de Feynman, y la narración, mucho más plana y falta de detalles, de la vida, obra, legado y personalidad de Wheeler. Por otro, la obra aporta poco con respecto a fuentes bien conocidas. En particular, hay pocas cosas aquí que no estén ya en *¿Está usted de broma, Sr. Feynman?* y *¿Qué te importa lo que piensen los demás?*, los dos libros de anécdotas de Feynman; *The beat of a different drum*, la biografía de Feynman escrita por Jagdish Mehra; *Geons, black holes, and quantum foam*, la autobiografía de Wheeler escrita junto con Kenneth Ford, otro de sus estudiantes de doctorado; o la larga entrevista que hizo Ford a Wheeler en 1996 y que puede encontrarse en www.webofstories.com.

La historia empieza en 1939, cuando Feynman, un brillante graduado por el Instituto de Tecnología de Massachusetts, se presenta en la oficina de Wheeler en la Universidad de Princeton para empezar a trabajar como profesor asistente. Wheeler es un hombre de familia, conservador, que habla pausadamente y que es siete años mayor que Feynman. Pero también es un inconformista lleno de ideas, que sueña con reconciliar a Einstein (su colega y vecino en Princeton) y a Bohr (su mentor en Copenhague) encontrando la explicación definitiva de la teoría cuántica. Feynman es un estudiante prodigio, pero también un consumado *showman* que disfruta siendo el centro de atención. Los dos quieren comprender el universo. Pero no solo tienen personalidades diferentes, sino también perspectivas e intereses distintos.

Mientras Feynman, como la mayoría de los físicos estadounidenses de la época, evita las cuestiones filosóficas, Wheeler, hijo mayor de dos bibliotecarios, las adora. Al igual que adora a Bohr, con quien comparte no solo el gusto por las cuestiones filosóficas, sino su capacidad para crear escuela. Con todo, Wheeler también se da cuenta de que hay que ir mucho más allá de Bohr y descubrir el origen de la teoría cuántica.

A Feynman las cuestiones filosóficas le traen sin cuidado. Sin embargo, reconoce —y no le importa manifestarlo en público— que «nadie entiende la mecánica cuántica». Pero, mientras que para Wheeler entender de dónde viene la teoría es una obsesión, Feynman recomienda a los estudiantes que no piensen en ello, porque se trata de «un callejón del que nadie ha logrado salir». Según Feynman, lo que hay que hacer es ir quitando capas a la cebolla e ir descubriendo leyes que puedan verificarse experimentalmente.

Los dos se profesan mutua admiración y son conscientes de su complementariedad. Feynman empieza trabajando bajo la supervisión de Wheeler en el problema de los infinitos en la electrodinámica cuántica de Paul Dirac. ¿Interacciona el electrón consigo mismo? La respuesta estándar es que sí: al electrón debería afectarle su propio campo electromagnético. No obstante, al calcular esa autointeracción, el resultado es infinito. Al principio, Wheeler y Feynman siguen un camino exótico —e incorrecto— que resucita la acción a distancia newtoniana y la combina con soluciones de las ecuaciones de Maxwell que proceden hacia delante y hacia atrás en el tiempo.

La implicación de EE.UU. en la Segunda Guerra Mundial los separa. Ambos trabajan en el Proyecto Manhattan para fabricar bombas atómicas, pero Wheeler lo hace en Chicago y Feynman en Los Álamos, donde, además, ha de lidiar con la trágica muerte de Arline Greenbaum, su primera esposa.

Tras la guerra, Feynman termina de desarrollar sus técnicas de cálculo, las integrales de camino, las cuales permiten cancelar los infinitos sin renunciar a que el electrón interaccione consigo mismo. Este es el trabajo por el que años más tarde recibiría el premio Nobel. Charles Misner, otro de los estudiantes de Wheeler, sintetizaría así la contribución del método de Feynman: «La realidad funciona tomando conciencia de todas las posibilidades antes de convertirse en realidad».

Por su parte, Wheeler rescata la relatividad general de Albert Einstein para atacar con éxito multitud de problemas astronómicos y cosmológicos. Y no deja de producir ideas exóticas. En los años setenta, abandona progresivamente la idea de que todo son campos y empieza a defender que el universo es un sistema que se autosintetiza, no «una máquina gobernada por una ecuación mágica». Es

un universo participativo, en el que todo es consecuencia de una infinidad de actos de observación y en el que las leyes físicas emergen de la ausencia de leyes. Un universo en el que todo es información y en el que, citando a Machado, «no hay camino, se hace camino al andar» (cita incluida en el libro *Gravitation*, escrito en 1973 por Wheeler, Misner y Thorne).

Hay dos cosas que hacen muy interesante el libro de Halpern. Por un lado, el contraste que ofrece entre las personalidades tan distintas de dos investigadores a quienes les une su obsesión por descubrir cómo funciona el universo. Ese contraste añade una perspectiva nueva a historias ya conocidas y, curiosamente, ayuda a entender los movimientos vitales y científicos de ambos personajes.

Pero, sobre todo, hay otro aspecto que convierte a *The quantum labyrinth* en una obra especialmente atractiva: la historia ha demostrado que Feynman y Wheeler tenían una rara capacidad para intuir por qué caminos debía ir la física. En una charla de 1959, Feynman anticipa la nanotecnología y los ordenadores y simuladores cuánticos. Y Wheeler es, sin duda, el padre de la física cosmológica, de los agujeros negros (Jacob Bekenstein era otro estudiante de Wheeler), de las ondas gravitacionales (Thorne) y de la recién inaugurada astronomía de multimensajeros [véase «Mensajeros celestes», por Ann Finkbeiner; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, julio de 2018]. También es el padre en la sombra de la teoría cuántica de la información (Carlton Caves, Bill Wootters, Wojciech Zurek fueron también discípulos de Wheeler), heredera directa de la visión del universo de Wheeler en el que todo es información. Y también es el investigador, en algún caso a su pesar, de muchas de las interpretaciones modernas de la teoría cuántica, como la de los «muchos mundos» (Hugh Everett y Bryce DeWitt fueron estudiantes de Wheeler) o el bayesianismo cuántico (*Qbism*, en inglés), de Chris Fuchs (otro estudiante de Wheeler), que reivindica el universo participativo de Wheeler para entender la teoría cuántica [véase «Bayesianismo cuántico», por Hans Christian von Baeyer; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, agosto de 2013]. Sería estupendo poder saltar cincuenta años hacia el futuro y ver hasta dónde nos han llevado todas las intuiciones de Wheeler y su escuela.

—Adán Cabello
Departamento de Física Aplicada II
Universidad de Sevilla