

**ALIEN OCEANS**  
**THE SEARCH FOR LIFE IN THE DEPTHS OF SPACE**

Kevin Peter Hand  
Princeton University Press, 2020  
304 págs.

## En busca de vida extraterrestre

*Una mirada entusiasta sobre los océanos de las lunas de los planetas gigantes como lugares idóneos donde encontrar vida*

Los océanos terrestres han desempeñado un papel clave en el origen y desarrollo de la vida, por lo que cabría esperar que así fuera en otros planetas similares. Sin embargo, los planetas como la Tierra, situados además en la zona de habitabilidad de su estrella, no parecen abundar: según distintos sondeos, no llega a haber uno por sistema planetario. En contraste, los planetas y lunas con océanos, aunque no se encuentren en las tradicionales zonas de habitabilidad, son mucho más corrientes. Así que, en nuestro empeño por encontrar vida extraterrestre, quizás acabe siendo más fructífero ir a buscarla a ese tipo de mundos helados con grandes océanos.

Si nos ceñimos al sistema solar, se piensa a menudo en Marte como el cuerpo más prometedor para encontrar vida. No obstante, las misiones de exploración y numerosos estudios parecen indicar que hay muchas más posibilidades de hallarla bastante más lejos del Sol; en concreto, en algunas de las lunas de Júpiter y Saturno. Estas cuentan con grandes océanos que pueden haber existido tanto tiempo como la Tierra y que reúnen todas las condiciones necesarias para haber dado lugar a la emergencia de organismos.

Estos son los temas que aborda en *Alien oceans* Kevin Hand, prominente científico de la NASA que ha viajado en misiones de exploración por todo el mundo. Se agradece que, con un tono entusiasta, Hand salpique su narración con anécdotas de sus expediciones a los fondos oceánicos para estudiar formas exóticas de vida que pudiesen tener también lugar en las lunas de los planetas gigantes. Pero el libro está centrado en las posibilidades

de encontrar vida en planetas y lunas con océanos y, para ello, el autor examina toda la panoplia de fenómenos relacionados: las condiciones imprescindibles para que surja la vida, la posibilidad de que se den orígenes diferentes en mundos distintos, las características de los ecosistemas en los fondos oceánicos, etcétera.

*Alien oceans* está escrito en un tono muy agradable y sumamente optimista. Sin embargo, el tipo de lector que acude a estos libros encontrará que, a veces, las explicaciones de algunas cuestiones básicas son demasiado prolijas. Yo esperaría, por ejemplo, que el lector esté al tanto de los fundamentos de la espectroscopía, de los campos magnéticos, o de las mareas. El autor, sin embargo, se refiere a las nociones más básicas de estos fenómenos acudiendo a explicaciones estándar, como la descomposición de la luz en el arcoíris o en los prismas de vidrio.

Creo que otros fenómenos, también descritos con amenidad y rigor, son mucho más relevantes para el tema que aborda la obra. Por ejemplo, la importancia del hielo como magnífico aislante térmico para preservar en los océanos subyacentes las condiciones necesarias para que surja y se proteja la vida; o el sorprendente papel de las mareas para generar calor en esos mismos océanos. Ilustrar estos fenómenos con los ejemplos de los satélites galileanos constituye todo un acierto. Por ejemplo, se nos recuerda que las mareas de Ío, la luna más interna de Júpiter, son capaces de fundir su interior y producir la mayor actividad volcánica del sistema solar, pues el flujo de energía debido a las mareas en Ío es similar al que recibe Venus de la radiación solar. Calisto encuen-

tra similitudes con Marte, mientras que Europa y Ganímedes tienen propiedades intermedias entre las de Venus y Marte; es decir, recuerdan a las de la Tierra.

El lector disfrutará con la descripción de los hallazgos que han llevado a considerar a Europa uno de los cuerpos más prometedores para encontrar vida en el sistema solar: desde el descubrimiento de agua helada, que se realizó desde Crimea con un telescopio de infrarrojos en 1964, hasta las fascinantes imágenes de las placas tectónicas de hielo, conseguidas por las misiones de la NASA Voyager y Galileo, las cuales muestran separaciones entre placas como vetas oscuras que guardan similitudes con las dorsales oceánicas terrestres. El autor se detiene, de manera más que justificada, en todos los indicios que han llevado a concluir la existencia y las propiedades de los océanos bajo esa corteza helada, agua líquida que debe de contener abundantes sales diluidas.

Con explicaciones igual de pacientes y extremadamente claras, nos adentramos en las propiedades de Encélado, el sexto mayor satélite de Saturno. Este reúne propiedades de enorme interés: océanos, plumas y una química que parece apropiada para la actividad bioquímica [véase «El océano caliente de Encélado», por Frank Postberg y Thorsten Dambeck; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, diciembre de 2015]. Pero aquí el autor no nos esconde que, aunque esta pequeña luna también sea prometedora para la búsqueda de vida, su investigación está mucho menos avanzada que la de Europa.

Y así llegamos a Titán, el mayor de los satélites de Saturno, un mundo que el autor nos presenta con toda la fascinación que merece. La extraña combinación de hielo de agua y metano líquido, sus sorprendentes ríos, mares y océanos, así como los ciclos estacionales, hacen de Titán uno de los mejores lugares para ir a buscar vida [véase «Superficie y atmósfera de Titán», por Ralph Lorenz y Christophe Sotin; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, mayo de 2010]. Nos detenemos en el misterio del origen del metano en esta gran luna, uno de los mayores enigmas de las ciencias planetarias actuales. Dado que, contrariamente a la de agua, la molécula de metano es muy poco polar, nos acabamos preguntando qué tipo de bioquímica haría falta para que la vida surgiese en este exótico mundo, en el que también es muy posible que haya océanos subterráneos. ¿Podrían existir microorganismos

en esos océanos que produjesen el metano que observamos en la superficie? Parece una idea chiflada, pero quizás no carezca completamente de sentido.

Ganímedes, Calisto y Tritón (en Neptuno), e incluso las pequeñas Miranda y Titania (en Urano), son las otras lunas examinadas con cierto detalle, aunque necesariamente menor debido a sus características y a los datos y estudios disponibles. El autor también se detiene en consideraciones sobre lo que sabemos del origen de la vida y algunos de sus atributos: la compartimentación (que lleva a la formación de células) y los procesos de almacenamiento de información y capacidad de réplica. Pero no nos oculta las incertidumbres de la ciencia actual sobre otros aspectos y parámetros; por ejemplo, ¿cuánto tiempo se necesita para que la vida surja y prospere? ¿Son los aminoá-

cidos, los azúcares y los ácidos nucleicos los únicos ladrillos y el único mortero posibles para formar vida?

Las analogías con las condiciones existentes en la Tierra y en nuestros océanos abundan a lo largo del libro. Con todo, echo de menos que el autor no describa los experimentos de laboratorio que se están llevando a cabo actualmente para simular las condiciones de las lunas de los planetas gigantes y estudiar así sus posibilidades para la vida desde un punto de vista experimental.

El libro se cierra con una mirada a las misiones espaciales futuras encaminadas al estudio de las lunas exteriores del sistema solar. Aquí, como en otras obras de científicos estadounidenses, el autor otorga todo el protagonismo a las misiones de la NASA, como la planeada Europa Clipper, pero las de la Agencia

Espacial Europea apenas se mencionan. Una misión del calibre del Explorador de las Lunas Heladas de Júpiter (JUICE, por sus siglas en inglés) apenas recibe un pequeño párrafo.

*Alien oceans* es un libro recomendable, que rebosa entusiasmo y que justifica, con argumentos muy detallados y convincentes, el vehemente esfuerzo realizado en la exploración de las lunas de los planetas gigantes. Todo ello proporciona una primera impresión de la investigación, que ya se está iniciando, sobre planetas y lunas que puedan contener océanos y mares en sistemas planetarios más allá del solar [véase «Más acogedores que la Tierra», por René Heller; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, marzo de 2015].

—Rafael Bachiller  
Observatorio Astronómico Nacional



**HASTA EL FINAL DEL TIEMPO  
MENTE, MATERIA Y NUESTRA BÚSQUEDA  
DE SIGNIFICADO EN UN UNIVERSO  
EN EVOLUCIÓN**

Brian Greene  
Crítica, 2020  
512 págs.

***Memento mori cósmico***

*Un viaje científico y humanista  
hacia la eterna pregunta sobre  
la muerte del universo*

La termodinámica, surgida del estudio de las máquinas térmicas de la Revolución Industrial, abrió en la segunda mitad del siglo XIX una nueva perspectiva al universo. Su primera ley, que establece la conservación de la energía, condujo a los primeros intentos de explicar la luminosidad de las estrellas como resultado de la transformación en calor de algún tipo de energía mecánica, ya procediera esta del bombardeo de meteoritos o de la contracción del astro bajo su propia gravedad. Las deficiencias de estos mecanismos indicaron pronto que debía existir otra fuente de energía. Esta, sin embargo, permaneció sin precisar hasta el desarrollo de la física nuclear en el siglo XX.

Por su parte, la segunda ley de la termodinámica afirma que el calor fluye de los cuerpos calientes a los fríos hasta igualar sus temperaturas. Rudolf Clausius formalizó este hecho introduciendo una nueva cantidad física, la entropía, cuyo valor en un sistema que no intercambia energía o materia con el entorno nunca decrece. Tal y como Ludwig Boltzmann demostraría poco después, la entropía en realidad mide el desorden del sistema; es decir, nuestra ignorancia sobre los detalles microscópicos que lo caracterizan.

Con esta ley en la mano, la nueva imagen termodinámica del universo apuntaba a que este se habría originado en algún momento del pasado en un estado con entropía relativamente baja. Dicha cantidad

habría ido creciendo desde entonces, y lo haría hasta alcanzar, en un futuro lejano, un valor máximo. Ese estado final predicho por la segunda ley encerraba, sin embargo, algunos aspectos inquietantes. Una vez alcanzado, la temperatura del universo sería homogénea y todos los flujos de energía cesarían. El cosmos acabaría sus días como un lugar frío y desolado, en el que todos los procesos térmicos, químicos y biológicos se habrían detenido. Clausius describió dicho estado como «la muerte térmica del universo».

Esta imagen fue complementada por la cosmología del siglo XX, en la que el universo en expansión evoluciona desde una gran explosión a muy alta temperatura hacia un estado de desorden máximo, en el que la materia acabará infinitamente diluida. Pero, si el desorden aumenta constantemente, ¿cómo es posible que a partir de una sopa de partículas elementales se generen estructuras tan ordenadas como las estrellas, las galaxias y, en último término, el cerebro humano?

Esta es una de las preguntas a las que Brian Greene intenta responder en *Hasta el final del tiempo*, una obra que difiere de sus anteriores libros en que va más allá de la mera divulgación científica para convertirse en un ejercicio de divulgación programática. Greene se propone construir una gran narrativa de la historia del universo, desde su origen en la gran explosión hasta los diversos escenarios que podrían describir su final, la mayoría de los cuales empuñan hasta lo insólito

a la muerte térmica de la física decimonónica. Lo interesante de este viaje es que no se restringe a una explicación de las leyes físicas que gobiernan el universo, que sería lo habitual en casi cualquier otra obra de divulgación. Antes bien, trata asimismo de entender cómo estas leyes pueden dar lugar a «conglomerados de partículas» que no solo extraigan energía del medio para llevar a cabo un amplio abanico de funciones —la autorreplicación entre ellas—, sino que desarrollen consciencia de sí mismos y se conviertan, en último término, en generadores de cultura.

Volviendo a la pregunta de cómo un universo empeñado en maximizar el desorden puede dar lugar a estructuras ordenadas, Greene nos muestra que este orden emergente no es más que una estrategia del segundo principio de la termodinámica. La gravedad produce el colapso de las nubes de gas para dar lugar a las estrellas, las cuales no son sino estructuras ordenadas que «bombean» más entropía al entorno de la que absorben en su interior al sintetizar elementos químicos mediante fusión nuclear. El resultado es un aumento de la entropía total del universo, en consonancia con lo decretado por el segundo principio, si bien ese aumento tiene lugar a costa de una reducción local de dicha cantidad.

Esa estrategia opera también en los organismos vivos, que mantienen su entropía bajo control al precio de aumentar la de su entorno. Pero, a este nivel, aparece además un segundo mecanismo, uno que gobierna la evolución de las estructuras biológicas: la selección natural de aquellas modificaciones que, generadas por fallos en la autorreplicación, resulten ventajosas en un entorno concreto.

Tanto a pequeña como a gran escala, el éxito de este «baile entrópico en dos tiempos», por usar la expresión de Greene, radica en el carácter efímero de las estructuras ordenadas a las que da lugar. Tarde o temprano, la segunda ley acaba siempre por conquistar los últimos reducidos del orden: las estrellas dejan de radiar energía y los seres vivos mueren. Pero, en un universo eterno, esa transitoriedad va más allá de las estructuras ordenadas: afecta a la materia y al mismo vacío.

Según el modelo estándar de la física de partículas, el protón es estable, al menos en la escala de tiempo de la edad del universo (los algo más de  $10^{10}$  años transcurridos desde la gran explosión). Sin embargo, la mayoría de los modelos que extienden el modelo estándar predicen la

desintegración del protón en escalas del orden de  $10^{38}$  años. Incluso en el contexto del propio modelo estándar, existen mecanismos que hacen que el protón sea inestable, aunque su vida sería notablemente más larga, de unos  $10^{150}$  años. La conclusión más plausible es, por tanto, que tarde o temprano los protones acabarán por desaparecer, lo que destruirá los átomos que constituyen la materia ordinaria.

Más aún: el propio vacío, cuyas propiedades están determinadas por el valor del campo de Higgs, que da masa a las partículas elementales, también sería inestable. Debido al efecto túnel cuántico, el valor de este campo puede cambiar localmente, lo que provocaría la aparición de «burbujas» en cuyo interior las partículas tendrían masas diferentes a las conocidas. Al crecer, esas burbujas engullirían regiones cada vez mayores del universo. Es incierto cuándo podría ocurrir esto, pero los cálculos permiten aventurar escalas de tiempo entre los  $10^{102}$  y los  $10^{359}$  años.

Extinguidas las estrellas y evaporados los últimos agujeros negros, el futuro más plausible del universo es el de un espacio prácticamente vacío en expansión acelerada. Sin embargo, la interpretación de Boltzmann de la entropía implica que el segundo principio de la termodinámica es una ley estadística que permite excepciones. Un sistema puede disminuir su entropía de forma apreciable, solo que la probabilidad de que eso ocurra es tan diminuta que sería necesario esperar eones para verlo. Como consecuencia, nos explica Greene, podría haber regiones del universo que «resucitasen» de la muerte térmica, iniciando un nuevo ciclo de generación de estructuras ordenadas y efímeras. Una situación particularmente exótica sería que la radiación procedente del horizonte de sucesos de un universo en expansión acelerada formara espontáneamente estructuras pensantes, conocidas en la terminología científica como «cerebros de Boltzmann». Los tiempos necesarios para que esto ocurriera están más allá de cualquier intuición humana:  $10$  elevado a  $10^{68}$  años. Aunque bien es cierto que esto importa poco en un universo que tiene, literalmente, toda la eternidad por delante.

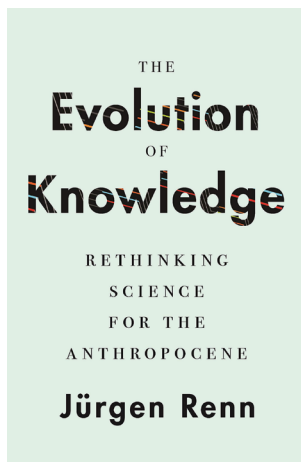
El viaje que nos propone Greene comienza y concluye en la física, pero sus etapas pasan por la biología, la neurociencia, la antropología y la filosofía, entre otras disciplinas. El libro discute el origen de la consciencia y el lenguaje, o de qué manera actividades que consideramos intrín-

secamente humanas, como la ciencia, el arte —en todas sus manifestaciones— y la religión, podrían explicarse en función de las ventajas evolutivas que aportan. También si existe algún sentido en que pueda afirmarse que un conjunto de partículas gobernadas por leyes naturales precisas goza de libre albedrío. Todo ello desde un punto de vista que podríamos calificar de «reduccionismo moderado», en el que, admitiendo como premisa ontológica que todo se reduce a partículas gobernadas por leyes físicas, acepta la utilidad de diferentes lenguajes para entender y apreciar la realidad en sus diversos niveles.

La conclusión filosófica a la que nos conduce esta obra de Greene es la de que el ser humano está «arrojado» a un mundo en el que no solo los individuos o las sociedades son efímeros (lo que podríamos llamar la versión «clásica» del problema filosófico de la transitoriedad), sino que el mismo universo que habitamos también lo es. Este hecho nos despoja de cualquier sustituto de la inmortalidad personal que pudiéramos buscar en la progenie biológica o intelectual. Semejante *memento mori* cósmico actualiza profundas cuestiones existenciales, ya que nos enfrenta a un nivel superior, y en su máxima crudeza, con nuestra condición singularmente humana de seres en el tiempo. Otro de los elementos que da a *Hasta el final del tiempo* el carácter de divulgación programática es que, junto a los temas científicos concretos que se desarrollan en sus páginas, hay una cuestión que lo recorre: cómo vivir esta condición existencial o, en palabras del autor, dónde radica «la nobleza de ser».

A pesar de la tan discutida división entre las «dos culturas» que Charles P. Snow popularizó con su famosa conferencia del mismo título en la Universidad de Cambridge en 1959, es relativamente frecuente encontrar en el científico una tentación humanista latente. Brian Greene se ha entregado a ella en *Hasta el final del tiempo*. El resultado es, sin duda alguna, digno de elogio. Se trata de un libro brillante que embarca al lector en un inigualable recorrido de aprendizaje y reflexión, y que se deja apreciar a múltiples niveles gracias a las cuidadosas anotaciones al texto. Una obra, en definitiva, muy recomendable para todo público con inquietudes en ambas culturas.

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



**THE EVOLUTION OF KNOWLEDGE**  
**RETHINKING SCIENCE FOR THE ANTHROPOCENE**

Jürgen Renn  
Princeton University Press, 2020  
584 págs.

## La ciencia ante el reto del Antropoceno

*Repensar la manera de producir conocimiento para afrontar la crisis global*

Vamos mal. Incluso durante una pandemia nefasta, las noticias sobre la destrucción de la biosfera no se detienen. Los incendios forestales y la fusión acelerada del hielo ártico nos inquietan. La humanidad no es capaz de frenar el cambio climático y sus desastrosas consecuencias, o al menos así lo parece. Las huellas de la actividad humana ya están inscritas de manera irreversible en la superficie del planeta, lo que ha llevado a que la historia humana pase a convertirse en historia de la Tierra. Como consecuencia, hace ya años que geólogos y otros científicos discuten si ya hemos salido del Holoceno y entrado en el Antropoceno [véase «¿Existe el Antropoceno?», por Alejandro Cearreta; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, noviembre de 2018].

Pero, aparte de bautizar nuevas épocas geológicas, ¿cuál es el papel de la ciencia y la tecnología en este proceso? ¿Son los científicos y los ingenieros los principales culpables de la destrucción de la naturaleza? ¿O son más bien su Casandra, quienes advierten del peligro fatal sin que nadie les escuche? ¿Van a proporcionar los instrumentos y técnicas necesarias para afrontar la crisis global?

Por supuesto, nadie tiene respuestas sencillas a estas preguntas. Pero confiar en que las soluciones tecnológicas llegarán por sí solas a tiempo sería pecar de ingenuos, advierte Jürgen Renn en *The evolution of knowledge*. Según el historiador de la ciencia alemán, la fe ciega en la ciencia revela una ignorancia profunda sobre la forma en que se genera el conocimiento.

En este sentido, el título y el subtítulo de su último libro son certeros: hemos de estudiar «la evolución del saber» para, de ese modo, «repensar la ciencia de cara al Antropoceno». Para ello Renn defiende la

necesidad de entender la generación de conocimiento en toda su complejidad; es decir, en su dimensión social, material, epistemológica e histórica. Como consecuencia, un concepto clave es el de «economía de saber»; esto es, cómo organiza una sociedad la producción, circulación e implantación de conocimiento. Y una mirada hacia atrás puede aclarar cómo han operado y cambiado tales economías del saber a lo largo de la historia.

El análisis de Renn pivota sobre dos aspectos clave que la historia de la ciencia ha puesto de manifiesto en las últimas décadas. En primer lugar, si somos capaces de distinguir por medios analíticos entre

La fe ciega en la ciencia revela una ignorancia profunda sobre la forma en que se genera el conocimiento

conocimiento (*knowledge*), ubicado en el ámbito práctico y en el día a día, y ciencia (*science*), caracterizada por la abstracción, la generalización y la formalización del saber. Dicha tarea se antoja difícil, ya que, como asevera Renn, la evolución del conocimiento científico siempre ha estado estrechamente vinculada a la del conocimiento práctico. Como demuestran de manera contundente un gran número de estudios, los artesanos y otros grupos profesionales (arquitectos, ingenieros, agricultores, criadores) han desempeñado un papel fundamental en la generación de nuevo conocimiento científico.

El segundo aspecto apuntado por Renn es que, tradicionalmente, la historia del saber se ha estudiado desde una perspectiva restringida que privilegia la innovación sobre la implantación, la transmisión y la transformación. Hoy ya no ocurre así: tenemos claro que nunca hay una transmisión «nítida» entre un emisor y un receptor, como sugieren los modelos simplificados de la comunicación. El acto de transmisión de un saber, de una práctica o de un instrumento constituye siempre una adaptación al propio ámbito del receptor, a sus necesidades y maneras de entender el mundo. De este modo, el conocimiento cambia y, en ocasiones, su apropiación local constituye una fuente de innovación.

Aunque Renn basa su análisis en numerosos avances acontecidos en su propia disciplina, esta tampoco queda exenta de críticas. Según él, la historia de la ciencia corre el peligro de acabar enredada en detallados estudios de casos particulares, que, aunque sean excelentes en sí mismos, hacen perder la vista del conjunto. Y en concreto, denuncia la falta de una agenda (política), más urgente que nunca dada la crisis que atraviesa el planeta.

Las ideas de Renn no solo se nutren de la historia de la ciencia, sino de muchas otras disciplinas, desde la filosofía de la ciencia hasta la sociología, la arqueología, la antropología, los estudios religiosos o la historia global. Para reconstruir las economías de saber del pasado hace falta una mirada interdisciplinar. Renn se toma muy en serio el concepto de «historia profunda» (*deep history*). Para lograr una verdadera historia del saber, hay que comenzar por las industrias líticas de nuestros antepasados, el origen del lenguaje, la revolución neolítica y la evolución de la escritura en Mesopotamia. En todos estos casos la transmisión de saber ya es clave y, por eso, resulta obligado centrarse en los aspectos materiales de la comunicación: cómo ha evolucionado la representación del saber desde los gestos hasta el lenguaje hablado y la escritura, y desde los sencillos dibujos de nuestros antepasados hasta los complejos modelos computacionales de hoy.

En este sentido, Renn intenta ser «materialista» e «idealista» a la vez. O mejor dicho, trata de integrar esas dos perspectivas a fin de superar la estéril oposición entre ellas. Destaca el papel clave de las instituciones, tanto las de enseñanza como las de investigación, así como el de las redes locales y transnacionales, e

intenta describir de manera holística la evolución del conocimiento y de las comunidades epistemológicas.

Renn es director del renombrado Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia de Berlín desde su fundación, en 1994. Físico de formación, es conocido por sus trabajos sobre Galileo y Einstein, pero hace ya más de una década que investiga la dimensión global del conocimiento. *The evolution of knowledge* sintetiza su colaboración con grupos de perfiles muy distintos y que han estudiado cuestiones tan dispares como la transmisión del saber en el mundo árabe de la Edad Media o los procesos epistemológicos en el campo de la arquitectura. En su *opus magnum*, Renn reconoce de forma recurrente las contribuciones de muchos de sus colegas de profesión. Y esta es de hecho su tesis principal: el conocimiento es un producto social.

A modo de ejemplo, tomemos la construcción de la cúpula de la catedral de Florencia en la primera mitad del siglo xv. Mucho más allá del genio arquitectónico de Brunelleschi, esta fue en realidad un proyecto común conseguido gracias a la colaboración de grupos profesionales de todo signo. Se aprendió construyendo y tomando riesgos de manera consensuada, y fue ello lo que acabó generando nuevo conocimiento: una cúpula sostenida por su propio peso. Al mismo tiempo, Renn intenta asimismo evitar el pecado del eurocentrismo y apunta, por ejemplo, a sorprendentes paralelismos entre la «física» de los antiguos griegos y la de los integrantes del moísmo, una escuela filosófica china del siglo v antes de nuestra era, o a la fascinante interacción entre los misioneros jesuitas y los sabios chinos en torno al año 1600.

La amplia mirada de Renn a lo largo de la historia impresiona. Pero el libro no quiere ser una historia absoluta de la ciencia mundial. Su ambición no es cubrir todas las épocas y ramas de conocimiento, sino que se trata de una obra conceptual, con agenda y dirección marcadas. Algunas partes resultan un poco más difíciles de seguir debido a su carácter abstracto, pero en líneas generales el libro se deja leer con facilidad y placer intelectual, en un viaje que lleva volando al lector desde un ejemplo al siguiente y que recorre la historia del saber desde *Homo habilis* hasta el capitalismo de macrodatos que impera en nuestros días.

*The evolution of knowledge* admite dos públicos. El primero estaría integrado por sus colegas de profesión, para quienes la

historia de la ciencia no puede ser sinónimo de historia del progreso. Renn está de acuerdo, pero argumenta que narrar la evolución del saber no es lo mismo, ya que esta incluye saltos inesperados, fracasos y tiene un carácter multifactorial. En este sentido, el Antropoceno podría servir como concepto vertebrador para desarrollar nuevas narrativas.

El segundo público sería el público general, probablemente mucho más interesado en las soluciones que propone. Al respecto, Renn escribe que «al hacer frente a los desafíos del Antropoceno, el conocimiento puede ser el bien común más importante», pero advierte de que nuestro tiempo está marcado por la fragmentación del conocimiento científico y su privatización (como lo ilustra el ejemplo de las empresas farmacéuticas) y su negación con fines políticos y económicos (entre quienes cabe destacar a los negacionistas del cambio climático).

Por todo lo anterior urge buscar nuevas maneras de producir conocimiento, y *The evolution of knowledge* proporciona un catálogo de criterios en cuanto a qué tipo de saber y de ciencia necesitamos. Debe tratarse de un conocimiento abierto, accesible, anclado en la sociedad y alejado de intereses individuales con una motivación puramente económica. Hemos de ser capaces de integrar conocimientos y experiencias diferentes a escala global. Y también habría que pensar en desarrollar una epistemología marcada por la responsabilidad global pero con sensibilidad para los contextos locales. Ello requerirá nuevas formas de diálogo dentro de la sociedad y de colaboración entre las ciencias naturales, humanas y sociales. Una propuesta más concreta sería una Internet diferente, lo que Renn llama «una web epistémica», en la que los ciudadanos generen y controlen los contenidos.

La obra de Renn no carece de tensiones internas. Por ejemplo, defiende con vehemencia la investigación básica, que, por definición, está abierta y no busca aplicaciones concretas. Pero ¿podemos permitirnos ese «lujo»? Sin duda, un libro con objetivos tan ambiciosos es también fácilmente criticable. Transformar de manera radical nuestra economía global de conocimiento suena como una tarea hercúlea. Pero ¿qué alternativas tenemos?

—*Oliver Hochadel*  
*Institución Milá y Fontanals*  
*de Investigación en Humanidades*  
*(CSIC) de Barcelona*

## NOVEDADES

Una selección de los editores  
de *Investigación y Ciencia*



### ¿ESTAMOS SOLOS? EN BUSCA DE OTRAS VIDAS EN EL COSMOS

Carlos Briones Llorente  
Crítica, 2020  
ISBN: 978-84-9199-221-9  
560 págs. (24,90 €)



### LA CONQUISTA DEL LENGUAJE UNA MIRADA A LA EVOLUCIÓN DE LA MENTE SIMBÓLICA

Xurxo Mariño  
Shackleton Books, 2020  
ISBN: 978-84-18139-03-1  
176 págs. (16,90 €)



### CONSTRUIR EL MUNDO

Enrique Gracián  
Arpa, 2020  
ISBN: 978-84-17623-50-0  
376 págs. (19,90 €)