

FIRST IN FLY
DROSOPHILA RESEARCH AND BIOLOGICAL
DISCOVERY

Stephanie Elizabeth Mohr
 Harvard University Press, 2018

La ubicuidad de *Drosophila melanogaster*

*La importancia de un insecto para
 entender la salud humana*

La idea de que el conocimiento de las formas de vida más sencillas nos ha de llevar a desentrañar los organismos más complejos constituye la razón de ser de la experimentación animal. En el ámbito de la investigación genética se recurre a la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, al nematodo *Caenorhabditis elegans*, al pez cebra *Danio rerio*, al ratón *Mus musculus* y a la planta crucífera *Arabidopsis thaliana*. Pero, por encima de todos, se recurre a la mosca *Drosophila melanogaster*. Escrito por la genetista de Harvard Stephanie Elizabeth Mohr, *First in fly* repasa las razones que, desde hace un siglo, han llevado a este diminuto insecto a convertirse en uno de los organismos mejor conocidos del planeta.

¿Cómo devino una mosca anodina en el organismo «modelo de modelos» de los laboratorios? Desde comienzos del siglo xx, cuando el pionero de la genética Thomas Hunt Morgan creó la «habitación de las moscas» en la Universidad de Columbia, la corta vida de este animal, su prolífico potencial reproductor, sus manifiestos fenotipos mutantes y sus semejanzas genéticas con los humanos lo convirtieron en la insignia del campo. Cuando Morgan cruzó un macho de ojos blancos con una hembra de ojos rojos, y después cruzó la progenie entre sí, advirtió un fenómeno sorprendente: el patrón de herencia del carácter blanco difería de machos a hembras. El gen que se alteraba en la cepa de moscas de ojos blancos se llamaría más tarde *white*. Morgan se rodeó de un plantel brillante de investigadores que, en las cuatro paredes de una estancia llena de viales con moscas en diferentes estadios de desarrollo, identificó moscas mutantes con defectos que afectaban a los ojos, las

alas, las quetas o la cutícula. Con uno de esos colaboradores, Alfred H. Sturtevant, estudió el introductor de la genética en España, Antonio de Zulueta.

Por la fecha en que se informó del primer mutante *white*, en 1910, la comprensión de cómo pasaba la información de una generación a la siguiente constituía un reto intelectual. Gregor Mendel había publicado sus trabajos sobre la pauta de la herencia de determinados caracteres tomando como organismo modelo los guisantes del huerto de su monasterio. Mendel propuso que cada uno de nosotros porta una copia de cada carácter, una procedente del padre y otra de la madre. Estableció dos leyes principales: el principio de segregación de los caracteres y el de distribución independiente de los alelos. Sugirió, además, que los caracteres podían presentarse en una vertiente dominante y en otra recesiva.

Drosophila pertenece al orden de los dípteros, o insectos con dos alas y dos halterios, grupo que incluye a vectores como el de la malaria, el dengue, la encefalitis equina, el virus del Zika, la enfermedad del sueño o la filariasis. En estado adulto, la mosca presenta un cuerpo constituido por cabeza, tórax y abdomen. Posee un exoesqueleto que le confiere soporte estructural, pone huevos, los embriones eclosionan en forma de larvas y estas se convierten en pupas que entran en metamorfosis para emerger luego en estado adulto. Así pues, se diría que este insecto no tiene nada en común con el ser humano.

Sin embargo, el paralelismo entre moscas y humanos trasciende los mecanismos de la herencia y se extiende a la constitución de los genes, la estructura y

función del ARN y las proteínas, el comportamiento a nivel molecular y de organismo, la formación de tejidos y órganos, el envejecimiento y el metabolismo. La mosca adulta tiene un cerebro complejo, un reloj interno, cinco sentidos (vista, oído, gusto, tacto y olfato) y numerosos tejidos semejantes a los nuestros. Presenta músculos, un par de riñones, un hígado, una red tubular que no difiere mucho de nuestros vasos, un sistema digestivo e incluso un corazón.

Su cerebro ha alcanzado la complejidad suficiente para controlar un amplio repertorio de comportamientos: buscan alimento, los machos danzan y cantan para seducir a la hembra, huyen de los depredadores, mantienen un ritmo circadiano diurno y, si se embriagan, se muestran más torpes en la elección de pareja. Al igual que ocurre en los mamíferos, las teneurinas intervienen en el cableado correcto del cerebro. En investigación básica se les somete a manipulación genética para simular trastornos del desarrollo e inducir pautas de enfermedades neurodegenerativas, cáncer o diabetes. Y, como nosotros, aprenden y recuerdan, luchan contra las infecciones y pierden reflejos a medida que envejecen. La investigación sobre las moscas aporta respuestas sobre un inmenso repertorio de cuestiones en biología y medicina.

Si miramos un vial de moscas en diversas fases de crecimiento y con sus nutrientes típicos (harina de maíz, levadura, azúcar, agua y agar), percibiremos una secuencia cromática que va desde el *beige* del alimento hasta el blanco de huevos y larvas. A medida que estas van creciendo, empiezan a reptar por las paredes del vial y las pupas emergentes van adquiriendo una tonalidad ámbar. Cuando la mosca está a punto de salir, se adivinan dos puntos grises bajo la cubierta pupal translúcida: las alas. Constituida la mosca, destaca sobre ese fondo de color neutro el rojo intenso de los ojos, dos joyas con facetas a la manera de un domo geodésico.

Algunas mutaciones resultan auténticas representaciones de lo que en un tiempo se dio en llamar curiosidades de la naturaleza: aparición de las patas donde deberían surgir las antenas, o moscas con un segundo par de alas por halterios. Esta clase de fenotipo mutante, en el que una parte del cuerpo se sustituye por otra, se conocía ya en plantas, un fenómeno al que William Bateson denominó «homeosis». También hay moscas con una parte

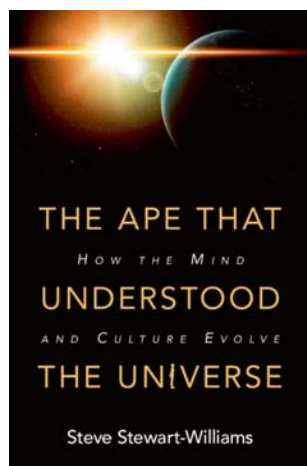
corporal ausente: las mutantes vestigiales (carentes de ojos, por ejemplo).

Los científicos poseen ahora acceso al genoma de miles de personas. Se han realizado experimentos con cultivos de células humanas abastecidos por nutrientes líquidos. Es posible experimentar con células extraídas directamente de tejidos normales o enfermos, y puede manipular-

se la secuencia de genes con una precisión sin precedentes. A partir de células de la piel o de otros tejidos, es posible generar células madre pluripotentes inducidas, y ya podemos modificar la secuencia de ADN de las células humanas, usando por ejemplo la técnica CRISPR. Pero ni solos ni en conjunto han suplantado estos avances la importancia de *Drosophila* en

la investigación biológica y biomédica. *Drosophila melanogaster* constituye el organismo multicelular mejor conocido del planeta. Contamos con el repertorio entero de sus genes y con su disposición en los cromosomas, conocemos la función de los genes y su control del desarrollo. Es decir, su comportamiento.

—Luis Alonso



THE APE THAT UNDERSTOOD THE UNIVERSE HOW THE MIND AND CULTURE EVOLVE

Steve Stewart-Williams
Cambridge University Press, 2018

Nuestra especie vista desde fuera

Una defensa de nuestra herencia biológica es necesaria, aunque potencialmente peligrosa para ojos radicales

Darwin siempre está de moda. Lo está por omisión, como en algunas escuelas de EE.UU., donde se enseña el arca de Noé como hecho objetivo de la historia de la humanidad, y también por acción, como podemos ver en libros y documentales sobre la evolución de nuestra especie. Saber qué nos hace humanos no es solo una pregunta filosófica que nos une a pensadores desde la antigua Grecia. Es también una que requiere una base científica; es decir, conocer lo que sabemos objetivamente sobre nuestra especie.

Para responderla hay numerosos títulos de obligada consulta. Si bien habría que empezar por la fuente original, *El origen de las especies* o *El origen del hombre* (con respectivos títulos mucho más largos en sus originales en inglés, por cierto), no podríamos dejar fuera otros que aborden la cuestión desde los distintos puntos de vista actuales. En este sentido, el debate principal que surgió tras la aceptación global de la evolución de las especies y el descubrimiento del genoma era el que preguntaba si somos producto de la biología (*nature*) o de nuestra interacción con el entorno (*nurture*).

Quienes defienden la primera postura creen que los genes y siglos de evolución biológica han ejercido un gran impacto

sobre nosotros. Quienes preconizan la segunda consideran que son los sistemas sociales y culturales los que explican realmente cómo somos. Si bien la respuesta correcta suele ser un *aurea mediocritas*, no está de más interesarse por ambas perspectivas para tener argumentos a la hora de posicionarse. Así, junto a los libros de Darwin, no nos podrían faltar otros como *El gen egoísta*, de Richard Dawkins; *Sociobiología*, de Edward O. Wilson, o *La evolución de la cultura*, de Luca Cavalli-Sforza. La pregunta es si podríamos incluir en nuestra estantería el libro que nos ocupa.

Para definir la obra podemos empezar por el final, donde dos anexos dejan muy clara la intención del autor: convencernos de que la perspectiva evolucionista es la ganadora en la carrera por entender qué nos hace humanos. En ambos apéndices, Stewart-Williams se defiende de los argumentos contrarios a la biología evolucionista y a la negación de la selección natural en la cultura. Este formato es interesante, ya que los libros arraigados en una idea no suelen dar crédito a la contraria. Y quizá sea también un ejercicio necesario en un tiempo intelectual convulso, donde la política se inmiscuye en la ciencia y niega la existencia de algu-

nos conceptos más que probados (como ocurre con el cambio climático).

No obstante, en ciertos sectores ideológicos con «hemiplejía moral», como diría Ortega y Gasset, esta defensa a ultranza de la psicología y la biología evolutivas correría el riesgo de ser malinterpretada y empleada para justificar lo injustificable —no sería la primera vez: ya en el siglo XIX se malinterpretó la supervivencia del más apto de Darwin en términos sociales—. Y aunque esto no sería culpa del autor, en este caso su insistencia acaba resultando tediosa para el lector medio y peligrosa para el lector radical.

El libro no debería leerse con demasiadas pausas temporales, ya que muchas de las preguntas que el autor se hace no quedan respondidas de forma inmediata. Ello revela ciertos problemas de estructura, donde el lector no puede intuir qué vendrá a continuación. Un punto positivo es que Stewart-Williams no es un académico corriente. Antes de ser profesor de psicología en la Universidad de Nottingham fue *rockero* (su álbum *Casual angst* puede oírse en SoundCloud) y su cuenta de Twitter se encuentra llena de curiosidades referentes a la evolución, la política y la psicología básica. Esta biografía inusual se nota en la obra, que exhibe un tono irónico, irreverente y plagado de anécdotas. Su estilo es más cercano a una *Ted Talk* que a un manual al uso. Eso permite una lectura fácil, que ahorra tecnicismos o que los explica de forma amable, aunque también le confiere una incorrección política flagrante, más propia del lenguaje oral.

La obra se divide en seis capítulos, de los que el primero sirve como base al resto. En él se emplea la supuesta visita de un antropólogo extraterrestre para despojarnos de nuestro *Umwelt*, de nuestra propia manera de ver el mundo, y convertirnos así en un observador ajeno a nosotros mismos. Dicho ejercicio es interesante, pues nos hace ver nuestra especie como el resultado de ciertos ambientes

y necesidades biológicas (entre las que se encuentra, principalmente, expandir nuestros genes).

A partir de aquí, cada capítulo habla por sí mismo. El segundo refresca los postulados de Darwin con una mecánica basada en proponer hipótesis cada vez más sutiles. No obstante, cuando se nos da a conocer un concepto tan interesante como el de «evolución desajustada» (*mismatch evolution*, la idea de que vivimos anacrónicamente porque nuestro cuerpo actual se corresponde con el de nuestros antepasados pero en un ambiente totalmente distinto), al lector le pueden asaltar dudas. Para despejarlas, sería interesante acudir a *El mono obeso*, de José Enrique Campillo, donde se analizan fenómenos modernos, como la aparición de la diabetes.

La obra aborda también las diferencias entre sexos. Al respecto, el autor defiende como causa principal la herencia biológica. Eso da lugar a ciertas frases que, sacadas de contexto, podrían herir algunas sensibilidades, como que «los hom-

bres son más proclives a la infidelidad» (pág. 65) o que «las preferencias de los hombres han ayudado a moldear el pecho de las mujeres» (pág. 77). No obstante, lejos de abanderar el determinismo biológico, el autor insiste en que la construcción de una sociedad mejor pasa por asumir sin miedos esas diferencias biológicas, explicadas por siglos de funcionamiento en la especie, y aplicar las medidas sociales oportunas. Aquí, recurrir a lecturas desde los preceptos feministas, como *La creación del patriarcado*, de Gerda Lerner, ayudaría a conocer el curso histórico de estas medidas.

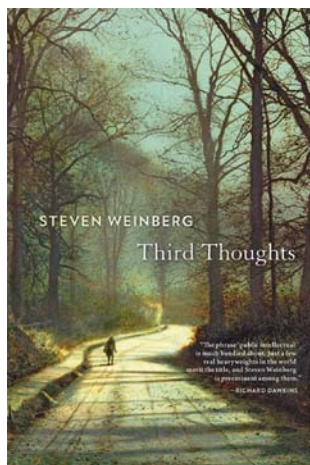
Stewart-Williams reserva otro capítulo al altruismo, la capacidad de hacer el bien a otros a un coste personal, y analiza cómo la evolución pudo haber seleccionado un rasgo tan paradójico. La propuesta es no observar a la persona altruista en el momento en que lo es, sino considerar qué beneficios ha obtenido su especie al permitir que prosperaran otros seres altruistas. El libro *¿Por qué coopera-*

mos?, de Michael Tomasello, profundiza en la cuestión a través del análisis de otras especies.

El viaje para entender mejor nuestra especie culmina en el mundo de la cultura. Aquí se nos dan a conocer los memes, que se refieren a las unidades de cultura que se propagan y evolucionan tal y como lo harían los rasgos físicos o psicológicos (por ejemplo, los virus o programas maliciosos en Internet). Una bonita lectura complementaria al respecto, también de Tomasello, sería *Los orígenes culturales de la cognición humana*.

El libro de Stewart-Williams es una buena opción para quien desee entender bien los principios evolutivos con una propuesta sugerente: atrevemos a vernos por dentro desde fuera. No obstante, el texto es repetitivo y con una postura teórica muy marcada. Quien desee profundizar en cada uno de los temas o en otras posturas deberá recurrir a lecturas complementarias.

—Nereida Bueno Guerra



THIRD THOUGHTS

Steven Weinberg
Harvard University Press, 2018

Steven Weinberg: de lo cósmico a lo humano

Reflexiones sobre ciencia, historia y cultura de uno de los físicos y comunicadores más brillantes de las últimas décadas

Steven Weinberg es, además de uno de los grandes físicos teóricos de la segunda mitad del siglo xx, una de las referencias intelectuales de la cultura estadounidense contemporánea. En las últimas tres décadas han sido frecuentes sus intervenciones públicas acerca de cuestiones científicas, culturales, sociales y políticas. Y, entendiendo la ciencia como una parcela más de la cultura, Weinberg ha sentido siempre la responsabilidad de hacerla accesible a un público amplio, dando además a sus lectores el crédito intelectual que merecen. El resultado han sido obras como *Los tres primeros minutos*

del universo, un clásico de la divulgación científica que, cuarenta años después, sigue siendo una de las cumbres indiscutibles de este género.

En la estela de dos de sus títulos anteriores, *Facing up* (2001) y *Lake views* (2009), Weinberg nos ofrece en *Third thoughts* una recopilación de artículos y conferencias. Aunque la mayoría han aparecido publicados en varios medios (uno de ellos, «El problema de la mecánica cuántica», se publicó en esta revista en agosto de 2017), el libro incluye algunas contribuciones inéditas. Los temas tratados son amplios: la física de partí-

culas y su futuro, la posibilidad del multiverso, el desconcertante mundo cuántico o el papel que desempeña la idea de simetría en la física teórica actual. Asimismo encontramos enriquecedoras discusiones sobre las similitudes entre la investigación científica y la creación artística.

En otros artículos más personales, el autor habla de su decepción tras el primer mandato de Barack Obama —que, desde su perspectiva liberal, fue una oportunidad perdida— y de su abstención en las elecciones presidenciales de 2012; de su opinión sobre el papel del mecenazgo privado en la vida cultural estadounidense o de sus vivencias como neoyorkino instalado en Texas.

Una cuestión presente en el libro es el papel de las grandes instalaciones como motor del progreso en física de partículas y cosmología. El compromiso del autor con la «gran ciencia» se remonta a su apoyo al Supercolisionador Superconductor (SSC), el gigantesco acelerador proyectado en Texas y que debería haber alcanzado energías casi tres veces superiores a las del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) del CERN. En su momento, Weinberg defendió con vehemencia el proyecto ante el Congreso de EE.UU., a pesar de lo cual fue cancelado definitivamente en octubre de 1993.

El autor nos advierte de que las dificultades presupuestarias a las que se enfrenta la gran ciencia —y que previsiblemente aumentarán en el futuro— no solo son consecuencia de una insuficiente percepción pública de la importancia de la investigación. La puesta en marcha de grandes experimentos depende también de una correcta cultura fiscal que permita el gasto público en áreas vitales: sanidad, educación y ciencia. Es interesante que su defensa de la gran ciencia no impide a Weinberg criticar las misiones espaciales tripuladas, las cuales considera —no sin motivo— un dispendio sin beneficios científicos apreciables.

La historia de la ciencia es otra de las cuestiones centrales de *Third thoughts*. En particular, la polémica surgida tras la aparición de su libro *Explicar el mundo* (Taurus, 2015), en el que relataba el desarrollo de la física desde la Grecia clásica hasta Isaac Newton. Entonces Weinberg fue criticado por defender una interpretación anacrónica, más conocida como *whig*, de la historia de la física. En esta, los desarrollos son valorados en función de su relevancia para la ciencia actual, y no desde la perspectiva de las ideas sobre la naturaleza dominantes en cada momento histórico.

Ese punto de vista no solamente inspira *Explicar el mundo*, sino que ya había sido defendido por el autor en artículos recopilados en *Facing up*. Según Weinberg, al ser la ciencia —y la física en particular— progresiva y acumulativa, su historia tiene que estudiarse necesariamente desde la perspectiva de cómo las ideas y las teorías de cada período han contribuido a acercar la disciplina a su estado presente. Por eso, califica en *Third thoughts* de «absurdo» juzgar una teoría científica solamente por su éxito para dar respuesta a los problemas de la época en que fue formulada.

El indiscutible carácter progresivo de la ciencia parece apoyar esa interpretación anacrónica de su historia, algo difícil de mantener en la historia de las ideas en general. Sin embargo, no podemos olvidar que el historiador de la ciencia aspira a entender esta en un entorno cultural y en un período histórico concretos. Y, para ello, resulta ineludible valorar en qué medida una teoría resuelve o simplemente aborda los problemas considerados relevantes en el momento y en el lugar en el que fue formulada, evitando introducir motivaciones que no podían estar en la cabeza de sus autores.

En realidad, ambos puntos de vista sirven a propósitos muy distintos. Por eso, más interesante que ahondar en el debate es intentar entender las razones por las que Weinberg se adhiere a dicha postura. Lo primero que hemos de tener en cuenta es que él no es ni se considera un historiador de la ciencia. Como explicó hace años, aunque «trabaja en el país de la física», le encanta «visitar el de la historia como turista». Pero estos «viajes» no están motivados por un interés intrínseco en la historia de la física, sino que tienen un carácter claramente instrumental. Por una parte, en su faceta de comunicador de la ciencia, la historia se le presenta a Weinberg como un método muy eficiente para introducir la física a audiencias sin formación científica. Por otra, como investigador en física de partículas, se halla convencido de que conocer la evolución de la física a lo largo de los siglos ayuda a los científicos a entender el trabajo que llevan a cabo hoy, situándolo dentro de un contexto histórico.

Que la historia de la física proporciona una manera muy sugerente de introducir conceptos e ideas es algo que sabemos bien quienes nos enfrentamos a la docencia o la divulgación de esta ciencia. Pero es precisamente el uso propedéutico que hacemos de la historia el que nos obliga a asumir una perspectiva anacrónica. Al fin y al cabo, si el objetivo consiste en iluminar nuestro conocimiento actual, tiene completo sentido mostrar el pasado desde el punto de vista del presente.

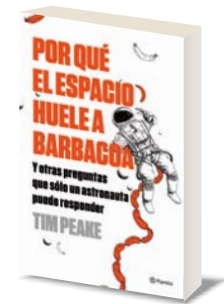
Esta actitud puede ser apropiada para el docente y el divulgador, pero no para el historiador de la física. Por ello, la polémica que Weinberg analiza en *Third thoughts* es en cierta medida espuria y resulta de una doble pretensión: por una parte, que investigadores y comunicadores de la física se conviertan en historiadores y asuman metodologías que no están ajustadas a sus objetivos; por otra, que el historiador de la ciencia deje de hacer historia y se limite a confeccionar metanarrativas.

Como todos los libros de Steven Weinberg, *Third thoughts* está escrito en una prosa clara y elegante. El lector no solo disfrutará de amenas e interesantes discusiones sobre ciencia, historia y cultura, sino que se verá arrastrado a pensar con el autor sobre estos temas. Es por ello una lectura altamente recomendable.

—Miguel Á. Vázquez-Mozo
Departamento de Física Fundamental
Universidad de Salamanca

NOVEDADES

Una selección de los editores
de Investigación y Ciencia



**POR QUÉ EL ESPACIO
HUELE A BARBACOA
Y OTRAS PREGUNTAS QUE SOLO UN
ASTRONAUTA PUEDE RESPONDER**

Tim Peake
Planeta, 2018
ISBN: 978-84-08-19625-9
312 págs. (17,50 €)



**BREVES RESPUESTAS
A LAS GRANDES PREGUNTAS**

Stephen Hawking
Crítica, 2018
ISBN: 978-84-9199-043-7
288 págs. (17,90 €)



**LA MATEMÁTICA DE LOS DIOS
Y LOS ALGORITMOS
DE LOS HOMBRES**

Paolo Zellini
Ediciones Siruela, 2019
ISBN: 978-84-17454-45-6
196 págs. (19,95 €)