PAIDÓS TRANSICIONES

Este libro le hará más inteligente

Nuevos conceptos científicos para mejorar su pensamiento



John Brockman (ed.)

Con textos de Steven Pinker, Richard Dawkins, Daniel Kahneman, V. S. Ramachandran, Daniel C. Dennett, Robert Sapolsky, Daniel Goleman, Don Tapscott y más...

Índice

Portada
Agradecimientos
David Brooks: Prólogo
John Brockman: Prefacio: La pregunta de Edge
Martin Rees.El «tiempo profundo» y el futuro remoto
Marcelo Gleiser. Somos únicos
P. Z. Myers. El principio de mediocridad
Sean Carroll. El universo sin sentido
Samuel Arbesman. El principio copernicano
J. Craig Venter. No estamos solos en el universo
Stewart Brand. Los microbios dominan el mundo
Richard Dawkins. Un experimento de control a doble ciego
Max Tegmark. El fomento de un estilo de vida científico
Roger Schank. La experimentación
Timo Hannay. El experimento controlado
Gino Segre. El experimento mental
Kathryn Schulz. La metainducción pesimista derivada de la historia de la ciencia
Samuel Barondes. Todos somos personas corrientes, y, sin embargo, también únicos
John Tooby. Los nexos causales, la guerra moral y la errónea atribución del arbitrio

David G. Myers. El sesgo egoísta

Gary Marcus. La humildad cognitiva

Douglas Rushkoff. Hay sesgos en las tecnologías

Gerald Smallberg. Los sesgos son el olfato que nos advierte del meollo de las cosas

Jonah Lehrer. Controle el foco de su atención

Daniel Kahneman. La ilusión de foco

Carlo Rovelli. La inutilidad de la certeza

Lawrence Krauss. Incertidumbre

Aubrey De Grey. El mantenimiento del sentido de la proporción respecto al miedo a lo desconocido

Nigel Goldenfeld. El porqué de las cosas

Stuart Firestein. El juego de los nombres

Seth Lloyd. La vida tiene un desenlace fatal

Garrett Lisi. El riesgo no calculado

Neil Gershenfeld. La verdad es un modelo

Jon Kleinberg. E pluribus unum

Stefano Boeri. Hacia una proxemia de la sexualidad urbana

Kevin Kelly. El fracaso abre las puertas del éxito

Nicholas A. Christakis. El holismo

Robert R. Provine. Tanstaafl

Gerald Holton. El empirismo escéptico

Thomas A. Bass. Sistemas abiertos

George Church. Una herencia no intrínseca

Paul Kedrosky. El síndrome de la constante modificación de los valores iniciales

Martin Seligman. Perma

Steven Pinker. Juegos de suma positiva

Roger Highfield. Arrimarse a los demás también es luchar por la vida

Dylan Evans. La ley de la ventaja comparativa

Jason Zweig. La serendipia estructurada

Rudy Rucker. El mundo es impredecible

Charles Seife. La aleatoriedad

Clifford Pickover. La caleidoscópica fuente del descubrimiento

Rebecca Newberger Goldstein. La inferencia conducente a la mejor explicación posible

Emanuel Derman. Pragmamorfismo

Nicholas Carr. La carga cognitiva

Hans Ulrich Obrist. La conservación museística

Richard Nisbett. La «ligereza» de las abstracciones taquigráficas

Rob Kurzban. Externalidades

James O'Donnell. Todo se halla en movimiento

Douglas T. Kenrick. Los subyoes y la mente modular

Andy Clark. La codificación predictiva

Donald Hoffman. Nuestro escritorio sensorial

Barry C. Smith. Los sentidos y la actividad

multisensorial

David Eagleman. La percepción egocéntrica del mundo

Alison Gopnik. El inconsciente racional

Adam Alter. Somos incapaces de percibir gran parte de cuanto configura nuestra vida mental

W. Tecumseh Fitch. El instinto del aprendizaje

Michael Shermer. Hay que pensar de abajo arriba, no de arriba abajo

Irene Pepperberg. Patrones fijos de conducta

Terrence Sejnowski. Potencias de diez

Juan Enríquez. El código de la vida

Stephen M. Kosslyn. La satisfacción de restricciones

Daniel C. Dennett. Ciclos

Jennifer Jacquet. Los consumidores clave

Jaron Lanier. El error acumulativo

Dan Sperber. Atractores culturales

Giulio Boccaletti. Análisis de escala

Frank Wilczek. Los estratos ocultos

Lisa Randall. «Ciencia»

Marcel Kinsbourne. La expansión del endogrupo

Jonathan Haidt. Los superorganismos contingentes

Clay Shirky. El principio de Pareto

William Calvin. Encuentra ese marco

Jay Rosen. Problemas espinosos

Daniel Goleman. El pensamiento antropocénico

Alun Anderson. Homo dilatus

Sam Harris. Nos hallamos perdidos en el pensamiento

Thomas Metzinger. La transparencia fenoménica del automodelo

Sue Blackmore. La correlación no es un vínculo causal

David Dalrymple. El flujo de la información

Lee Smolin. El pensamiento inscrito en el tiempo y el pensamiento exterior al tiempo

Richard Foreman. La capacidad negativa es una terapia profunda

Tor Nørretranders. Profundidad

Helen Fisher. Las dimensiones temperamentales

Geoffrey Miller. El continuo personalidad / demencia

Joel Gold. Arise

Matthew Ritchie. El equilibrio sistémico

Linda Stone. El pensamiento proyectivo

Vilayanur S. Ramachandran. Anomalías y paradigmas

David Gelernter. La estructura recursiva

Don Tapscott. Diseñe su propia mente

Andrian Kreye. El jazz libre

Matt Ridley. La inteligencia colectiva

Gerd Gigerenzer. La alfabetización en materia de riesgo

Ross Anderson. La contraposición entre la ciencia y el teatro

Keith Devlin. La frecuencia basal

Marti Hearst. Findex

Susan Fiske. A menudo una afirmación es, en realidad, una pregunta empírica...

Gregory Paul. Los científicos han de comportarse como científicos

James Croak. El aficionado al bricolaje

Mark Henderson. Los métodos de la ciencia no se circunscriben únicamente a la ciencia

Nick Bostrom. El Juego de la Vida y la búsqueda de generadores lógicos

Robert Sapolsky. El anecdotismo

Tom Standage. Se puede mostrar que algo es positivamente peligroso pero...

Christine Finn. Ausencia y evidencia

John McWhorter. Histéresis

Scott D. Sampson. Interseidad

Dimitar Sasselov. El Otro

Brian Eno. Ecología

Stephon H. Alexander. Dualidades

Amanda Gefter. Dualidades

Anthony Aguirre. La paradoja

Eric Topol. En busca de la raíz causal: la «caja negra» humana

David Rowan. La minería de los datos personales

Satyajit Das. Algunos casos de paralelismo en el arte y el comercio

Laurence C. Smith. Innovación

Kevin Hand. El paisaje de Gibbs

Vinod Khosla. Las tecnologías derivadas de la hipótesis del cisne negro

Gloria Origgi. Caconomía

Eric Weinstein. Kayfabe

Kai Krause. Coloquemos la cuchilla de Einstein en la navaja de Ockham

Dave Winer. Misiles de localización pasiva por infrarrojos

Marco Iacoboni. El entrelazamiento cuántico

Timothy Taylor. La tecnología ha abierto el camino a la humanidad

Paul Saffo. El tiempo discrecional

Tania Lombrozo. El falsacionismo

Richard Thaler. Éter

Mark Pagel. El conocimiento como hipótesis

Evgeny Morozov. El efecto Einstellung

Eduardo Salcedo-Albarán. Homo sensus sapiens: el animal que siente y razona

Fiery Cushman. Para comprender la fabulación

David M. Buss. La selección sexual

Bart Kosko. Los momentos Qed

Richard Saul Wurman. Los objetos del entendimiento y la comunicación

Carl Zimmer. La vida como efecto secundario

Gregory Cochran. El efecto Veeck

Joshua Greene. ¡Superveniencia!

Hazel Rose Markus y Alana Conner. El ciclo de la cultura

Victoria Stodden. Cambios de estado y transiciones de escala

Brian Knutson. La reproducibilidad

Xeni Jardin. La memoria ambiente y el mito de la observación neutral

Diane F. Halpern. Sobre una diferencia estadísticamente significativa en la comprensión...

Beatrice Golomb. El efecto engaño

Andrew Revkin. Antropofilia

Mahzarin R. Banaji. Una solución para el desplome del pensamiento: la teoría de la detección de seña

David Pizarro. La apofenia cotidiana

Ernst Pöppel. Un juego de herramientas cognitivo

lleno de cachivaches inservibles
Notas
Créditos

Más libros, audiolibros y cursos gratis en:
educaciondemillonarios.blogspot.com



AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer a Steven Pinker que tuviera la buena idea de sugerir la pregunta que ha planteado este año la revista *Edge* y a Daniel Kahneman los consejos que me ha brindado en cuanto a la presentación general de la obra. Agradezco asimismo a Peter Hubbard, de la editorial HarperCollins, el apoyo que me ha prestado en todo momento. Y debo añadir que he contraído igualmente una importante deuda de gratitud con Sara Lippincott, por las muy cumplidas y meticulosas labores de edición textual que ha realizado.

http://educaciondemillonarios.blogspot.com

PRÓLOGO

DAVID BROOKS
Columnista del New York Times y autor de El animal social

Todas las épocas tienen sus propios temas conflictivos. Al decir esto pienso en la actividad que mantuvo el Círculo de Bloomsbury a principios del siglo XX. Y pienso también en los intelectuales neoyorquinos que en la década de 1950 se dedicaban a escribir para una serie de publicaciones modestas como la *Partisan Review*. Los pensadores más influyentes de nuestra época viven en la frontera de las ciencias cognitivas, la psicología evolucionista y las tecnologías de la información. Esta constelación de pensadores, influida por personalidades como Daniel Kahneman, Noam Chomsky, E. O. Wilson, Steven Pinker, Steve Jobs y Sergey Brin, contribuye en gran medida a establecer el tono vital de nuestra época. Son ellos quienes plantean los interrogantes fundamentales y quienes configuran los debates que habrán de desarrollarse tanto fuera de sus propias disciplinas como en el ámbito público.

Buena parte de los líderes de esa red cognitiva figuran en este libro. Tienen la gran suerte de situarse a la

vanguardia de un puñado de campos del saber que están experimentando un rápido avance. Pero también cuentan con la inmensa fortuna de tenerse unos a otros. El agente literario y polivalente empresario intelectual John Brockman se las arregla para reunir a los integrantes de esa red convocándolos a cumbres científicas. Organiza simposios y alienta diálogos por Internet. Por medio de la página electrónica Edge.org, Brockman ha logrado multiplicar el talento de todos los implicados. Y con una iniciativa crucial, se ha preocupado de sacar a los eruditos del círculo de sus respectivas disciplinas intelectuales, animándoles a interactuar con personas de distintos campos del conocimiento, a conversar con altos ejecutivos de empresa y a charlar con el público en general.

La estructura disciplinar de las universidades constituye un importante cimiento. Gracias a ella se fortalece el rigor metodológico. Sin embargo, dicha estructura no se corresponde verdaderamente con la realidad (¿por qué tenemos un campo, la psicología, que se ocupa de la vida interior, y otro campo, la sociología, relativo a la vida exterior, si la distinción entre uno y otro es permeable y tal vez irrelevante?). Si aspiramos a una vida intelectual vibrante es preciso que alguien saque a los investigadores de sus guetos, y eso es justamente lo

que ha hecho Brockman gracias a la revista *Edge*.

El libro que sostiene usted en las manos cumple dos funciones, una implícita y la otra explícita. Le ofrece implícitamente una excelente visión de las cuestiones que obsesionan ahora mismo a algunos de los más destacados pensadores del mundo. Podrá pulsar el optimismo (o la ansiedad) que les invade ante los cambios que la tecnología está introduciendo en la cultura y la interacción. Y muy a menudo observará que les mueve el deseo de ir más allá de los razonamientos deductivos y concebir modalidades más rigurosas de pensamiento holístico o emergente.

También percibirá el talante emocional que reverbera en el seno del grupo. Las personas pertenecientes a esta cultura adoran los rompecabezas ingeniosos y las preguntas audaces. Benoit Mandelbrot planteó su célebre interrogante —«¿Qué longitud tiene la costa de Gran Bretaña?»— mucho antes de que se redactaran las ponencias de este simposio, pero capta a la perfección el tipo de enigma que hace las delicias de las gentes de este grupo. La pregunta parece sencilla. Bastaría con consultar la enciclopedia. Sin embargo, como bien observó Mandelbrot, la longitud del litoral británico depende del instrumento que se utilice para realizar la medición. Si optamos por trazar una serie de líneas

capaces de ceñirse aproximadamente a la costa que aparece dibujada sobre un mapa obtendremos una cifra, pero si tratásemos de medir los auténticos recovecos de cada ensenada y cada bahía, las curvas que describe cada guijarro y cada grano de arena llegaríamos a una longitud muy diferente.

Esta pregunta resulta intelectualmente compleja, pero también clarificadora. No solo penetra bajo la superficie del modo en que contemplamos las cosas sino que nos hace cobrar conciencia de que, en el transcurso de la última generación, las personas que figuran en este libro nos han hecho bucear bajo los estratos de nuestro propio pensamiento consciente, mostrándonos a un tiempo los profundos patrones y la hondura de los ámbitos en que se desenvuelve la vida. Yo diría que todos ellos se han visto influidos por la escala de valores de Silicon Valley, en California. Todos ellos parecen apreciar muy positivamente los empeños innovadores más heroicos y no dan la impresión de considerar que haya que avergonzarse si una iniciativa intrépida se salda con un fracaso. Son personas entusiastas. Y lo que es más importante: no estamos ante un conjunto de fríos deterministas. Al abrigo de su influencia, las ciencias cognitivas y de otro tipo han comenzado a aprender de las novelas y de las humanidades. En este libro, Joshua Greene firma un

brillante artículo en el que intenta definir la relación existente entre las ciencias y las humanidades, entre la neuroimagen y *Macbeth*. Greene muestra que ambos saberes constituyen dos magisterios tan complementarios como interrelacionados. De este modo, la fisura que separa a ambas culturas queda parcialmente superada.

El objetivo explícito de este libro estriba en proporcionarnos mejores herramientas para concebir el mundo. Pese a haber sido escrito por un grupo de investigadores, se trata de una obra eminentemente práctica que contribuye a facilitar la vida cotidiana.

Conforme vaya usted adentrándose en la presente obra, ya avance en ella en línea recta y a paso ligero u opte por saltar de un tema a otro con ligereza coreográfica, comprobará que algunos de los artículos se centran en la descripción de las invarianzas observables en el cosmos. Nicholas Christakis es uno de los eruditos que destacan el hecho de que muchas de las cosas del mundo poseen propiedades ausentes en sus diferentes partes. Y para entenderlas no basta con separarlas: se hace preciso observar el modo en que interactúan con el todo. Stephon Alexander es uno de los dos autores que (como bien conviene al caso) resaltan las dualidades que encontramos en el mundo. Del mismo modo que el electrón tiene propiedades que lo asemejan tanto a las

ondas como a las partículas, hay un gran número de objetos que pueden manifestar dos conjuntos simultáneos de características. Clay Shirky subraya el hecho de que, a pesar de que con mucha frecuencia imaginamos ver campanas de Gauss por todas partes, lo cierto es que, por regla general, la mejor forma de describir los fenómenos del mundo consiste en recurrir al principio de Pareto. A menudo, en su representación gráfica, las cosas se desvían radicalmente hacia la parte alta de una distribución cualquiera. En toda empresa es el veinte por ciento de los empleados el que realiza la mayor parte del trabajo, y el veinte por ciento superior que encabeza a ese veinte por ciento forma, a su vez, el grupo sobre el que recae la mayor parte de las tareas encomendadas.

A medida que vaya usted leyendo los artículos que tratan de comprender las pautas presentes en el mundo irá topando con un conjunto de hechos sorprendentes. Por ejemplo, yo desconocía que en la actualidad el número de personas que pueden utilizar un teléfono móvil en la India duplica al de la gente con posibilidad de acceder a una letrina.

Sin embargo, la mayor parte de los ensayos del libro hacen referencia a la metacognición, es decir, se proponen pensar sobre el modo en que pensamos. Entre otros muchos, me han llamado poderosamente la atención los

trabajos de Daniel Kahneman sobre el espejismo de la concentración, de Paul Saffo sobre la ilusión de los lapsos temporales, de John McWhorter sobre la histéresis y de Evgeny Morozov sobre el efecto Einstellung. Si usted dirige una organización, o tiene un tipo de trabajo que exija reflexionar acerca del mundo, estos instrumentos se revelarán tan útiles como un mazo mágico.* Le ayudarán, tanto en lo inmediato como a lo largo de su vida, a comprender mejor el mundo y a apreciar con mayor precisión los sesgos presentes en sus propias interpretaciones.

No obstante, quisiera hacer hincapié en una última cosa. Estos investigadores nos están proporcionando herramientas para pensar. Puede parecer un empeño utilitarista, y en efecto lo es. Sin embargo, en los más recónditos recovecos y rincones de esta obra también pueden encontrarse intuiciones relacionadas con la esfera íntima, con los ámbitos de la emoción y del alma. Hay en ella agudas percepciones vinculadas con el tipo de criaturas que somos los seres humanos. Y algunas de ellas no son en modo alguno alentadoras. Gloria Origgi escribe un artículo acerca de la caconomía, es decir, sobre la preferencia que mostramos por los resultados de baja calidad. Sin embargo, Roger Highfield, Jonathan Haidt y otros escriben acerca de la idea de que «arrimarse a los

demás es luchar por la existencia», haciendo énfasis en que la evolución no guarda únicamente relación con la competencia, sino que mantiene lazos profundos con la cooperación e incluso con el altruismo. Haidt afirma con ingenio que somos las jirafas del altruismo. En este libro encontrará usted alimento para la vertiente poética de su naturaleza, así como carburante para sus facetas más prosaicas.

Los estudiosos que aparecen en este libro se encuentran a la vanguardia de los campos de mayor actualidad. En estas páginas se limitarán a ofrecerle una pequeña pincelada de aquello a lo que dedican ahora mismo sus esfuerzos. Sin embargo, espero que no solo le llame la atención la gran espontaneidad de que hacen gala sino que se fije usted también en el trasfondo de modestia que emana de sus trabajos. Varios de los ensayos contenidos en la presente obra subrayan las profundas imperfecciones presentes en nuestra visión del mundo, resaltando igualmente que nuestro conocimiento es parcial. Y si muestran respeto por el método científico y el trabajo en equipo se debe a que el alcance de nuestra razón individual es limitado. De entre todos los elementos cautivadores que desfilarán ante el lector de este libro, esa mezcla de humildad y audacia es, sin duda, el más insólito e importante.

PREFACIO: LA PREGUNTA DE EDGE

JOHN BROCKMAN
Editor y director de la revista Edge

En 1981 fundé el Club de la Realidad. A lo largo de todo el año 1996, los miembros de dicho club celebraron sus reuniones en distintos lugares: restaurantes chinos, apartamentos de artistas, salas de juntas de diversas entidades bancarias, salones de baile, museos y cuartos de estar privados, entre otros. El Club de la Realidad era muy diferente a la Mesa Redonda del Hotel Algonquin, a los Apóstoles de Cambridge o al Círculo de Bloomsbury, pero ofrecía una aventura intelectual de idéntica calidad. Posiblemente, la agrupación que más se le asemeja sea la Sociedad Lunar de Birmingham, una asociación informal de finales del siglo XVIII y principios del XIX en la que se daban cita las principales figuras culturales de la nueva era industrial: James Watt, Erasmus Darwin, Josiah Wedgwood, Joseph Priestley y Benjamin Franklin. De modo parecido, el Club de la Realidad nació como un intento de reunir a aquellas personas dedicadas a la exploración de los temas fundamentales de la era postindustrial.

En el año 1997, el Club de la Realidad irrumpió en la Red, modificando su nombre y convirtiéndose en *Edge*. Las ideas que presentamos en *Edge* son de carácter especulativo. Representan el saber de vanguardia de áreas de conocimiento como la biología evolutiva, la genética, la ciencia informática, la neurofisiología, la psicología y la física. De todas estas contribuciones aflora ahora una nueva filosofía natural, así como un conjunto de formas nuevas de entender los sistemas físicos y diversas modalidades de pensamiento novedosas, todo lo cual cuestiona muchos de nuestros supuestos básicos.

En cada una de las ediciones anuales conmemorativas de la revista *Edge* he pedido a los autores llamados a colaborar en ellas que aportaran respuestas a las preguntas que me asaltan en plena noche, o que cruzan la mente de alguna de las personas que me escriben. No es fácil dar con una buena pregunta. Como solía decir el difunto James Lee Byars, amigo y colaborador ocasional de la revista: «Soy capaz de responder a la pregunta, pero ¿puedo atribuirme la brillantez necesaria para plantearla?». Lo que busco son interrogantes que susciten respuestas imposibles de predecir. Mi objetivo consiste en estimular a la gente a fin de que conciba pensamientos que normalmente no se les habrían ocurrido.

La pregunta de este año, que sugirió en su momento Steven Pinker y que Daniel Kahneman vendría a secundar más tarde, parte de una idea de James Flynn, dedicado a la investigación de la inteligencia y profesor emérito de estudios políticos en la Universidad de Otago, en Dunedin, Nueva Zelanda. Flynn había definido las abstracciones taquigráficas o SHAs (siglas inglesas de *shorthand abstractions*) diciendo que se trataba de conceptos científicos que habían pasado a formar parte del lenguaje corriente y que incrementaban la inteligencia de las personas al proporcionarles un conjunto de moldes conceptuales de aplicación general. «Mercado», «placebo», «muestra aleatoria» y «falacia naturalista» son algunos de los ejemplos que pone el propio Flynn. Lo que este pensador tiene en mente es que la abstracción se presenta al modo de una única pieza cognitiva, pieza que más tarde puede emplearse como elemento de reflexión y debate.

La pregunta que planteó *Edge* en el año 2011

¿Qué concepto científico podría venir a mejorar el instrumental cognitivo de las personas?

En este caso, el término «científico» ha de entenderse en sentido amplio, esto es, como la forma más fiable de

obtener conocimiento acerca de cualquier materia, ya se trate de la conducta humana, del comportamiento colectivo estructurado, del destino del planeta o del futuro del universo. Un «concepto científico» puede brotar de la filosofía, la lógica, la economía, la jurisprudencia o cualquier otra iniciativa analítica, siempre y cuando constituya una herramienta rigurosa cuyo contenido conceptual pueda resumirse de manera sucinta y posea, al mismo tiempo, un vasto campo de aplicación para la comprensión del mundo.

http://educaciondemillonarios.blogspot.com

EL «TIEMPO PROFUNDO» Y EL FUTURO REMOTO

MARTIN REES
Presidente emérito de la Real Sociedad de Londres; profesor de cosmología y astrofísica; director del Trinity College de Cambridge; autor de Nuestra hora final: ¿será el siglo XXI el último de la humanidad?

Necesitamos expandir nuestro horizonte temporal, y en especial hemos de adquirir una conciencia más honda y amplia de que tenemos por delante bastante más tiempo del transcurrido hasta el presente.

La actual biosfera es el resultado de unos cuatro mil millones de años de evolución, y podemos remontarnos en la historia cósmica hasta llegar al *Big Bang*, que se produjo hace aproximadamente trece mil setecientos millones de años. Los impresionantes períodos temporales del pasado evolutivo forman hoy parte integrante de la cultura y la comprensión comunes —aunque es muy posible que dicha noción no haya llegado a propagarse por todas las regiones de Kansas y de Alaska—. Sin embargo, el inmenso período de tiempo que se extiende ante nosotros —con el que se hallan

familiarizados todos los astrónomos— no ha calado en nuestra cultura en la misma medida.

Nuestro Sol está a medio camino del final de su vida. Se formó hace cuatro mil quinientos millones de años, pero tiene por delante otros seis mil millones de años más antes de quedarse sin combustible. Cuando eso suceda se expandirá como una enorme bola de fuego, devorando a los planetas interiores y reduciendo a cenizas todo rastro de vida que pueda conservar la Tierra. No obstante, incluso una vez consumada la extinción del Sol, el universo seguirá expandiéndose, quizás eternamente, abocado a convertirse en un lugar cada vez más frío y vacío. Esa es, al menos, la mejor predicción que hoy pueden realizar a largo plazo los cosmólogos, aunque pocos de ellos se atreverían a efectuar una apuesta seria respecto a lo que sucederá más allá de unas cuantas decenas de miles de millones de años.

No existe todavía una conciencia generalizada del «tiempo profundo» que tenemos por delante. De hecho, la mayoría de la gente —y no solo aquellos para quienes este planteamiento aparece enmarcado en un conjunto de creencias religiosas— consideran que, en cierto sentido, los seres humanos constituyen el punto culminante de la evolución. Sin embargo, ningún astrónomo podría dar crédito a ese parecer; al contrario, resultaría igualmente

verosímil suponer que estamos a medio camino de lo que quizá lleguemos a ser. Hay tiempo de sobra para una evolución posterior a la humana, ya sea aquí en la Tierra o en algún planeta lejano, y ya tenga esta un carácter orgánico o inorgánico. Dicha evolución podría dar lugar a una diversidad mucho mayor y a una serie de cambios cualitativos superiores incluso a los que han permitido pasar de los organismos unicelulares a los seres humanos. De hecho, esta conclusión adquiere todavía mayor fuerza al comprender que la evolución futura no ocurrirá en la escala temporal de varios millones de años que caracteriza a la selección darwiniana sino a un ritmo mucho más acelerado, esto es, al permitido por la modificación genética y los progresos de la inteligencia artificial (una evolución forzada, además, por las drásticas presiones medioambientales a las que se enfrentan todos los seres humanos llamados a construir hábitats alejados de la Tierra).

El propio Darwin comprendió que «en un futuro lejano, ninguna especie viviente preservará inalterado su aspecto». Hoy sabemos que ese «futuro» es mucho más remoto de lo que Darwin imaginaba —y que las alteraciones pueden producirse, además, a una velocidad muy superior—.También hemos aprendido que el cosmos, por el que la vida se propaga, es mucho más extenso y

diverso de lo que pensaba el padre del evolucionismo. Por todo ello, podemos asegurar que los seres humanos no somos la rama terminal del árbol filogenético, sino una especie surgida en los primeros tiempos de la historia cósmica y con unas especiales perspectivas de evolucionar de forma diferente. Sin embargo, esto no implica rebajar nuestra categoría. Los seres humanos tenemos derecho a sentirnos singulares, puesto que somos la primera especie conocida que posee la capacidad de moldear su legado evolutivo.

SOMOS ÚNICOS

MARCELO GLEISER
Titular de la cátedra appleton de filosofía natural y profesor de física y astronomía del Dartmouth College; autor de ATear at the Edge of Creation: A Radical New Vision for Life in an Imperfect Universe

Si queremos mejorar el instrumental cognitivo de la gente en general necesitamos un concepto científico que pueda aplicarse a todos los seres humanos. Es preciso que dicho instrumental tenga un impacto significativo en nuestra especie, o, por ceñirme algo más al extremo que me propongo exponer, ha de resultar clave en la definición de nuestro papel colectivo. El mencionado concepto ha de afectar necesariamente al modo en que percibimos quiénes somos y por qué estamos aquí. Debe reorganizar la manera en que vivimos nuestra vida y planeamos nuestro futuro colectivo, así como establecer, sin lugar a dudas, que somos importantes.

Una de las nociones que podrían terminar convirtiéndose en ese centro neurálgico capaz de redefinir la vida es la de que nosotros, es decir, unos seres humanos que habitan un singular planeta, no solo somos únicos, sino que poseemos además una relevancia única.

Ahora bien, ¿qué decir en este caso del planteamiento copernicano, es decir, de la noción de que cuanto más aprendemos acerca del universo más comprendemos la escasa importancia que tenemos? En este artículo argumentaré que la ciencia moderna, a la que tradicionalmente se echa la culpa de reducir nuestra existencia a un accidente sin sentido surgido en un universo indiferente, dice en realidad todo lo contrario. Pese a que efectivamente sostenga que somos un accidente ocurrido en un universo indiferente, también sugiere que constituimos un raro accidente, de modo que no podemos carecer de sentido.

Pero ¡un momento! ¿No será al revés? ¿No deberíamos suponer que la vida es un fenómeno corriente en el cosmos y que nosotros somos simplemente una de las muchas criaturas que pululan en él? A fin de cuentas, conforme vamos descubriendo más y más mundos que orbitan en torno a otros soles, los llamados exoplanetas, topamos con un asombroso abanico de posibilidades. Y además, como las leyes de la física y la química son idénticas en todo el universo, cabe esperar que la vida sea una realidad omnipresente: si ha sucedido aquí, tendría que haber ocurrido necesariamente en otros muchos lugares. Entonces, ¿por qué sostengo que somos únicos?

Hay una enorme diferencia entre vida y vida

inteligente. Y al decir vida inteligente no me estoy refiriendo a los avispados cuervos ni a los delfines, sino a seres dotados de una mente capaz de alcanzar la autoconciencia y de desarrollar una tecnología avanzada —es decir, a criaturas que no se limitan a utilizar lo que encuentran a su alcance, sino que se revelan capaces de transformar los materiales en artilugios capaces de realizar multitud de tareas—. Coincido con quienes defienden la idea de que la vida unicelular, pese a depender de una miríada de factores físicos y bioquímicos, no tiene por qué ser una realidad exclusiva de nuestro planeta —en primer lugar, porque la vida en la Tierra apareció muy pronto, apenas unos cuantos cientos de millones de años después de que la agitación telúrica se hubiera apaciguado de manera suficiente; y en segundo lugar, porque la existencia de extremófilos, esto es, de formas de vida capaces de sobrevivir en condiciones extremas (muy calientes o muy frías, muy ácidas, altamente radiactivas, marcadas por la carencia de oxígeno, etcétera), muestra que la vida es resiliente y se propaga por todos los nichos que encuentra.

No obstante, la existencia de organismos unicelulares no tiene por qué conducir a la aparición de seres multicelulares, y mucho menos puede decirse que desemboque en el surgimiento de criaturas multicelulares

inteligentes. El afán de los seres vivos consiste en sobrevivir del mejor modo posible en un entorno dado. Si el entorno cambia, las criaturas capaces de perpetuarse en las nuevas condiciones lograrán permanecer. No hay nada en esta dinámica que respalde la idea de que, una vez surgida la vida, baste con esperar el tiempo suficiente para que, como por arte de magia, aparezca un ser inteligente. Esto tiene un tufillo a teleología biológica, es decir, a la convicción de que el objetivo de la vida estriba en crear vida inteligente, una noción que seduce a un gran número de personas, y por razones evidentes, ya que nos convierte en el especialísimo resultado de algún designio magnificente. La historia de la vida en la Tierra no apoya esta evolución orientada hacia la inteligencia. Ha habido muchas transiciones encaminadas a aumentar la complejidad, y ninguna de ellas constituía una obviedad esperable, ya fuera en el paso de las criaturas unicelulares procariotas a las eucariotas (¡sin que surgiera nada más durante tres mil millones de años!), en la evolución de los seres unicelulares a los pluricelulares, o en la posterior aparición de la reproducción sexual, de los mamíferos, de los mamíferos inteligentes, de Edge.org... De haberse desarrollado las cosas de otro modo, no estaríamos aquí.

Cuando contemplamos la Tierra y nos fijamos en los elementos que nos han permitido convertirnos en una

realidad, comprendemos rápidamente que nuestro planeta es muy especial. La siguiente lista expone algunas de las razones que explican esa singularidad: la prolongada existencia de una atmósfera protectora rica en oxígeno; la inclinación del eje de la Tierra, estabilizada por una única Luna de gran tamaño; la presencia de la capa de ozono y del campo magnético que, sumados, protegen a las criaturas de la superficie terrestre de las letales radiaciones cósmicas; los movimientos de la tectónica de placas, que regulan los niveles de dióxido de carbono y mantienen estable la temperatura global; el hecho de que nuestro Sol sea una estrella pequeña y razonablemente estable no proclive a liberar llamaradas de plasma al espacio... Por todo ello, resulta bastante ingenuo esperar que la vida sea una realidad ubicua en el conjunto del universo —al menos no con los niveles de complejidad que se observan en la Tierra.

Otro argumento más: aun en el caso de que hubiera vida inteligente en otros puntos del cosmos —y evidentemente no podemos descartar esa posibilidad (la ciencia tiene mucha más facilidad para hallar cosas que existen que para descartar aquellas que no existen)—, esta se hallaría a una distancia tan remota de nuestro planeta que, a todos los efectos prácticos, podríamos seguir diciendo que nos encontramos solos. Y aunque los

proyectos de Búsqueda de Inteligencia Extraterrestre (SETI, por sus siglas en inglés) hallasen pruebas de la presencia de otras inteligencias en el universo, no es previsible que iniciemos una intensa colaboración. Y si nos hallamos solos, y únicamente nosotros somos conscientes de lo que significa estar vivo y de lo importante que es continuar estándolo, quedamos investidos de un nuevo tipo de centralidad cósmica, muy distinta y mucho más significativa que la que inspiraba a la religión en los tiempos anteriores a Copérnico, cuando se creía que la Tierra era el centro de la Creación. Nuestra importancia nace del hecho de constituir una rareza y de saberlo.

La doble comprensión de que vivimos dentro de un notable capullo cósmico y de que somos capaces de crear idiomas y naves espaciales en un universo que, por lo demás, parece mudo, tiene que resultar forzosamente transformadora. Mientras no encontremos a otros seres autoconscientes somos el medio por el que el universo piensa, de modo que haríamos bien en empezar a disfrutar de nuestra mutua compañía.

EL PRINCIPIO DE MEDIOCRIDAD

P. Z. MYERS
Biólogo, Universidad de Minnesota; autor del blog Pharyngula

Siendo como soy una persona que acaba de concluir un trimestre dedicado a enseñar a los alumnos de primer curso los rudimentos de la biología y que seguirá desempeñando esa labor en los meses venideros, debo decir que lo primero que me vino a la cabeza cuando me preguntaron cuál sería la competencia esencial que todo el mundo debería poseer fue el álgebra. Y ahora añadiría la probabilidad y la estadística elementales. En cualquier caso, no me cabe la menor duda de que si los alumnos dominaran esas materias mi trabajo resultaría bastante más sencillo. Hay algo terriblemente desmoralizante en el hecho de ver que unos estudiantes, por lo demás brillantes, se equivocan por carecer de unas competencias matemáticas básicas que deberían dominar desde la escuela elemental.

Lo cierto, sin embargo, es que con eso no basta. Las matemáticas elementales son un instrumento esencial cuyo conocimiento deberíamos poder dar por supuesto en toda sociedad científica y tecnológica. Pero ¿cuál es la idea

que convendría aprender a las personas para comprender el lugar que ocupan en el universo?

Yo voy a recomendar el principio de mediocridad. Se trata de una noción fundamental para la ciencia, y también es uno de los conceptos que la gente encuentra más polémicos y difíciles de entender. Uno de los ejes más importantes de la religión, del creacionismo, del patrioterismo y de las políticas sociales fallidas radica justamente en el hecho de que se oponen al principio de mediocridad. Son muchas las dolencias cognitivas con las que podríamos hacer un gurruño directamente destinado a la papelera si todo el mundo comprendiese esta sencilla idea.

El principio de mediocridad sostiene simplemente que no es usted especial. El universo no gira en torno a su persona; este planeta no cuenta con ningún privilegio singular; su país no es el resultado perfecto de una secuencia de designios divinos; su existencia no se debe al influjo de un sino orientador e intencional; y ese emparedado de atún que se ha comido en el almuerzo no forma parte de una conjura pensada para producirle una indigestión. La mayoría de las cosas que suceden en el mundo son simples consecuencias de las leyes naturales, leyes de carácter universal, puesto que rigen en todas partes y atañen a la totalidad de lo existente, sin que haya

excepciones especiales ni amplificaciones que redunden en su beneficio personal (y siendo además la diversidad un producto de la intervención del azar). Todo cuanto usted, como ser humano, considera investido de una importancia cósmica es un accidente. Las leyes de la herencia y la naturaleza de la biología determinaron que, al engendrar sus padres un hijo, este fuese anatómicamente humano y gozase fundamentalmente de una plena funcionalidad física. Sin embargo, la singular combinación de rasgos que le identifican como hombre o mujer, las características que le confieren una mayor o menor estatura o que le dotan de unos ojos azules o castaños se produjo no solo por efecto del entrecruzamiento aleatorio de atributos genéticos que tuvo lugar durante la meiosis, sino también como consecuencia de unas cuantas mutaciones sucedidas por azar y de la suerte de haber vencido en la gran carrera espermática que culminó en la fecundación.

Sin embargo, no tiene por qué sentirse desalentado ante todo esto, dado que no es usted el único. Las mismísimas estrellas se formaron en virtud de las propiedades de los átomos, fijándose sus características específicas conforme a la azarosa distribución de las ondas de condensación que se propagaron a través de las nubes de polvo y gas originales. La posición del Sol no

tenía por qué ser exactamente la que es, ni su luminosidad la que conocemos. Simplemente se da la circunstancia de que está ahí, y de que nuestra existencia deriva de esa oportunidad. La configuración de nuestra propia especie se debe en parte al poderoso influjo de nuestro entorno, que opera por medio de la selección, y en parte también a los vaivenes del azar. Si los seres humanos se hubiesen extinguido hace cien mil años, el mundo seguiría girando, la vida habría seguido floreciendo, y en nuestro lugar estaría prosperando otra especie —y con toda probabilidad no lo haría adentrándose por la misma senda que nosotros, es decir, valiéndose de la inteligencia y la tecnología.

Y está bien que las cosas sean así, como asumirá si comprende el principio de mediocridad.

La razón de que este principio resulte tan esencial para la ciencia estriba en que gracias a ella se comienza a comprender cómo hemos llegado a este mundo y cómo funciona todo. En primer lugar, buscamos principios generales que operen en el conjunto del universo, y con ellos queda ya esclarecida buena parte de la cuestión. Después tratamos de encontrar las anomalías y las excepciones que engendraron los detalles. Esta estrategia se ha revelado exitosa y facilita la obtención de un conocimiento más profundo. Si usted parte del

presupuesto de que un determinado objeto de nuestro interés constituye una violación de las propiedades del universo, que vino al mundo a la manera de una entidad única y con un propósito concreto, y asume además que las condiciones que propiciaron su existencia no siguen vigentes, es que ha saltado sin ninguna razón legítima a un plano presidido por un tipo de explicaciones insólitas y carentes de fundamento. Lo que señala el principio de mediocridad es que nuestra situación no obedece a un propósito y que el universo carece por igual de maldad y de benevolencia, aunque también indica que todo se atiene a unas determinadas leyes, y que el objetivo de la ciencia ha de ser precisamente la comprensión de esas leyes.

EL UNIVERSO SIN SENTIDO

SEAN CARROLL
Físico teórico del Instituto de Tecnología de California; autor de From Eternity to Here: The Quest for the Ultimate Theory of Time

El mundo está compuesto por objetos que se atienen a normas. Si insiste usted en buscar «el porqué» de lo que sucede en el universo, en último término no obtendrá más respuesta que esta: debido al estado del universo y a las leyes de la naturaleza.

Este no es un tipo de pensamiento que acuda de manera obvia a la mente de las personas. Si contemplamos el universo con nuestra mirada antropocéntrica no podemos evitar analizar las cosas en términos de causas, fines y formas naturales de ser. En la antigua Grecia, Platón y Aristóteles veían el mundo desde una perspectiva teleológica: la lluvia cae porque el agua ha de ocupar un lugar inferior al del aire; los animales (y los esclavos) se hallan naturalmente al servicio de los ciudadanos libres.

Pero ya desde el principio hubo escépticos. Demócrito y Lucrecio se cuentan entre los primeros naturalistas que nos instaron a pensar que la materia no

obedece a unas causas finales ni sirve a unos objetivos subyacentes sino que se atiene a unas leyes. Sin embargo, habría que esperar a que nuestra comprensión de la física recibiera el impulso de pensadores como Avicena, Galileo y Newton para que empezáramos a considerar razonable concebir que el universo evoluciona por su propio empuje, sin que nada exterior a él venga a orientarlo ni a sustentarlo.

En ocasiones, los teólogos apuntan que la función de Dios consiste en «sostener el mundo». Pero sabemos que no es así: el mundo no necesita que se lo sostenga, se limita sencillamente a ser. Pierre-Simon Laplace formuló en su día el tipo concreto de ley que rige el mundo: si conseguimos especificar cuál es el estado del universo (o de cualquier porción aislada del mismo) en un instante temporal dado, las leyes de la física nos dirán qué estado adoptará el cosmos en el instante inmediatamente posterior. Y si entonces aplicamos de nuevo esas leyes, podremos deducir su situación en el momento siguiente. Y así sucesivamente, hasta llegar a construir por completo la historia del universo (al menos en principio, obviamente). No habitamos un universo que avance en una dirección concreta y con un objetivo específico: vivimos en un cosmos atrapado en la zarpa de hierro de una pauta inquebrantable.

Esa forma de entender los procesos que integran el núcleo del mundo físico ejerce una notable influencia en la forma en que asumimos el mundo social. Los seres humanos tendemos a empecinarnos en la idea de que las cosas ocurren por algún motivo. Entre las circunstancias que exigen una explicación basada en los designios de un plan oculto podríamos citar el fallecimiento de un niño, los accidentes de avión o la zozobra causada por un enajenado que de pronto comienza a disparar a diestro y siniestro. Cuando el conocido telepredicador estadounidense Pat Robertson sugirió que el huracán Katrina se había producido en parte como expresión de la ira de Dios ante la endeble moral de la nación, lo que hacía era tratar de proporcionar un contexto explicativo a un acontecimiento aparentemente inexplicable.

Sin embargo, la naturaleza apunta en otra dirección. Las cosas ocurren porque las leyes de la naturaleza dictan que así han de suceder, dado que son una consecuencia del estado del universo y del sesgo de su evolución. La vida en la Tierra no surgió como culminación de un vasto plan sino que es el subproducto del incremento de entropía que registra el entorno, un entorno que se encuentra muy lejos del equilibrio. El desarrollo de nuestro impresionante cerebro no se debió al hecho de que la vida tiende a aumentar de manera constante sus niveles

de complejidad e inteligencia, sino a interacciones mecánicas entre los genes, los organismos y el medio ambiente en que se desenvuelve.

Esto no significa que la vida se halle desprovista de propósito y de sentido, sino que ambas nociones son cosas creadas por nosotros, no realidades externas que descubrimos en el andamiaje fundamental del mundo. El mundo sigue siendo escenario de acontecimientos que surgen y se encadenan de acuerdo con las leyes que lo rigen. Depende de nosotros darle sentido y conferirle valor.

EL PRINCIPIO COPERNICANO

SAMUEL ARBESMAN
Experto en matemática aplicada; miembro del programa de investigación posdoctoral del Departamento de Políticas de Atención Sanitaria de la Facultad de Medicina de Harvard; afiliado al Instituto de Ciencias Sociales Cuantitativas de la Universidad de Harvard

El científico Nicolás Copérnico comprendió que la Tierra no ocupa un lugar privilegiado en el sistema solar. Puede ampliarse el alcance de esta elegante constatación hasta convertirla en el vector de una impactante idea que sostiene que el punto en que nos hallamos no es en modo alguno especial ni favorable. Esa idea es el principio copernicano. Si contemplamos el mundo a la luz de ese principio se nos abre la doble posibilidad de superar algunos de los prejuicios que todavía alimentamos sobre nosotros mismos y de revisar la relación que nos une con el universo.

El principio copernicano puede emplearse en su tradicional sentido espacial para cobrar conciencia de que nuestro Sol se encuentra en una posición mediocre en la periferia de nuestra galaxia, la cual tampoco ocupa ningún lugar notable en el universo. Además, el principio

copernicano nos ayuda a comprender mejor la expansión de ese mismo universo, ya que nos permite apreciar que desde cualquier punto del cosmos veríamos alejarse rápidamente de nosotros a las demás galaxias, como nos sucede cuando las observamos desde la Tierra. No hay nada de especial en nosotros.

El astrofísico J. Richard Gott ha hecho igualmente extensivo el principio copernicano a nuestra posición temporal, dedicándolo a obtener estimaciones relacionadas con los acontecimientos que marcan nuestra existencia y, además, instándonos a hacerlo con independencia de toda información adicional. De acuerdo con lo que expone Gott, no hay razón alguna para creer que disfrutemos de una posición temporal privilegiada —dejando a un lado el hecho de que seamos unos observadores inteligentes—. El principio copernicano nos permite cuantificar el grado de incertidumbre que sentimos y comprender que es muy frecuente que no seamos ni el origen ni el fin de las cosas. Este principio permitió que Gott estimara correctamente la fecha en que podía derrumbarse el muro de Berlín, e incluso ha arrojado cifras significativas en relación con la supervivencia de la humanidad.

La idea copernicana puede fijar incluso la posición que ocupamos en los distintos órdenes de magnitud de

nuestro mundo: somos mucho más pequeños que la mayor parte de los objetos del cosmos, mucho mayores que la mayoría de los elementos químicos, mucho más lentos que gran parte de los sucesos que tienen lugar a escala subatómica, y bastante más rápidos que los procesos geológicos y evolutivos. El principio copernicano nos empuja a estudiar los diferentes órdenes de magnitud de nuestro mundo —escalados en una secuencia que los alinea de mayor a menor, o viceversa— porque no podemos dar por supuesto que todos los sucesos interesantes se produzcan en el mismo plano en que nos desenvolvemos nosotros.

No obstante, pese a que este reglamentado enfoque pone de manifiesto nuestra mediocridad, no hace falta desesperar: hasta donde sabemos, somos la única especie consciente del lugar que ocupa en el universo. La paradoja del principio copernicano radica en el hecho de que, haciéndonos comprender adecuadamente cuál es nuestro sitio, y pese a la lección de humildad que pueda encerrar, constituye la única vía de acceso para entender nuestras singulares circunstancias. Y, sin embargo, cuando al fin alcancemos a entenderlo, no pareceremos ya tan insignificantes.

NO ESTAMOS SOLOS EN EL UNIVERSO

J. CRAIG VENTER
Experto en ciencias del genoma, fundador y presidente del Instituto J. Craig Venter; autor de Una vida descodificada

No consigo imaginar un solo descubrimiento que pudiera ejercer sobre el conjunto del género humano un impacto superior al del hallazgo de vida fuera de nuestro sistema solar. El pensamiento cultural y social contemporáneo nos hace ver la vida a través de un prisma centrado a un tiempo en la óptica de los seres humanos y en el planeta Tierra. El hecho de descubrir que la vida podría tener múltiples orígenes, quizá millones, y que constituye un fenómeno omnipresente en el conjunto del universo nos afectaría profundamente, a todos y cada uno de nosotros.

Vivimos en un planeta microbiano. Un solo centímetro cúbico del agua de nuestros océanos, lagos y ríos contiene un millón de células microbianas, y lo mismo ocurre en las capas más profundas de la corteza terrestre y en la generalidad de nuestra atmósfera. En cada uno de nosotros habitan más de cien billones de microorganismos. Y entre ellos hay algunos capaces de

resistir varios millones de rads de radiación ionizante, e incluso la acción de ácidos y bases lo bastante fuertes como para disolvernos la piel. Hay microbios que crecen en el hielo, y otros que se desarrollan y prosperan a temperaturas superiores a los cien grados centígrados. Existen formas de vida que se alimentan de dióxido de carbono, pero también las hay que se nutren de metano, de sulfuro o de azúcar. En los últimos miles de años hemos enviado al espacio billones de bacterias, y hace ya mucho tiempo que venimos intercambiando materiales con Marte, de modo que resultaría francamente sorprendente que no se hallaran pruebas de vida microbiana en nuestro sistema solar, especialmente en el planeta rojo.

La probabilidad de encontrar vida se ha incrementado enormemente tras el reciente hallazgo, realizado por Dimitar Sasselov y sus colegas, de un gran número de planetas y superplanetas similares a la Tierra en regiones ajenas a nuestro sistema solar, entre los que cabe destacar la presencia de mundos acuáticos. Según las estimaciones de Sasselov hay aproximadamente cien mil Tierras y super-Tierras en nuestra propia galaxia. El universo es joven, de modo que allí donde encontremos vida microbiana habrá vida inteligente en el futuro.

Conforme vaya adentrándose en el espacio, la expansión de nuestros rastreos científicos está llamada a

transformarnos para siempre.

LOS MICROBIOS DOMINAN EL MUNDO

STEWART BRAND
Fundador del Whole Earth Catalog; cofundador de WELL; cofundador de Global Business Network; autor de Whole Earth Discipline

«Los microbios dominan el mundo.» Esta es la frase con la que abre sus páginas el texto publicado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de los Estados Unidos con el título *The New Science of Metagenomics*. Se trata de una frase que parece señalar el toque de diana de una nueva forma de entender la biología y tal vez de un nuevo modo de comprender también la sociedad.

El avance decisivo en este sentido fue la rápida secuenciación del ADN, conseguida mediante la misma tecnología que ya nos permitió conocer el genoma humano con varios años de antelación respecto de lo previsto. A partir del año 2003, Craig Venter comenzaría a secuenciar, secundado por otros estudiosos, el genoma de vastas poblaciones de bacterias. Los miles de nuevos genes descubiertos (que doblaban el total de los hallados hasta entonces) mostraron las proteínas específicas que se encargaban de producir cada gen, revelándose así la función que estos tenían y comenzando a desvelarse de ese

modo lo que realmente hacían las prolíficas bacterias. Esta «metagenómica» supuso una revolución para la microbiología, una revolución cuyo eco seguirá escuchándose durante décadas en todos los campos de la biología.

Los microbios constituyen el ochenta por ciento del conjunto de la biomasa, afirma el microbiólogo Carl Woese. En una quinta parte del volumen de agua de mar contenido en una cucharilla de café hay un millón de bacterias (y diez millones de virus), explica Craig Venter, añadiendo a continuación el siguiente comentario: «Si no le gustan las bacterias, ha venido a parar usted al cuerpo celeste equivocado, puesto que este es el planeta de las bacterias». Esto implica que, en términos cuantitativos, la porción más importante de toda la actividad metabólica asociada a la vida corre a cargo de los microbios. Cuando James Lovelock trató de imaginar de dónde procedían los gases que convertían a la atmósfera terrestre en un factor tan favorable a la vida (conforme a la hipótesis de Gaia), fue la microbióloga Lynn Margulis quien le brindó la respuesta. Los microbios dominan la atmósfera, y también se adueñan de buena parte de nuestro organismo. El microbioma humano que puebla nuestros intestinos, nuestra boca, nuestra piel y el resto de órganos y sistemas del cuerpo alberga tres mil tipos de bacterias que, a su

vez, poseen tres millones de genes distintos. Nuestras propias células combaten valiéndose únicamente de alrededor de ocho mil genes. Las últimas investigaciones están mostrando que los microbios que llevamos a bordo orientan el funcionamiento de nuestros sistemas inmunitarios así como una parte importante de nuestra digestión.

La evolución microbiana, que dura ya más de tres mil seiscientos millones de años, difiere profundamente de los conceptos que hemos adquirido fundándonos en la evolución darwiniana estándar, según la cual los genes han de experimentar el paso de un gran número de generaciones para atravesar poco a poco el filtro de la selección. Las bacterias intercambian promiscuamente sus genes en el lapso de tiempo de una misma generación. Esta «transferencia horizontal de genes» se produce entre tipos de bacterias absolutamente diferentes —lo que determina que su evolución sea constante y rápida—, se explica en virtud de tres mecanismos distintos. Y dado que transmiten a sus descendientes los genes que adquieren de esta forma oportunista, lo que hacen cada hora las bacterias presenta un aspecto sospechosamente lamarckiano, ya que da la impresión de que nos encontramos ante una transmisión hereditaria de las características adquiridas.

Estos microbios de tan rutinario carácter transgénico muestran que no hay nada nuevo, nada especial ni nada peligroso en el cultivo de plantas genéticamente modificadas. Los biólogos de campo están empezando a comprender que la biosfera presenta el aspecto de lo que algunos dan en llamar un «pangenoma», esto es, una red interconectada de genes en constante proceso de circulación que es, a su vez, un superconjunto de todos los genes de todas las cepas que integran una especie. Los bioingenieros del nuevo campo de estudio de la biología sintética están trabajando directamente con los genes de los microbios, que poseen la ventaja de ser fungibles.

Este siglo, presidido por la biotecnología, está llamado a mejorar gracias a los microbios, e incluso es posible que llegue a encontrar inspiración en ellos. El darwinismo social ha resultado ser una idea fallida. La expresión «evolución cultural» nunca tuvo mucho sentido, puesto que la fluidez de los memes y las distintas influencias presentes en el seno de la sociedad no guardan relación alguna con el abultado conservadurismo de la evolución darwiniana estándar. Por el contrario, la noción de una «actividad social microbiana» sí que podría llegar a colmarse de significado conforme vayamos ahondando en nuestra comprensión de la fluidez de las características y el inmenso ingenio desplegado en los mecanismos que

operan entre los microbios: desde la detección de quórum a la biopelícula, pasando por las cadenas de cooperación metabólica, los fenómenos epigenéticos o los cambios asociados con los llamados «genes del estilo de vida», etcétera. Cuando nos enfrentemos a un problema de difícil solución quizá resulte fructífero preguntarnos: «¿Qué haría un microbio?».

UN EXPERIMENTO DE CONTROL A DOBLE CIEGO

RICHARD DAWKINS
Zoólogo evolutivo de la Universidad de Oxford; autor de Evolución: el mayor espectáculo sobre la tierra

No todos los conceptos que manejan los científicos profesionales están llamados a mejorar el instrumental cognitivo del conjunto de la gente. En este libro no tratamos de encontrar herramientas que puedan resultar beneficiosas para el ámbito científico en el que trabajan los investigadores. Lo que buscamos son útiles que ayuden a las personas que carecen de formación científica a comprender mejor los presupuestos de la ciencia y que les capaciten para realizar análisis de mejor calidad en sus propias vidas.

¿Cómo es que la mitad de los estadounidenses cree en los fantasmas, las tres cuartas partes aceptan la existencia de ángeles, un tercio confía en la astrología y el setenta y cinco por ciento cree en el infierno? ¿Por qué el veinticinco por ciento de los estadounidenses cree que el actual presidente de los Estados Unidos nació en un país extranjero y no tenía por tanto derecho a ser candidato a la

presidencia? ¿Cómo es posible que más del cuarenta por ciento de los norteamericanos piense que el universo se inició después de la domesticación del perro?

No asumamos la respuesta derrotista, echándole toda la culpa a la simple estupidez. Ese es probablemente uno de los factores que contribuye al estado de las cosas, pero hemos de ser optimistas y concentrarnos en algo remediable: la falta de formación en un pensamiento crítico y en dar prioridad a la evidencia de las pruebas a la vez que se prescinde de las opiniones personales, los prejuicios y las anécdotas. Creo que los experimentos de control a doble ciego cumplen doblemente esa función. Son algo más que una excelente herramienta de investigación, ya que poseen un valor educativo y didáctico en cuanto enseñan a la gente a pensar de manera crítica. La tesis que procedo a exponer no pasa por afirmar que realmente uno no necesite realizar experimentos de control a doble ciego a fin de experimentar una mejora de su instrumental cognitivo. Solo se precisa comprender el principio, entender por qué se obtienen con él conclusiones necesarias y deleitarse con su elegancia.

Si todos los colegios enseñaran a sus alumnos a efectuar un experimento de control a doble ciego, nuestro equipamiento cognitivo mejoraría del siguiente modo:

1. Aprenderíamos a no generalizar a partir de simples anécdotas.

2. Aprenderíamos a ponderar la probabilidad de que un efecto en apariencia importante pudiera deberse únicamente al azar.

3. Comprenderíamos la enorme dificultad que encierra la eliminación del sesgo subjetivo, y que la existencia de ese sesgo no implica deshonestidad ni venalidad de tipo alguno. Se trata, de hecho, de una lección cuyas implicaciones son todavía más hondas, ya que tiene el saludable efecto de poner en tela de juicio tanto el respeto a la autoridad como la ausencia de crítica ante las opiniones personales.

4. Aprenderíamos a no dejarnos seducir por los homeópatas y otro tipo de curanderos y charlatanes, los cuales quedarían así fuera de la circulación.

5. Adquiriríamos un hábito de pensamiento crítico y escéptico de alcance aún más general, que no solo contribuiría a mejorar nuestro instrumental

cognitivo, sino que podría llegar incluso a salvar el mundo.

EL FOMENTO DE UN ESTILO DE VIDA CIENTÍFICO

MAX TEGMARK
Físico del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT); investigador en cosmología de precisión; director científico del Foundational Questions Institute

Creo que el concepto científico que más podría mejorar el instrumental cognitivo de la gente en general es la idea misma de un «concepto científico».

Pese a los espectaculares éxitos obtenidos en el ámbito de la investigación, lo cierto es que en lo que se refiere a la educación pública, la comunidad científica se ha visto obligada a enjugar poco menos que un fracaso. En el año 2010, los haitianos quemaron a doce «brujas». En los Estados Unidos, las más recientes encuestas muestran que el treinta y nueve por ciento de la gente considera que la astrología es una disciplina científica y que el cuarenta por ciento cree que la especie humana lleva menos de diez mil años sobre la Tierra. Si todo el mundo tuviese clara la noción de «concepto científico», esos porcentajes se reducirían a cero. Es más, el mundo sería un lugar mejor, dado que la gente que adopta un estilo de vida científico y

basa sus decisiones en una información correcta maximiza sus posibilidades de éxito. Después de todo, al comprar y votar con fundamentos racionales, la gente fomenta al mismo tiempo la adopción de un enfoque científico en la toma de decisiones por parte de las empresas, las organizaciones y los gobiernos.

¿Cómo han llegado a fracasar tan estrepitosamente en este aspecto los investigadores? Creo que las respuestas remiten sobre todo a la psicología, la sociología y la economía.

Un estilo de vida científico exige asumir un enfoque igualmente científico en dos aspectos de la vida: la recogida de la información y su uso. Y ambas tareas presentan sus dificultades. Está claro que se incrementan las probabilidades de tomar la decisión correcta si se tiene plena conciencia del espectro de argumentos disponible antes de llegar a una conclusión y, sin embargo, son muchas las razones que impiden que la gente consiga ese tipo de información exhaustiva. En muchos casos se carece de la posibilidad de acceder a ella (únicamente el tres por ciento de los afganos pueden conectarse a Internet, y en una encuesta realizada en el año 2010, el noventa y dos por ciento de la población afgana ignoraba que se hubieran producido los atentados del 11 de septiembre de 2001). Y también hay mucha gente que

se encuentra demasiado abrumada por las obligaciones o que se entrega excesivamente a las distracciones como para poder reunir la información pertinente. Son también numerosas las personas que solo tratan de informarse en aquellas fuentes que confirman sus prejuicios. Y la información más valiosa puede resultar difícil de encontrar, incluso para todos aquellos que cuenten con una conexión a Internet y que no se hallan sujetos a ninguna censura, ya que pueden haber quedado sepultados bajo la avalancha de datos no científicos que ofrecen los distintos medios.

Después hay que tener en cuenta lo que hacemos con la información que hemos reunido. El elemento primordial de un estilo de vida científico consiste en cambiar de opinión cuando nos encontramos ante una información que contradice nuestros puntos de vista. Esa actitud exige a su vez que evitemos caer en la inercia intelectual, a pesar de que muchos de nosotros alabamos a los dirigentes que se aferran obstinadamente a sus planteamientos, considerando que dan así muestras de «solidez». El gran físico Richard Feynman veía en el hecho de desconfiar de los expertos una de las piedras angulares de la ciencia y, sin embargo, la mentalidad borreguil y la fe ciega en las distintas figuras de autoridad es una realidad muy extendida. Aunque la lógica constituye la base del

razonamiento científico, nuestras decisiones se ven dominadas a menudo por las vanas ilusiones, los miedos irracionales y otros sesgos cognitivos.

¿Qué podemos hacer para promover la adopción de un estilo de vida científico?

La respuesta es obvia: mejorar la educación. En algunos países, implantar la más rudimentaria educación bastaría para lograr una mejora decisiva (más de la mitad de los pakistaníes son analfabetos). Esta circunstancia, al reducir el fundamentalismo y la intolerancia, limitaría los actos de violencia y las guerras. Y al conferir un mayor poder a las mujeres, contribuiría a poner freno a la pobreza y a la explosión demográfica.

Con todo, también los países que ya cuentan con una educación universal pueden realizar mejoras importantes. Es muy frecuente que los colegios, tan empeñados en reflejar el pasado en lugar de dar forma al futuro, parezcan museos. El currículo escolar debería dejar de ser un conjunto de contenidos aguados por el consenso y el ejercicio de toda una serie de presiones para pasar a formar a los alumnos en las competencias que precisa nuestro siglo a fin de promover el establecimiento de relaciones, la salud, la anticoncepción, la buena gestión del tiempo, el pensamiento crítico y la capacidad de detectar la propaganda. En el caso de los jóvenes, el

aprendizaje de una lengua extranjera y de la mecanografía debería prevalecer sobre la división con muchas cifras y la escritura en letra cursiva. En la era de Internet, mi papel como profesor en el aula ha cambiado. Ya no se me necesita como cauce de la información, puesto que los alumnos pueden descargarla sencillamente por sus propios medios. Por el contrario, el rol clave que estoy llamado a desempeñar es el de imbuir en el ánimo de los estudiantes el deseo de adoptar un estilo de vida científico, estimulando tanto la curiosidad como el deseo de aprender.

Y ahora pasemos a la pregunta más interesante: ¿cómo podemos lograr que el estilo de vida científico arraigue y florezca de verdad?

Son muchas las personas razonables que ya exponían argumentos similares en favor de una mejor educación mucho antes de que yo llevase siquiera pañales, y sin embargo puede decirse que, en lugar de mejorar, la educación y la adopción de un estilo de vida científico se han deteriorado en muchos países, y también en los Estados Unidos. ¿A qué se debe esto? Pues claramente a que existen unas fuerzas muy poderosas que empujan en la dirección opuesta, y a que lo hacen con mayor eficacia que las de signo contrario. Las empresas que se preocupan por si una mejora de la comprensión de ciertas cuestiones

científicas podría venir a mermar sus beneficios encuentran un incentivo en enturbiar las aguas, y lo mismo puede decirse de aquellos grupos religiosos marginales que se sienten inquietos ante la perspectiva de que la puesta en cuestión de sus planteamientos seudocientíficos pueda erosionar el poder que actualmente ostentan.

¿Qué podemos hacer entonces? Lo primero que debemos procurar los científicos es bajarnos de nuestro pedestal, admitir que nuestras estrategias de persuasión han fracasado y desarrollar una táctica mejor. Contamos con la ventaja de defender unos argumentos de mayor calidad, pero la coalición de las fuerzas anticientíficas nos lleva la delantera debido a que posee una mejor financiación.

¡Con todo, no deja de resultar irónico que la coalición contraria a los presupuestos científicos tenga una organización de carácter más científico! Si una determinada compañía desea modificar la opinión pública para incrementar sus ganancias, lo que hace es desplegar todo un conjunto de instrumentos de comercialización que no solo son científicos, sino también notablemente eficaces. ¿Qué es lo que la gente cree en la actualidad? ¿Qué queremos que crea mañana? De los miedos, las inseguridades, las esperanzas y las emociones diversas que embargan a las personas, ¿cuáles pueden resultar

beneficiosos para nuestros intereses? ¿Cuál es la forma más eficaz y rentable de modificar sus puntos de vista? Ya solo queda planear una campaña, ponerla en marcha... y asunto resuelto.

¿Se ha lanzado un mensaje excesivamente simple o acaso resulta engañoso? ¿Desacredita de manera injusta a la competencia? Estas son las preguntas que habitualmente se plantean cuando se intenta comercializar el último modelo de teléfono inteligente o de potenciar las ventas de una determinada marca de cigarrillos, de modo que sería una ingenuidad pensar que el código de conducta de la coalición que combate a la ciencia pudiera ser diferente.

Sin embargo, es muy frecuente que los científicos nos mostremos terriblemente ingenuos y caigamos en el espejismo de creer que por tener la razón moral de nuestra parte vamos a poder derrotar de algún modo a la mencionada coalición de empresas y fundamentalistas por el simple expediente de recurrir a una serie de estrategias tan obsoletas como acientíficas. ¿Qué argumento de base científica podría garantizarnos que todo será muy distinto si mascullamos cosas como «¡No caeremos tan bajo!» o «¡La gente ha de cambiar!» en los comedores de las facultades universitarias, o si damos en enumerar toda una serie de estadísticas ante los periodistas? Hasta la fecha,

los científicos nos hemos dedicado principalmente a enunciar frases como esta: «Los tanques no forman parte de una estrategia ética, así que nosotros vamos a combatirlos a espada».

Para enseñar a la gente en qué consiste un concepto científico y de qué modo el estilo de vida científico podría mejorar su existencia hemos de exponer científicamente nuestro punto de vista: necesitamos disponer de nuevas organizaciones que aboguen en favor de la ciencia, unas organizaciones capaces de emplear los mismos instrumentos de comercialización científica y de obtención de fondos que emplea actualmente la coalición contraria a la ciencia. Tendremos que utilizar muchos de los útiles que avergüenzan a los científicos, desde anuncios publicitarios al ejercicio de presiones, pasando por la creación de grupos de estudio capaces de identificar los estribillos más eficaces para conseguir sus objetivos.

No obstante, esto no quiere decir que tengamos que caer en lo más bajo, es decir, en la falta de honradez intelectual. Por la sencilla razón de que en este combate somos nosotros los que contamos con el arma más poderosa de cuantas existen: los hechos.

LA EXPERIMENTACIÓN

ROGER SCHANK
Psicólogo e informático teórico de Engines for Education, Inc.; autor de Making Minds Less Well Educated Than Our Own

Algunos conceptos científicos han quedado tan arruinados por nuestro sistema educativo que se ha vuelto necesario explicar aquellos que todo el mundo cree conocer aunque en realidad ignora.

Es en el colegio donde aprendemos en qué consiste la experimentación. Lo que se nos enseña es que los científicos realizan experimentos, de modo que si más tarde, en los laboratorios de los institutos, reproducimos exactamente lo que hicieron en su día esos científicos obtendremos los mismos resultados que ellos lograron. Aprendemos asimismo diversas cuestiones relacionadas con los experimentos que acostumbran a realizar los científicos —por regla general, las propiedades físicas y químicas de las cosas—, y se nos indica, igualmente, que los profesionales de la ciencia suelen publicar los resultados de sus experimentos en distintas revistas científicas. Por consiguiente, lo que aprendemos es, en efecto, que la experimentación se reduce a un proceso

aburrido que en algunos casos corre a cargo de los científicos y que no tiene nada que ver con nuestra vida cotidiana.

Y ese es el problema. La experimentación es una actividad que todo el mundo realiza, y de forma constante. Los bebés experimentan con las cosas, tratando de averiguar lo que ocurre si se las llevan a la boca. Los niños pequeños experimentan con distintas conductas a fin de determinar de qué situaciones son capaces de salir impunes. Los adolescentes experimentan con el sexo, las drogas y el *rock and roll*. Sin embargo, como por regla general las personas no consideran que todas esas cosas sean realmente experimentos ni formas de reunir pruebas para sostener o refutar una determinada serie de hipótesis, tampoco piensan que la experimentación sea algo que estén poniendo constantemente en práctica y que, por tanto, tienen que aprender a hacer mejor.

Cada vez que tomamos un medicamento que nos ha recetado el médico estamos efectuando un experimento. Sin embargo, no registramos con sumo cuidado los resultados tras la ingesta de cada una de las dosis ni realizamos controles, además de mezclar las variables al no modificar únicamente una conducta, y solo una, en cada caso, de manera que si llegamos a sufrir alguno de los efectos secundarios del fármaco somos incapaces de

determinar cuál ha podido ser la verdadera causa.

Procedemos de la misma manera en el ámbito de nuestras relaciones personales: si estas salen mal no alcanzamos a identificar la causa del chasco, puesto que las circunstancias han sido diferentes en cada uno de los casos.

Ahora bien, pese a que resulte difícil, cuando no imposible, realizar experimentos controlados en un gran número de facetas de la vida, sí tenemos la posibilidad de llegar a entender que también estamos efectuando un experimento cuando aceptamos un empleo nuevo, o probamos a aplicar una nueva táctica en un determinado juego, o elegimos asistir a un centro de estudios concreto, o tratamos de imaginarnos cómo se siente una persona determinada, o cuando nos preguntamos por qué tenemos nosotros unas emociones específicas.

Cada aspecto de la vida constituye un experimento, y siempre nos resultará más sencillo entender sus circunstancias si las percibimos precisamente así, como un experimento. Sin embargo, puesto que no es esa la actitud que tenemos ante las peripecias de la vida somos incapaces de entender que hemos de razonar lógicamente sobre la base de las pruebas que alcancemos a reunir, que debemos ponderar con todo cuidado las condiciones en que se haya desarrollado nuestro experimento, y que

tenemos que decidir no solo el momento más adecuado para repetirlo, sino la forma de hacerlo, siempre con la vista puesta en la obtención de mejores resultados. La actividad científica que rodea a la experimentación misma guarda relación con la elaboración de un pensamiento claro ante las pruebas derivadas del experimento en sí. Sin embargo, la gente que no considera que sus acciones constituyan otros tantos experimentos y que no sabe cómo ha de proceder para reflexionar metódicamente a partir de los datos recabados seguirá extrayendo de sus experiencias un número de conclusiones determinantes inferior al de quienes enfocan la cuestión de un modo más sistemático.

Casi todos hemos aprendido la palabra «experimento» en el contexto de una aburrida clase de ciencias de segundo de primaria, y desde entonces hemos ido llegando a la conclusión de que lo mejor es prescindir de la ciencia y de la experimentación en nuestras vidas, ya que ambas actividades resultan irrelevantes en el día a día. Si en los colegios nos enseñaran los conceptos cognitivos básicos —como los asociados con una experimentación llevada a cabo en el contexto de las vivencias cotidianas— en lugar de concentrar todos los esfuerzos en inculcarnos el álgebra, por entender que esa es la mejor forma de enseñar a razonar a la gente,

entonces descubriríamos que podemos pensar con una eficacia muy superior tanto en el plano de la política como en la educación de los hijos, las relaciones personales, los negocios y todos los demás aspectos de la vida corriente.

EL EXPERIMENTO CONTROLADO

TIMO HANNAY
Director ejecutivo de la sección Digital Science de la Editorial Macmillan

El concepto científico que la mayoría de la gente haría bien en comprender y explotar es uno que prácticamente viene a definir a la ciencia misma: la noción de experimento controlado.

Cuando se nos pide que tomemos una decisión, la respuesta instintiva que acostumbra a dar la mayoría de las personas no específicamente versadas en ningún campo científico concreto consiste en recurrir a la introspección, o quizás en convocar una reunión. Lo que el método científico dictamina, por el contrario, es que lo que debemos hacer, siempre que resulte posible, es efectuar el experimento controlado más pertinente al caso. Una de las demostraciones más tajantes de la superioridad de este último enfoque es el hecho de que la ciencia haya descubierto un gran número de realidades del mundo, aunque todavía lo confirme con más fuerza si cabe la circunstancia de que gran parte de esos hallazgos —como el principio copernicano, la evolución derivada de la

selección natural, la teoría de la relatividad general o la mecánica cuántica— tengan un carácter tan alucinantemente antiintuitivo. En efecto, al comprender la verdad como una realidad definida a través de la experimentación (y no por la aplicación del sentido común, el consenso, la sumisión al parecer de los ancianos, la gracia de la revelación o cualquier otro medio), nos hemos liberado de las constricciones que nos imponían nuestras ideas innatas y preconcebidas, nuestros prejuicios y nuestra falta de imaginación. La experimentación nos ha permitido aprehender el universo desde un punto de vista que supera con mucho lo que habríamos obtenido si solo hubiéramos confiado en nuestra capacidad de inferir a partir de la intuición.

Es, por tanto, una vergüenza que, por regla general, solo los científicos realicen experimentos. ¿Qué ocurriría si los hombres de negocios y los estrategas políticos dedicaran menos energías a tomar decisiones basadas en su instinto o en las conclusiones de un debate alimentado tan solo por una información parcial y pasaran, en cambio, más tiempo concibiendo fórmulas objetivas para identificar las respuestas más adecuadas? Creo que, muy a menudo, adoptarían decisiones más correctas.

Esto es algo que ya está empezando a suceder en algunos ámbitos. Las compañías que operan en la Red,

como Amazon y Google, no languidecen pensando cómo diseñar sus páginas web. Antes al contrario, lo que hacen es realizar una serie de experimentos controlados mostrando las distintas versiones de las páginas que estudian lanzar a diferentes grupos de usuarios hasta obtener por iteración* una solución óptima. Y con el volumen de tráfico que mueven estos portales electrónicos, las pruebas concretas se completan en unos pocos segundos. Les ayuda en su empeño, claro está, el hecho de que la Red sea particularmente propicia tanto a la rápida adquisición de datos como a la iteración de un producto. Sin embargo, les facilita todavía más la labor el que muchos de sus directivos tengan la formación propia de un ingeniero o de un científico, eventualidad que les permite pensar en términos científicos —o lo que es lo mismo: experimentales.

Las políticas gubernamentales, desde los métodos educativos empleados en los colegios hasta las sentencias de condena a penas de prisión, pasando por los impuestos, también saldrían beneficiadas si se hiciera un mayor uso de los experimentos controlados. Este es no obstante el punto en el que mucha gente comienza a mostrarse reticente. Quedar convertidos en sujetos de un experimento en un terreno tan crucial o tan controvertido como el de la educación de nuestros hijos o el

encarcelamiento de los delincuentes parece un insulto tanto a nuestro sentido de la justicia como a la creencia, firmemente arraigada, de que nos asiste el derecho a recibir un trato exactamente igual al que se dispensa al resto de los ciudadanos. A fin de cuentas, si se establecen grupos separados, uno dedicado a la experimentación en sí y el otro destinado a servir como elemento de control, parece claro que uno de los dos saldrá perdiendo. Pues bien, no es así, dado que no sabemos con antelación cuál de los dos grupos gozará de mejores circunstancias, siendo justamente esa la razón de que efectuemos el experimento. Solo cuando no se realiza un experimento potencialmente informativo surgen verdaderos perjudicados, y me refiero a todas las generaciones futuras que podrían haberse beneficiado de los resultados. La verdadera razón de que la gente se sienta incómoda ante la perspectiva de un experimento social estriba simplemente en el hecho de que no está acostumbrada a presenciar experimentos en ese ámbito. A fin de cuentas, todos los aceptamos de buena gana en el contexto, mucho más serio, de las pruebas médicas de carácter clínico, ya que este es un terreno en el que se dirimen literalmente cuestiones de vida o muerte.

Resulta evidente que los experimentos no son la panacea. No pueden decirnos, por ejemplo, si un

determinado acusado es inocente o culpable. Además, en muchas ocasiones los experimentos no arrojan un resultado concluyente. En tales circunstancias, un científico puede limitarse a encogerse de hombros y a manifestar que sigue sin poder pronunciarse con seguridad sobre la cuestión, mientras que muy a menudo el hombre de negocios o el legislador no puede permitirse ese lujo y se ve obligado a tomar una decisión pese a la falta de una conclusión tajante. Con todo, ninguno de estos elementos resta importancia al doble hecho de que el experimento controlado es el mejor método concebido hasta la fecha para descubrir la realidad del mundo, y de que deberíamos usarlo siempre que constatemos que resulta sensato proceder a su realización.

EL EXPERIMENTO MENTAL

GINO SEGRE
Profesor de física de la Universidad de Pensilvania; autor de Ordinary Geniuses: Max Delbrück, George Gamow, and the Origins of Genomics and Big Bang Cosmology

La noción de *gedankenexperiment*, o experimento mental, forma parte integrante de la física teórica desde el surgimiento de la propia disciplina. Su puesta en práctica implica la concepción de un aparato o proceso imaginario y la realización de un experimento mental sencillo encaminado a probar o a desautorizar una hipótesis. Hay muchos casos en que el *gedankenexperiment* es el único enfoque posible ante un determinado problema. Por ejemplo, no hay forma humana de efectuar un experimento real destinado a averiguar el modo de recuperar la información que es absorbida por un agujero negro.

En la época en que se desarrolló la mecánica cuántica, esta noción adquirió una importancia particular gracias al legendario experimento mental que Niels Bohr y Albert Einstein concibieron para someter a prueba la realidad de un conjunto de ideas tan novedosas como el principio de incertidumbre y la dualidad onda-corpúsculo.

Algunos ejemplos, como el del «gato de Schrödinger», incluso se han hecho un hueco en el lenguaje popular. ¿Está ese gato realmente vivo y muerto simultáneamente? Otros experimentos, y en concreto el de la doble rendija por la que se hace pasar a una onda o partícula, formaron parte de los primeros intentos de comprensión de la mecánica cuántica y se han mantenido hasta hoy como instrumentos destinados a entender su significado.

No obstante, no es preciso que la materia a estudiar sea de carácter esotérico para que el experimento mental resulte fructífero. Personalmente, el que yo prefiero es el experimento por el que Galileo mostró que, al contrario de lo que planteaba Aristóteles, dos objetos de masas distintas caen en el vacío con idéntica aceleración. Podría pensarse que es preciso efectuar un experimento real para someter a prueba la veracidad de esta hipótesis, pero Galileo se limita a pedirnos simplemente que pensemos en una piedra grande y en otra pequeña unidas por un cordel finísimo. Si Aristóteles estuviera en lo cierto, la piedra grande aumentaría la velocidad de la pequeña, mientras que esta reduciría la velocidad de caída de la grande —suponiendo que cayesen a velocidades diferentes—. Sin embargo, si redujéramos todo lo posible la longitud de la cuerda hasta conseguir que se aproximara a cero, tendríamos un único objeto cuya masa sería igual a la

suma de las masas de las dos piedras, de modo que debería caer a una velocidad superior a la que alcanzaría cualquiera de los dos objetos por separado. Dado que eso es absurdo, la conclusión que se extrae es que todos los objetos caen en el vacío a la misma velocidad.

Consciente o inconscientemente, todos efectuamos experimentos mentales de un tipo u otro en nuestra vida cotidiana, estando incluso entrenados para realizarlos en el ámbito de diversas disciplinas, aunque sería útil que fuésemos más conscientes de la manera en que los llevamos a cabo y de cuáles son sus aplicaciones prácticas. Cuando nos enfrentamos a una situación desconcertante podríamos, por tanto, preguntarnos lo siguiente: «¿Cómo podría efectuar un experimento mental que me permitiera resolver la situación?». Es posible que a nuestros expertos económicos, políticos y militares les beneficiara seguir dicha táctica, ya que tal vez de ese modo lograran obtener resultados más gratos.

LA METAINDUCCIÓN PESIMISTA DERIVADA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA

KATHRYN SCHULZ
Periodista; autora de Being Wrong: Adventures in the Margin of Error

De acuerdo, de acuerdo: es una afirmación terrible, aunque he de decir en mi defensa que no soy yo quien la ha acuñado, dado que los filósofos de la ciencia llevan ya un buen tiempo jugueteando con esa noción. Ahora bien, pese a que «la metainducción pesimista que se deriva de la historia de la ciencia» sea una frase de pesada enunciación y difícil de recordar, lo cierto es que expresa también una gran idea. De hecho, según sugiere la parte que lleva el prefijo «meta», se trata de una de esas ideas capaces de poner en perspectiva a todas las demás.

Este es el meollo del asunto: dado que son muchísimas las teorías científicas de épocas pretéritas que han resultado ser erróneas, hemos de asumir que la mayoría de las teorías actuales también acabarán por declararse incorrectas. Y lo que vale para la ciencia vale también para la vida en general. La política, la economía,

la tecnología, el derecho, la religión, la medicina, la crianza de los niños, la educación: sea cual sea el ámbito vital que se escoja es tan frecuente que las verdades de una determinada generación se conviertan en falsedades para la siguiente que haríamos bien en extraer una metainducción pesimista de la historia a secas.

Los buenos científicos así lo entienden. Reconocen que forman parte de un largo proceso de aproximación. Saben que su trabajo consiste más en construir modelos que en revelar realidades. No se sienten incómodos por tener que trabajar en condiciones de incertidumbre —y no me refiero únicamente a la incertidumbre puntual que se desprende de preguntas del tipo «¿Respaldarán estos datos mi hipótesis?», sino a la incertidumbre generalizada que se deriva de hallarse uno empeñado en buscar la verdad absoluta y de verse, no obstante, incapaz de lograrlo.

El resto de la gente, en cambio, suele apuntarse a una especie de tácito excepcionalismo cronológico. A diferencia de todos esos ingenuos que se tragaron el cuento de que la Tierra era plana y el universo geocéntrico, o que confiaron en la existencia de la fusión fría, nosotros tenemos la inmensa suerte de vivir en el momento mismo en que el pensamiento humano ha alcanzado la mismísima cima de su poderío. El crítico

literario Harry Levin lo explica muy adecuadamente: «Resulta paradójico que se halle tan extendido el hábito de equiparar la época que nos ha tocado vivir con el apogeo de la civilización, nuestra ciudad natal con el eje del universo, o nuestro horizonte mental con los límites de la conciencia humana». Lo que hacemos, en el mejor de los casos, es alimentar la fantasía de que el conocimiento es invariablemente acumulativo, fomentando por tanto la tendencia a aceptar que las épocas futuras sabrán más que nosotros. Sin embargo, pasamos por alto el doble hecho —o tratamos de resistirnos a él— de que el conocimiento se desmorona en el momento mismo en que empieza a formar agregados acumulativos, y de que nuestras más arraigadas creencias podrían parecer manifiestamente falsas a los ojos de nuestros descendientes.

Este hecho constituye la esencia misma de la metainducción propuesta, que, a pesar de su nombre, no se trata de una idea pesimista. O mejor dicho, únicamente resulta pesimista si detesta uno estar equivocado. Por el contrario, si uno cree que el descubrimiento de los propios errores es una de las mejores formas de revisar y mejorar nuestra comprensión del mundo, entonces queda claro que estamos, en realidad, ante una percepción bastante optimista.

La idea que subyace al concepto de la metainducción

es resaltar que todas nuestras teorías son fundamentalmente provisionales y que es muy posible que estén equivocadas. Si logramos incorporar esta idea a nuestro instrumental cognitivo tendremos mayores posibilidades de escuchar con curiosidad y empatía a aquellas personas que defiendan teorías que contradicen a las que nosotros mismos sostenemos. Quedaremos mejor capacitados para prestar atención a las pruebas contrarias a nuestras convicciones —esos anómalos fragmentos de información que determinan que la imagen que nos hacemos del mundo resulte un poco más extraña, más misteriosa, menos nítida y menos concluyente—. Y seremos al mismo tiempo capaces de sostener nuestras convicciones con un poquito más de humildad, felices de saber que es casi seguro que ya esté gestándose alguna idea mejor.

http://educaciondemillonarios.blogspot.com

TODOS SOMOS PERSONAS CORRIENTES, Y, SIN EMBARGO, TAMBIÉN ÚNICOS

SAMUEL BARONDES
Director del Centro de Neurobiología y Psiquiatría de la Universidad de California, San Francisco; autor de Making Sense of People: Decoding the Mysteries of Personality

Todos somos personas corrientes, y, sin embargo, también únicas.

Todos somos productos estándar: hemos sido concebidos por la unión de dos células germinales, alimentados en el interior de un útero y equipados con un programa de desarrollo capaz de orientar nuestra maduración ulterior y nuestro declive final.

Pero todos somos también únicos, ya que poseemos una particular selección de variantes genéticas del genoma humano colectivo y nos hallamos inmersos en una familia, una cultura, una época y un grupo de iguales concretos. Dotados de un conjunto de herramientas innatas que nos permiten adaptarnos a las circunstancias de nuestro mundo personal, todos construimos nuestra propia forma de ser y hallamos sentido a lo que somos.

Los biólogos y los científicos de la conducta han dejado tan bien sentado este doble punto de vista que concibe que cada uno de nosotros es a un tiempo corriente y especial, que actualmente podría parecer una obviedad. No obstante, y dadas las importantes implicaciones que tiene, todavía merece que le prestemos una atención particular como parte del mundo cognitivo que es. La comprensión de lo mucho que tenemos en común con nuestros semejantes promueve la compasión, la humildad, el respeto y la fraternidad. Y al reconocer nuestra condición de seres únicos fomentan la autoestima, el desarrollo personal, la creatividad y el rendimiento.

La fusión de estos dos aspectos de nuestra realidad personal puede enriquecer nuestras vivencias cotidianas. Nos permite disfrutar simultáneamente de la comodidad de sabernos ordinarios y de la emoción de ser únicos e irrepetibles.

LOS NEXOS CAUSALES, LA GUERRA MORAL Y LA ERRÓNEA ATRIBUCIÓN DEL ARBITRIO

JOHN TOOBY
Fundador de la disciplina de la psicología evolutiva; codirector del Centro Santa Bárbara de Psicología Evolutiva de la Universidad de California

Podríamos aumentar notablemente la inteligencia que tenemos si incrementásemos nuestro caudal de conceptos y nos obligásemos a utilizarlos aun en el caso de que no nos guste lo que implican. Ese disgusto será prácticamente constante, dado que por lo general nos indican que nuestros yoes y nuestros grupos de pertenencia —que tan claramente se presentan a nuestros ojos como otras tantas entidades superiores— están en realidad plagados de errores. En un mundo que nos resulta infinitamente extraño, vasto, complejo, intrincado y sorprendente, todos partimos de una ignorancia radical. La única forma de liberarnos de la ignorancia reside en la adopción de unos buenos conceptos —verdaderos manantiales de los que brotan las percepciones que organizan e incrementan el alcance de nuestra comprensión del mundo—. Lo que nos

arrastra hacia ellos es la fascinación hacia los descubrimientos que ponen a nuestro alcance, pero nos resistimos a emplearlos adecuada y libremente porque podrían revelarnos que muchos de nuestros aparentes logros —demasiados en realidad— son incómodos fracasos, cuando no trágicos descalabros. Aquellos de nosotros que se muestran refractarios al mito carecen del nervio que impulsaba a Edipo —esto es, de la pétrea determinación que le llevó a engarzar, pieza a pieza, todo un conjunto de actos demoledores pese a los presagios que le advertían del peligro—. A causa de nuestra debilidad, «es preciso una constante lucha para ver lo que tenemos delante de las narices», como decía Orwell. Pero ¿por qué esa lucha? Es preferible perder de vista la nariz y lo que queda más allá de ella a fin de quedar histéricamente ciegos, según dicta la conveniencia, y no correr el riesgo de terminar como Edipo, es decir, vaciándonos literalmente los ojos ante el horror de lo obtenido tras la extenuante y exitosa lucha en pos de la verdad.

La alternativa es confiar en que una serie de modestas mejoras individuales en nuestro instrumental conceptual alcance a tener un efecto transformador en nuestra inteligencia colectiva y propicie una incandescente reacción en cadena que conecte a la

multitud de individuos que interactúan. Y si parece que esta promesa de amplificación de la inteligencia por medio de la simple introducción de una serie de herramientas conceptuales se queda en mera hipérbole, habría que tener presente que el menos inspirado de los ingenieros actuales, equipado con el instrumento intelectual del cálculo, es capaz de comprender, planear y construir cosas que superan con mucho todo cuanto Leonardo o Platón —un venerador de las matemáticas— habrían podido realizar sin él. Es mucho lo que debemos al mazazo conceptual que dio Newton, a la vez infinitesimal y antiintuitivo, tras comprender que existía una cantidad mayor que cero pero menor que cualquier otra magnitud finita. Otras innovaciones, notablemente más sencillas que el cálculo, han tenido efectos de mayor alcance todavía: la idea de la experimentación (que constituye un peligro para toda fuente de autoridad) o los conceptos del cero, la entropía, el átomo de Boyle, la comprobación matemática, la selección natural, la aleatoriedad, la herencia mendeliana, los elementos de Dalton, la distribución, la lógica formal, la cultura, la definición que da Shannon de la información, el cuanto...

He aquí tres sencillas herramientas conceptuales que podrían ayudarnos a ver aquello que tenemos delante de las narices: los *nexos* causales, la guerra moral, y la

errónea atribución del arbitrio. La propia causalidad constituye una herramienta conceptual evolucionada que simplifica, esquematiza y centra nuestra representación de las situaciones. Este mecanismo cognitivo nos lleva a pensar en términos de la causa —esto es, nos permite comprender que un determinado resultado obedece a una causa única—. Sin embargo, para una comprensión más amplia, resulta más exacto presentar los resultados como elementos causados por la intersección de un conjunto de circunstancias, de relaciones o de factores entre los que se incluye la ausencia de impedimentos. En *Guerra y paz*, Tolstói se plantea la siguiente pregunta: «Cuando una manzana madura y cae, ¿qué precipita su caída? ¿El hecho de ser atraída por la Tierra, de que su pedúnculo se atrofie, de que se haya desecado al sol, de haberse incrementado su peso, de que la zarandee el viento...?». Cualquier científico moderno podría ampliar al infinito, sin apenas esfuerzo, este listado de Tolstói. No obstante, los seres humanos hemos evolucionado como usuarios de herramientas al albur de la improvisación cognitiva, que dependen de la identificación de aquellas acciones que desembocan en una recompensa inmediata. Por consiguiente, nuestras mentes han evolucionado para representarse las situaciones de un modo que resalte el elemento del nexo causal que podemos manipular para

alumbrar un resultado deseado. Aquellos elementos de la situación que permanecen estables y que nos es imposible cambiar (como la gravedad o la naturaleza humana) quedaron excluidos de nuestra representación de las causas. De manera similar, los factores variables del nexo (como el influjo del viento), esto es, aquellos que no podemos controlar pero que permiten anticipar un resultado (la caída de la manzana), nos parecieron igualmente útiles como representaciones causales, como elementos capaces de predisponernos a explotar las oportunidades o de evitar el peligro. Por consiguiente, la realidad del nexo causal es ignorada en el plano cognitivo en favor de la imagen de las causas singulares, que se alza con la primacía. Pese a resultar útil para un recolector, este mecanismo empobrece nuestra comprensión científica y hace que resulten ridículos los debates (ya sean elitistas, científicos o públicos) que mantenemos acerca de las «causas» del cáncer, de la guerra, de la violencia, las de los trastornos mentales, de la infidelidad, del desempleo, del clima, de la pobreza, etcétera.

Del mismo modo, como actores de un evolucionado juego social, estamos programados para entender que tanto las conductas de los demás como los resultados asociados con ellas están causados por el libre albedrío y son fruto de las intenciones. Esto significa que hemos

evolucionado para ver en el «hombre», por emplear las palabras de Aristóteles, «el origen de sus propias acciones». Si se produce un resultado que nos desagrada, omitimos el nexo causal y remontamos «la» cadena de las causas hasta llegar a una persona en concreto. Es característico que nuestra representación entienda que la encadenada secuencia ascendente de las causas termina en dicha persona y que el resultado investigado se origina en ella. El hecho de localizar la «causa» (esto es, la culpa) en una o más personas nos permite motivar punitivamente a los demás para que eviten generar resultados que no nos gustan (o animarles a provocar consecuencias que sí nos agradan). Y lo que resulta aún más despreciable, si sucede algo que un gran número de personas juzgan como resultado negativo, vemos en ello una oportunidad de buscar el nexo causal y de tratar de encontrar el hilo conductor que, por su coloración, parezca remitir a nuestros adversarios, en quienes obviamente reside la culpabilidad. Por desgracia, gran parte de la psicología moral de nuestra especie evolucionó en función de la guerra moral, un implacable juego de suma cero. Es característico que el juego ofensivo implique el reclutamiento de terceras personas con el fin de poner en situación de desventaja a nuestros adversarios, o de eliminarlos incluso, identificándolos públicamente la

causa de los resultados negativos. La táctica en el juego defensivo consiste en no proporcionar a nuestros rivales ningún tipo de munición que pudiera servirles para movilizar a terceras personas contra nosotros.

El juego moral de la atribución de culpa no es más que uno de los subtipos de la errónea atribución del arbitrio. Por ejemplo, los epidemiólogos estiman que hasta el año 1905 no se empezaron a derivar ventajas reales de acudir a la consulta de un médico. En cambio, Ignaz Semelweiss señala que la presencia de los galenos duplicaba la tasa de mortandad de las madres en el parto. El papel del médico es varios miles de años anterior a su función racional, de modo que ¿cuál es la razón de que hubiera médicos? Resulta igualmente característico que la acción de los economistas, de los analistas de mercado y de los gestores profesionales de las carteras de activos no mejore los resultados obtenidos mediante el simple azar, y, sin embargo, todos ellos exigen un inmenso salario por sus servicios. El precio de los alimentos sube hasta alcanzar niveles de hambruna en los países subdesarrollados, puesto que en ellos el cultivo de la tierra se basa en unos modelos climáticos incapaces de retrotraerse adecuadamente en la historia del clima conocido para predecir los acontecimientos futuros y salirles al paso. Los abogados especializados en la

exigencia de responsabilidades civiles hacen ganar enormes sumas de dinero a un conjunto de demandantes que no contraen las enfermedades que motivan el pleito a mayor velocidad que otras personas no expuestas a «la» supuesta causa. ¿Qué sucede? La complejidad y el ruido que impregnan a todo verdadero nexo causal generan una bruma de incertidumbre. La presencia de uno o más ligeros sesgos en la atribución causal, o en el carácter censurable de la misma (como sucede, por ejemplo, con las faltas cometidas por acción, siempre peores que las ocurridas por omisión) permiten que surja un nicho estable desde el que extraer un mérito improcedente o achacar una culpabilidad inmerecida. Si el paciente se recupera, es debido a mis heroicos esfuerzos; en caso contrario, se dictamina que la enfermedad subyacente era demasiado grave. De no ser por las medidas macroeconómicas que adopto, la situación económica mostraría un rostro todavía más hosco. Si abandonamos la práctica de la guerra moral e incrementamos el número de personas capaces de valorar el nexo de causalidad y la errónea atribución del arbitrio contribuiremos a liberarnos al menos de una parte de los destructivos engaños que tan costosos resultan para la humanidad.

EL SESGO EGOÍSTA

DAVID G. MYERS
Psicólogo social del Hope College de Michigan; autor de A Friendly Letter to Skeptics and Atheists

La mayoría de nosotros se autoatribuye una buena reputación. Esa es la esencia de un fenómeno que a veces resulta divertido, pero que muy a menudo se revela peligroso. Me estoy refiriendo a lo que los psicólogos sociales denominan el sesgo egoísta.

Aceptamos más responsabilidad en el éxito que en el fracaso, nos sentimos más autores de las buenas acciones que de las malas.

En los experimentos psicológicos, la gente se asigna de muy buena gana el mérito si se le dice que ha tenido éxito en un determinado empeño, atribuyendo esa circunstancia favorable a su capacidad y a su esfuerzo. Sin embargo, las personas suelen achacar el fracaso a factores externos como la mala suerte o la «imposibilidad» de resolver el problema. Si ganamos al Scrabble es debido a nuestra destreza verbal. Si perdemos, la causa reside en el hecho de que nos hemos quedado «bloqueados con una "Q" y no nos ha salido

ninguna "U"». Las atribuciones egoístas se observan en los atletas (tras una victoria o una derrota), en los estudiantes (tras obtener una calificación elevada o baja en los exámenes), en los conductores (tras un accidente) y en los gestores (tras obtener beneficios o sufrir pérdidas). La pregunta «¿Qué he hecho yo para merecer esto?» es un interrogante que le planteamos a nuestros problemas, no a nuestros éxitos.

El fenómeno de la superioridad ilusoria: ¿cómo me amo a mí mismo? Permítanme que les enumere los modos.

No solo en la ciudad de Lake Wobegon* superan los niños, sin excepción, la media de sus congéneres. En un sondeo realizado por el College Board* estadounidense sobre ochocientos veintinueve mil bachilleres se observa que el cero por ciento de los encuestados se considera por debajo de la media en relación con su «capacidad para llevarse bien con los demás», mientras que el sesenta por ciento de los sujetos de ese mismo estudio se coloca en la franja del diez por ciento superior, y el veinticinco por ciento se juzga incluido en el uno por ciento de cabeza. Cuando comparamos nuestra realidad con la del nivel que alcanzan por término medio nuestros semejantes, la mayoría de nosotros imagina ser más inteligente, más atractivo, menos dado a caer en los prejuicios, más ético,

más sano y proclive a vivir más tiempo —un fenómeno que ya Freud señaló en el chiste del hombre que le dice a su esposa: «Si uno de los dos muere antes que el otro, creo que me iré a vivir a París».

En la vida cotidiana, más de nueve de cada diez conductores sitúan sus aptitudes al volante por encima de la media, o eso presuponen. En los sondeos efectuados en las facultades universitarias, el noventa por ciento o más de los profesores se consideran superiores al promedio de sus compañeros (circunstancia que evidentemente suscita algunas envidias y descontentos si se da el caso de que los talentos que uno tiene la plena seguridad de poseer resultan infravalorados). Cuando los maridos y las esposas ponderan el porcentaje de trabajo doméstico que corre a su cargo, o cuando se pide a los miembros de un equipo que estimen sus respectivas contribuciones al desempeño global, la suma de las apreciaciones personales suele superar el cien por cien.

Los estudios relacionados con el sesgo egoísta y otras conductas similares —como el optimismo ilusorio, la autojustificación y el sesgo endogrupal— nos recuerdan lo que la literatura y la religión nos han enseñado: que es frecuente que el orgullo preceda a la caída. El hecho de que nos percibamos favorablemente a nosotros mismos y a nuestro grupo nos protege de la depresión, amortigua el

estrés y mantiene nuestras esperanzas. Sin embargo, todos esos beneficios se producen a costa de la discordia marital, del bloqueo de las negociaciones, de la condescendencia fundada en prejuicios, del endiosamiento nacional y de la guerra. El hecho de cobrar conciencia del sesgo egoísta no nos aboca a adoptar posturas próximas a la falsa modestia, sino a un tipo de humildad que constata tanto nuestros auténticos talentos y virtudes como los méritos de los demás.

LA HUMILDAD COGNITIVA

GARY MARCUS
Director del Centro de Lenguaje Infantil de la Universidad de Nueva York, autor de Kluge: The Haphazard Evolution of the Human Mind

Puede que Hamlet elogiase lo noble que es la razón de los seres humanos y la infinitud de dones que estos poseen,* pero en realidad —como han venido a mostrar cuatro décadas de experimentación en psicología cognitiva— nuestras mentes no solo son finitas sino que además distan mucho de poderse calificar de nobles. El conocimiento de sus límites puede ayudarnos a mejorar nuestra capacidad de raciocinio.

Casi todos esos límites comienzan con un hecho muy peculiar de la memoria humana: pese a poseer unas facultades bastante buenas para almacenar información en el cerebro, no se nos da excesivamente bien recuperar los datos así guardados. Tenemos la capacidad de reconocer las fotos de nuestros compañeros de instituto años después de haberlo dejado, y sin embargo nos resulta imposible recordar lo que desayunamos ayer. Sabemos que nuestra flaca memoria puede ser la causa de que los

testigos oculares de un delito comentan errores en sus declaraciones (y den lugar a encarcelamientos erróneos), de que se generen roces en un matrimonio (debido, por ejemplo, al olvido de un aniversario), e incluso de que se produzcan muertes (se tiene noticia, por ejemplo, de que ha habido personas aficionadas a la caída libre que han pasado por alto el imprescindible requisito de tirar del cordón de apertura de su paracaídas, hasta el punto de que se estima que ha de atribuirse a dicho olvido aproximadamente el seis por ciento de las víctimas mortales de este deporte).

La memoria de los ordenadores es muy superior a la humana porque los primeros estudiosos de la informática descubrieron un truco que la evolución nunca ha alcanzado a ver: me refiero al hecho de organizar la información asignando todos los recuerdos a un mapa central en el que cada uno de los fragmentos de información que han de conservarse se asigna a un único e identificable lugar en los archivos de memoria del ordenador. Da la impresión de que, por el contrario, los seres humanos carecemos de ese tipo de mapas centrales y recuperamos los datos almacenados en nuestra memoria de un modo bastante más caprichoso, esto es, utilizando claves o indicaciones que apuntan a la información que tratamos de encontrar. Por consiguiente, no nos es posible

buscar en nuestra memoria de un modo tan sistemático ni tan fiable como el que caracteriza a los ordenadores y a las bases de datos de Internet. Por otra parte, los recuerdos humanos se revelan mucho más sujetos al contexto. Los submarinistas, por ejemplo, recuerdan mejor aquellas palabras que estudian mientras se hallan sumergidos siempre que la comprobación se efectúe bajo el agua y no en tierra, aun en el caso de que las palabras en cuestión no tengan nada que ver con el medio marino.

Hay veces en que esta sensibilidad al contexto resulta útil. Somos más capaces de recordar cuanto sabemos de cocina mientras nos encontramos frente a los fogones que en la eventualidad de vernos, digamos, esquiando. No obstante, también hay que tener en cuenta que esa vinculación con el contexto tiene un coste: si necesitamos recordar algo en una situación distinta a aquella en la que se produjo el almacenamiento del dato, es frecuente que nos resulte muy difícil recuperar dicha información. Uno de los mayores retos de la educación, por ejemplo, estriba en conseguir que los niños apliquen lo que aprenden en el colegio a las situaciones de la vida real. Posiblemente, la más funesta consecuencia de este estado de cosas radica en el hecho de que los seres humanos tendemos a recordar mejor los datos que encajan con nuestras creencias que las informaciones que las

contradicen. Cuando dos personas discrepan, la causa hay que buscarla muy a menudo en que sus convicciones previas les llevan a recordar (o a centrarse en) fragmentos de información diferentes. Ponderar bien una cuestión consiste evidentemente en valorar las dos caras de un debate, pero salvo en el caso de que asumamos también el trabajo extra de forzarnos deliberadamente a considerar la existencia de posibles alternativas —algo que no suele venir espontáneamente a la cabeza— somos más proclives a recordar la información que concuerda con nuestra propia posición personal que la que se aparta de ella.

La superación de esta flaqueza intelectual, conocida con el nombre de «sesgo de confirmación», es una lucha que hemos de librar a lo largo de toda nuestra vida, y desde luego el hecho de reconocer que se trata de algo que todos padecemos supone ya un importante primer paso. Podemos tratar de sortear este escollo compensando las tendencias innatas que nos inducen a caer en el recuerdo interesado y en el sesgo memorístico adquiriendo la doble disciplina de no limitarnos a considerar los datos que puedan concordar con nuestras propias creencias y de sopesar la información que pudiera empujar a otras personas a manejar criterios diferentes a los nuestros.

HAY SESGOS EN LAS TECNOLOGÍAS

DOUGLAS RUSHKOFF
Especialista en sociología de los medios de comunicación; guionista de documentales; autor de Programa or Be Programmed: Ten Commands for a Digital Age

A la gente le gusta creer que las tecnologías y los medios de comunicación son elementos neutros y que únicamente su utilización o su contenido determinan el efecto que ejercen en la sociedad. A fin de cuentas no son las armas de fuego las que matan a la gente, sino las personas las que acaban con la vida de sus semejantes. No obstante, está claro que la afinidad de las armas de fuego con el asesinato de seres humanos es muy superior al que puedan tener, pongamos por caso, las almohadas —pese a que más de una almohada se haya empleado para asfixiar a un pariente de edad avanzada o a un cónyuge adúltero.

Nuestra generalizada incapacidad para reconocer e incluso admitir los sesgos que afectan a las tecnologías que empleamos nos impide llegar a operar realmente a través de ellas. Aceptamos nuestros iPads, nuestras cuentas de Facebook y nuestros automóviles tal como vienen —como condicionamientos preexistentes— en

lugar de verlos como instrumentos dotados de la capacidad de actuar como vectores de determinados sesgos.

Marshall McLuhan nos exhortaba a admitir que nuestros medios de comunicación ejercen sobre nosotros un efecto que va más allá de cualquier contenido que pueda transmitirse a través de ellos. Y a pesar de que su mensaje quedara a su vez distorsionado por el medio que empleó para expresarlo (¿el medio es el «qué»?), no por ello resulta menos cierto que su verdad se revela lo suficientemente sólida como para poder aplicarla a todo tipo de tecnología. Somos libres de utilizar cualquier clase de coche para dirigirnos al trabajo —a gasolina, a gasoil, eléctrico o movido por una pila de hidrógeno—, de modo que la percepción de esa libertad de elección nos impide ver el fundamental sesgo que afecta al automóvil en relación con la distancia, los desplazamientos cotidianos entre el domicilio y el trabajo, los barrios periféricos y el consumo de energía.

De igual manera, las tecnologías denominadas blandas, desde las que permiten la implantación de una moneda única a las que sustentan la psicoterapia, muestran sesgos tanto en su construcción como en su puesta en práctica. Da igual cómo gastemos los dólares estadounidenses: hagamos lo que hagamos no

contribuiremos sino a fortalecer el sistema bancario y la concentración de capital. Tienda al psicoterapeuta en su propio diván y coloque al paciente en la silla del analista y observará inmediatamente que el terapeuta comienza a manifestar los síntomas de todo un conjunto de patologías tratables. Las cosas están dispuestas de ese modo en el ámbito de la psicoterapia, del mismo modo que en Facebook todo conspira para que nos veamos a nosotros mismos en función de lo que nos «gusta» o no, o que un iPad está pensado para que nos acostumbremos a empezar a pagar por el consumo de medios de comunicación y a dejar de producirlos por nosotros mismos.

Si la idea de que las tecnologías se hallan plagadas de sesgos acabara convirtiéndose en algo sabido por todos, podríamos ponerlas en práctica de forma consciente y deliberada. Ahora bien, si no logramos que dicha noción sea de dominio público, tanto nuestras tecnologías como sus efectos seguirán amenazándonos y confundiéndonos.

LOS SESGOS SON EL OLFATO QUE NOS ADVIERTE DEL MEOLLO DE LAS COSAS

GERALD SMALLBERG
Neurólogo en ejercicio de la ciudad de Nueva York, dramaturgo de pequeñas salas neoyorquinas alejadas de los circuitos de Broadway; autor de las obras teatrales tituladas: Charter Members y The Gold Ring

La explosión exponencial de la información y de su accesibilidad determina que nuestra capacidad para valorar su veracidad no solo resulte sumamente importante, sino que además resulte más difícil. La importancia de la información es proporcional a su relevancia y a su significado. Su valor último reside en cómo la empleamos para tomar decisiones y la situamos en un marco de saber concreto.

En lo que se refiere a la apreciación de la verdad, nuestras percepciones son cruciales. Con todo, es preciso tener en cuenta que no aprehendemos la realidad objetiva. La percepción se basa en el reconocimiento y en la interpretación de un conjunto de estímulos sensoriales derivados de las pautas que adoptan una serie de impulsos eléctricos. Partiendo de esos datos, el cerebro crea

analogías y modelos que simulan la presencia de objetos tangibles y concretos del mundo real. No obstante, la experiencia colorea todas nuestras percepciones e influye en ellas al anticipar y predecir todo cuanto luego encontramos en la realidad. Esa es la razón de que Goethe recomendara que «es preciso preguntar a los niños y a los pájaros a qué saben las cerezas y las fresas». Este conjunto preferencial de intuiciones, sentimientos e ideas —al que conviene denominar, si bien con menos carga poética, «sesgo»— supone un desafío para nuestra capacidad de ponderar con exactitud las pruebas de que disponemos y llegar a una conclusión verdadera. El sesgo es la forma que tiene la experiencia de manipular la información sin que nos demos cuenta de ello.

Nuestros cerebros han evolucionado constreñidos por la necesidad de tener que tomar la decisión más adecuada pese a no disponer de la suficiente información. Como ya se ha dicho, la suerte favorece a las mentes preparadas. Sea en forma de expectativa, de inclinación o de pálpito anticipado, el sesgo contribuye a cargar los dados en nuestro favor, y por esa razón se halla firmemente anclado en nuestra forma de pensar. El sesgo o la predisposición es una intuición —una sensibilidad, una receptividad— que actúa al modo de una lente o filtro que modifica todas nuestras percepciones. «Si las puertas de

la percepción quedaran abiertas de par en par —nos ha dejado dicho William Blake—, todo se mostraría ante el hombre tal y como es: infinito.»* Sin embargo, si nos viéramos despojados de nuestros sesgos y no pudiéramos centrar nuestra atención en función de sus dictados, quedaríamos perdidos en esa interminable e ilimitada extensión. Tenemos a nuestra disposición una inconmensurable variedad de sesgos y prejuicios, y la forma en que todos ellos vienen a combinarse en el fuero interno de cada uno de nosotros posee un carácter tan singular e intransferible como el de las huellas digitales. Dichos sesgos actúan como intermediarios entre nuestro intelecto y nuestras emociones, contribuyendo a que nuestras percepciones cuajen y adopten la forma de opiniones, juicios, categorías, metáforas, analogías, teorías e ideologías —elementos todos ellos que determinan la manera en que entendemos el mundo.

El sesgo es un tanteo. El sesgo varía a medida que cambian los hechos. El sesgo es una hipótesis provisional. El sesgo es algo normal.

Pese a que consideramos el sesgo o la predilección como algo normal que afecta al modo de seleccionar y percibir la información, no conviene pasar por alto la influencia que ejerce en nuestro pensamiento. Hace ya mucho tiempo que la ciencia médica es consciente del

sesgo intrínseco que modula la manera en que reunimos y analizamos los datos clínicos. Los estudios controlados realizados con técnicas aleatorias de doble ciego, esto es, el patrón oro del análisis clínico, se diseñaron con la vista puesta en tratar de reducir a cero la influencia de ese sesgo.

Con todo, lo cierto es que vivimos en el mundo, y no en un laboratorio, de modo que no es posible eliminar los sesgos. Si lo utilizamos con espíritu crítico, el sesgo extrae todo el jugo de los datos recogidos, ya que nos indica cuándo observar, dónde mirar y cómo hacerlo. El sesgo es fundamental para el razonamiento, tanto para el de carácter inductivo como para el de índole deductiva. Darwin no reunió los datos de su estudio de manera aleatoria ni desinteresada al formular la teoría de la evolución por medio de la selección natural. Los sesgos son el olfato que nos advierte del meollo de las cosas.

La verdad ha de validarse continuamente frente a la multitud de datos que vienen a ponerla a prueba de un modo justo y honesto. Provista de la metodología formal de experimentación que la caracteriza y del principio de la reproducibilidad de sus descubrimientos, la ciencia está al alcance de todo aquel que se atenga a sus reglas. No concede privilegios ni derechos especiales a ninguna ideología, religión, cultura o civilización. No obstante, la

verdad que sobrevive a esta ordalía aún ha de soportar una prueba más. Como ocurriría con las palabras de un hipotético crucigrama multidimensional, la verdad así determinada deberá encajar con el resto de las piezas que ya han hallado un acomodo más o menos fijo. Cuanto mejor y más complejo sea ese engarce, mayor será la certidumbre que tengamos sobre esa verdad. La ciencia no hace excepciones. Es inexorablemente revisionista, ya que se vuelca en aprender de sus errores y en borrar y reescribir hasta sus textos más sagrados. Y no cejará en el intento hasta completar el rompecabezas.

CONTROLE EL FOCO DE SU ATENCIÓN

JONAH LEHRER
Redactor adjunto de la revista Wired; autor de Cómo decidimos*

A finales de la década de 1960, el psicólogo Walter Mischel inició un sencillo experimento con niños de cuatro años de edad. Invitó a los chiquillos a pasar a una pequeña habitación en la que había un escritorio y una silla, y les pidió que eligieran una cosa de una bandeja repleta de nubes, pastas y galletitas saladas. Hecho esto, Mischel planteó la siguiente oferta a los jovencitos: podían comerse una de aquellas golosinas directamente o, si estaban dispuestos a esperar unos minutos mientras él salía a estirar las piernas, podrían coger dos confites a su regreso. Como es lógico, casi todos los chavales optaron por esperar.

En la época en que se realizó el experimento, los psicólogos supusieron que la capacidad de posponer la gratificación a fin de conseguir una segunda nube o una segunda galleta dependía de la fuerza de voluntad. Sencillamente, había personas que tenían más fuerza de voluntad que otras, y eso era lo que les permitía resistir la tentación de aquellas chucherías siendo niños y, más

tarde, ahorrar dinero para la jubilación. Sin embargo, tras observar la participación de cientos de muchachitos en el experimento de las golosinas, Mischel llegó a la conclusión de que el modelo estándar de la fuerza de voluntad estaba equivocado. Terminó comprendiendo que la fuerza de voluntad era intrínsecamente débil y que los niños que trataban de posponer el premio —apretando los dientes para hacer frente a la tentación— no tardaban en perder la batalla, muchas veces en menos de treinta segundos.

Sin embargo, Mischel descubrió algo muy interesante al estudiar el minúsculo porcentaje de chicos que lograban aguardar para hacerse con la segunda golosina. Todos estos «grandes diferidores», sin excepción, se apoyaban en una misma estrategia mental: la consistente en encontrar una forma de apartar sus pensamientos de las exquisiteces que tenían delante y de no dirigir la mirada a las riquísimas nubes. Algunos se tapaban los ojos o jugaban al escondite bajo el escritorio. Otros comenzaban a entonar canciones de *Barrio Sésamo*, se ataban y se desataban una y otra vez los cordones de los zapatos, o fingían echarse una cabezadita. No vencían al deseo, se limitaban simplemente a olvidarlo.

Mischel denomina a este método de aguante «asignación estratégica de la atención», y argumenta que

esa es justamente la técnica que subyace al autocontrol. Solemos suponer frecuentemente que la fuerza de voluntad está vinculada con la posesión de una sólida fibra moral, pero nos equivocamos. Con lo que realmente guarda relación la fuerza de voluntad es con la capacidad de dirigir adecuadamente el foco de nuestra atención, aprendiendo a controlar esa breve lista de cuestiones presentes en nuestra memoria operativa o de trabajo. La fuerza de voluntad tiene que ver con la comprensión del doble hecho de que si nos pusiéramos a pensar en la golosina acabaríamos comiéndonosla y que esa es la razón de que tengamos que obligarnos a pensar en otra cosa.

Lo más interesante es que esta capacidad cognitiva no solo resulta útil para las personas que siguen una dieta. Parece ser uno de los elementos centrales que determinan la obtención del éxito en el mundo real. Por ejemplo, al realizar trece años más tarde el seguimiento de aquellos mismos niños —convertidos ya en estudiantes de último curso de instituto—, Mischel comprendió que la forma de actuar que habían tenido en la prueba predecía de un modo notablemente exacto un amplio abanico de medidas psicológicas. Los niños que a los cuatro años se habían esforzado por esperar a la recompensa eran también los que tenían más probabilidades de experimentar problemas

de conducta, tanto en el colegio como en casa. Acostumbraban a luchar interiormente en las situaciones de gran estrés, muy a menudo tenían dificultades para prestar atención a lo que se les decía, y pasaban apuros para conservar sus amistades. Y lo más impresionante de todo eran quizá las cifras académicas: los chiquillos que habían sido capaces de esperar quince minutos para recibir una chuchería sacaban en la Prueba de Evaluación Académica unos resultados cuya media superaba en doscientos diez puntos a la de los niños que únicamente habían logrado esperar treinta segundos.

Estos correlatos demuestran la importancia de aprender a dirigir estratégicamente nuestra atención. Cuando logramos controlar adecuadamente el foco de nuestros pensamientos y deseos podemos también resistir las ideas negativas y las tentaciones peligrosas. Podemos evitar las peleas y mejorar nuestras posibilidades de eludir las conductas adictivas. Lo que motiva nuestras decisiones son los hechos y las sensaciones que bullen en nuestro cerebro, y el control de la atención nos permite encauzar este caótico proceso, puesto que logramos seleccionar conscientemente los pensamientos en que queremos centrarnos.

Es más, esta técnica mental está adquiriendo nuevo valor. A fin de cuentas vivimos todos inmersos en la era

de la información, circunstancia que determina que la capacidad de centrarnos en los datos verdaderamente relevantes resulte de una increíble importancia. Herbert Simon lo ha expresado de un modo inmejorable: «El exceso de información empobrece notablemente la atención». El cerebro es una máquina limitada, y el mundo un lugar desconcertante, repleto de datos y de distracciones. La inteligencia es la capacidad de analizar dichos datos a fin de conseguir que adquieran un poco más de sentido. Y como también ocurre en el caso de la fuerza de voluntad, esta capacidad exige una adecuada asignación estratégica de la atención.

Permítanme realizar una observación final: en las últimas décadas, la psicología y la neurociencia han erosionado gravemente la noción clásica de libre albedrío. Resulta que el inconsciente es la parte más importante de la mente. Y sin embargo, no por ello dejamos de poder controlar el foco de nuestra atención, ya que está en nuestra mano centrarlo en aquellas ideas que pueden ayudarnos a alcanzar el éxito. En último término eso es quizá lo único que nos está permitido controlar. Evitemos poner los ojos en los tentadores dulces.

LA ILUSIÓN DE FOCO

DANIEL KAHNEMAN
Profesor emérito de psicología y asuntos públicos de la Facultad Woodrow Wilson de la Universidad de Princeton; galardonado en el año 2002 con el Premio Nobel de Economía

La educación constituye uno de los elementos clave a la hora de determinar los ingresos de una persona, pero su trascendencia es menor de lo que la mayoría de la gente cree. Si todo el mundo hubiera recibido la misma educación, la desigualdad de ingresos apenas se reduciría en un diez por ciento. Y es que al centrarnos en la educación, descuidamos la multitud de factores añadidos que determinan las ganancias. Hay enormes diferencias de salario entre diferentes personas que poseen una misma educación.

Los ingresos son uno de los factores determinantes que más influyen sobre lo mucho o lo poco satisfecha que se siente la gente con la vida que lleva, pero su importancia es bastante menor de lo que la mayoría de las personas piensa. Si todo el mundo tuviese los mismos ingresos, las diferencias que se observarían en el sentimiento de satisfacción vital que manifiestan tener los

individuos apenas se reducirían en un cinco por ciento.

Y la importancia de los ingresos como elemento determinante de la felicidad emocional es todavía menor. Ganar el premio gordo de la lotería es un acontecimiento feliz, pero la euforia dura poco. Por regla general, los individuos con ingresos elevados tienen un mejor estado de ánimo que las personas con ingresos reducidos, pero la diferencia es tres veces menor de lo que la mayoría de la gente supone. Cuando pensamos en las personas ricas y en las pobres, resulta inevitable que nuestros pensamientos se centren en circunstancias que determinan que los ingresos sean importantes. Sin embargo, la felicidad depende menos de los ingresos que de otros factores.

Es frecuente que los parapléjicos se sientan desdichados, pero no son infelices constantemente, dado que las experiencias y los pensamientos que ocupan la mayor parte de su tiempo se centran en asuntos ajenos a su discapacidad. Cuando pensamos en cómo sería encontrarnos en la situación de un parapléjico, o de un ciego, o de una persona a la que le haya tocado la lotería, o de un habitante de California, solemos centrarnos en los aspectos distintivos de esas condiciones. El desajuste surgido al poner la atención en el pensamiento de los condicionamientos de la vida y no en la vida propiamente dicha es la causa de la ilusión de foco.

Los vendedores y los promotores financieros explotan esa ilusión de foco. Al inducir a la gente a creer que «han de poseer» un determinado bien, lo cierto es que exageran enormemente la diferencia positiva que supuestamente vendría a introducir la propiedad de ese bien en la calidad de vida de su propietario. La ilusión de foco es mayor en el caso de unos bienes y menor en el de otros, según lo mucho o lo poco que esos bienes de consumo atraigan la atención del público de forma continuada en el tiempo. Es probable, por ejemplo, que la ilusión de foco resulte más significativa en el caso de los asientos de cuero de los automóviles que en el de los audiolibros.

Los políticos son casi igual de eficaces que los vendedores, ya que logran que la gente exagere la importancia de aquellas cuestiones en que acostumbran a centrar su atención. Se puede hacer creer a la gente que los uniformes escolares consiguen mejorar de manera significativa los resultados educativos de sus hijos, o que la reforma sanitaria de los Estados Unidos introducirá enormes cambios en la calidad de vida de los ciudadanos de ese país —ya sea para bien o para mal—. La reforma sanitaria hará sin duda que las cosas resulten distintas, pero la diferencia real será menor de lo que parece cuando centramos toda nuestra atención en ello.

LA INUTILIDAD DE LA CERTEZA

CARLO ROVELLI
Físico del Centro de Física Teórica de Marsella, Francia; autor de The First Scientist: Anaximander and His Legacy

Hoy goza de amplia difusión un concepto que está causando estragos: me refiero a la noción de que algo pueda estar «científicamente probado». Se trata poco menos que de un oxímoron. El fundamento mismo de la ciencia estriba en dejar la puerta abierta a la duda. Es precisamente el hecho de que sigamos cuestionándolo todo, y muy particularmente nuestras propias premisas, lo que nos mantiene permanentemente dispuestos a introducir mejoras en nuestros conocimientos. Por consiguiente, un buen científico nunca tiene la «certeza» de nada. La falta de certidumbre es justamente lo que hace que nuestras conclusiones resulten más fiables que las de aquellos que se sienten seguros de sus afirmaciones, puesto que el buen científico ha de estar dispuesto a adoptar un punto de vista diferente al que mantuviera hasta el momento en que observe la aparición de nuevas pruebas o de que surjan mejores argumentos. Por consiguiente, la certidumbre no es solo algo inútil, sino también un elemento que, en

realidad, resulta dañino —si de verdad valoramos la fiabilidad.

La incapacidad de apreciar el valor de la incertidumbre se halla en el origen de buena parte de nuestra vaciedad social. ¿Tenemos acaso la seguridad de que la Tierra vaya a seguir inmersa en un proceso de calentamiento paulatino si no hacemos nada? ¿Estamos seguros de que son correctos los detalles de la teoría de la evolución actualmente vigente? ¿Podemos afirmar sin lugar a dudas que la medicina moderna es siempre una mejor estrategia que los métodos de curación tradicionales? En todos estos casos la respuesta es negativa. Ahora bien, si tomando como base esa falta de certeza nos plantamos de un salto en la convicción de que lo mejor es no preocuparse del calentamiento global, de que en realidad no existe una evolución, de que el mundo fue creado hace seis mil años, o de que los remedios tradicionales han de ser invariablemente más eficaces que los métodos de la medicina moderna, entonces estaremos comportándonos simplemente de un modo estúpido. Con todo, son muchas las personas que establecen esas inferencias, dado que la ausencia de certidumbre se percibe como un signo de debilidad en lugar de considerarse como lo que es: la fuente primera y más importante de nuestro conocimiento.

Todo saber, incluso el más sólidamente fundamentado, deja un margen a la incertidumbre. (Estoy plenamente seguro de mi nombre... pero ¿cómo descartar la posibilidad de que en realidad acabe de recibir un golpe en la cabeza y me sienta momentáneamente confuso?) El propio conocimiento se revela de naturaleza probabilística —idea que vienen a resaltar algunas de las corrientes del pragmatismo filosófico—. Si lográsemos una mejor comprensión del significado de la noción de «probabilidad» —y, sobre todo, si entendiéramos más adecuadamente que no tenemos necesidad de hechos «científicamente probados» (y que jamás los hemos poseído), sino que nos basta con disponer de lo que disponemos, esto es, de un grado de probabilidad lo suficientemente elevado como para permitirnos el lujo de tomar decisiones— conseguiríamos mejorar el instrumental conceptual de la gente en general.

INCERTIDUMBRE

LAWRENCE KRAUSS
Físico, catedrático y director de la Fundación del Proyecto Orígenes de la Universidad Estatal de Arizona; autor de Quantum Man: Richard Feynman's Life in Science

El concepto de incertidumbre es quizás el peor entendido de la ciencia. En el habla corriente y en el ámbito público, la incertidumbre es algo malo, una idea que implica falta de rigor y de predictibilidad. Son, por ejemplo, muchas las personas que han utilizado la incertidumbre que rodea a las estimaciones relacionadas con la existencia de un proceso de calentamiento global para plantear algunos argumentos contrarios a la adopción de medidas en el momento presente.

No obstante, la verdad es que la incertidumbre es uno de los elementos centrales que contribuyen a explicar el éxito de la ciencia. El hecho de habernos dotado de la capacidad de cuantificar la incertidumbre y de incluirla en distintos modelos es lo que determina que el carácter de la ciencia tienda más a lo cuantitativo que a lo cualitativo. En realidad, no hay en la ciencia ningún número, ninguna medición y ninguna observación que pueda considerarse

exacta. Si se recurriera a las cifras sin asociarlas con un determinado grado de incertidumbre, lo único que conseguiríamos sería que dichos números carecieran, en esencia, de todo significado.

Una de las cosas que hacen que la generalidad del público encuentre difícil valorar la importancia de la incertidumbre reside en el hecho de que el significado de la incertidumbre posee un carácter relativo. Fijémonos, por ejemplo, en la distancia entre la Tierra y el Sol: su magnitud es de 1,49597 □ 108 kilómetros —al menos si la medimos en un concreto instante del año—. Este guarismo parece relativamente preciso, ya que, a fin de cuentas, la circunstancia de que recurra a la utilización de seis dígitos significativos viene a decir que conocemos la distancia con una precisión próxima a una millonésima parte de la unidad de medida que empleamos. Con todo, si el siguiente dígito se revela incierto, resultará que al tratar de establecer con precisión la distancia que media entre la Tierra y el Sol tendremos que asumir una incertidumbre ¡superior a la del espacio que separa Nueva York de Chicago!

Por consiguiente, si el número citado ofrece o no una gran precisión dependerá de lo que uno trate de hacer con él. Si lo único que me preocupa es saber en qué segundo se alzará mañana el Sol por encima del horizonte,

entonces la cifra que acabamos de citar resulta suficientemente válida. Si lo que pretendo, en cambio, es enviar un satélite al espacio y ponerlo en una órbita concreta en torno al Sol, entonces necesitaré conocer con mayor precisión las distancias que median entre ambos cuerpos celestes.

Esta es la razón de que la incertidumbre revista tanta importancia. Mientras no podamos cuantificar la incertidumbre presente en nuestras afirmaciones y nuestras predicciones apenas nos podremos hacer una idea de lo convincentes que resultan estas o de sus implicaciones. Y lo mismo ocurre en la esfera pública. Las políticas públicas realizadas en ausencia de una verdadera comprensión de las incertidumbres cuantitativas, o incluso sin un auténtico entendimiento de lo difícil que resulta reunir un conjunto de estimaciones fiables de dichas incertidumbres, suelen ser por lo general malas políticas públicas.

EL MANTENIMIENTO DEL SENTIDO DE LA PROPORCIÓN RESPECTO AL MIEDO A LO DESCONOCIDO

AUBREY DE GREY
Gerontólogo; director científico de la Fundación SENS (siglas de Strategies for Engineered Negligible Senescence –Estrategias para el diseño de una Senectud Inapreciable–); coautor (junto con Michael Rae) de Ending Aging

Einstein ocupa una posición extremadamente elevada tanto entre las figuras de todos los tiempos que han dedicado su vida a la práctica de la ciencia como entre los creadores de aforismos capaces de situar a los estudios científicos en el contexto del mundo real en el que se hallan inmersos. Una de las máximas que más me fascinan dice: «De haber sabido lo que estábamos haciendo no lo habríamos llamado investigación». Este sugerente comentario, como suele ocurrir con las mejores citas de los expertos en cualquier campo del conocimiento, encierra una sutil mezcla de simpatía y desdén por las dificultades que encuentra el populacho para comprender lo que hacen esos expertos.

Uno de los desafíos más descollantes a los que han

de hacer frente los científicos actuales es el de transmitir la idea de que es preciso gestionar la incertidumbre. El público general sabe que los expertos son justamente eso, expertos —esto es, que saben más que nadie acerca de un determinado tema—. Lo que, en cambio, ya resulta notablemente más difícil de comprender para la mayoría de la gente es, obviamente, que la circunstancia de que los expertos sepan «más que nadie» no quiere decir que lo sepan «todo». De hecho, lo que se hace particularmente complejo de entender es que, dado que únicamente poseen un conocimiento parcial, esos expertos no solo han de tener una notable competencia en sus respectivas áreas del saber, sino también una gran imaginación para poder discernir cuál es la línea de acción que mejor conviene a sus objetivos. Más aún: esas acciones habrán de ponderarse adecuadamente, ya sea en un laboratorio, en la redacción de un periódico o en el despacho de un responsable político.

Evidentemente, no hay duda de que muchos expertos se revelan decididamente inexpertos al intentar transmitir la esencia de su trabajo en términos comprensibles para el lego. Esta es, todavía hoy, una cuestión clave, en buena medida debida a que solo en contadas ocasiones se pide a los expertos que comuniquen sus conocimientos al público en general, de modo que es lógico que no consideren

prioritario adquirir esa habilidad. Siempre es posible encontrar posibilidades de formación y de asesoramiento en este sentido —es algo que ofrecen muy a menudo los gabinetes de prensa de las universidades—, pero aun en el caso de que los expertos decidan aprovechar esas oportunidades, lo cierto es que, por regla general, lo hacen demasiado tarde y con una frecuencia insuficiente.

En cualquier caso, a mi juicio esta es una cuestión de segundo orden. Siendo un científico que puede permitirse el lujo de comunicarse muy a menudo con el público en general, puedo afirmar sin miedo a equivocarme que la experiencia solo constituye una ayuda limitada, válida únicamente hasta cierto punto. Hay un obstáculo fundamental que sigue interponiéndose en nuestro camino, a saber: en lo relativo a la gestión de la incertidumbre, las personas que en su vida cotidiana no practican la ciencia suelen guiarse por instintos profundamente arraigados. Estos instintos existen debido a que, por regla general, funcionan, pese a diferir profundamente de lo que puede considerarse una estrategia óptima en ciencia y tecnología. Y lo que en este caso importa de verdad es, sin duda, la tecnología, puesto que es el punto en el que nuestros neumáticos ejercen tracción sobre el asfalto, esto es, en el que la ciencia y el mundo real entran en contacto, el lugar, por tanto, en el que por fuerza habrán de

comunicarse eficazmente ambas esferas.

En este sentido, hay tantos ejemplos de fracaso que tendría poco sentido enumerarlos. Ya se trate de la fiebre porcina, de la gripe aviaria, de los cultivos transgénicos o de las células madre, los debates públicos se alejan de forma tan descarnada de la zona en que los científicos se sienten cómodos que resulta difícil no simpatizar con los errores que cometen los profesionales de la ciencia, como el de aceptar que la gente llame «clonación» a la transferencia de material nuclear, pese a ser una denominación que podría retrasar varios años el desarrollo de líneas de investigación decisivas.

No obstante, hay un particular aspecto de este problema que destaca por encima de los demás debido a los perjuicios que puede causar potencialmente al público modificando sus acciones, me refiero a la aversión al riesgo. Cuando la incertidumbre gira en torno a cuestiones como las de la ética (como ocurre, por ejemplo, en el caso de la transferencia nuclear) o la política económica (como sucede cuando se trata, pongamos por caso, de la vacunación contra la gripe), las dificultades pueden evitarse, al menos en potencia, mediante el simple expediente de una adecuada planificación. Sin embargo, no sucede lo mismo cuando el asunto se centra en la actitud que el público adopta en relación con el riesgo. El

inmenso declive que han experimentado las vacunaciones destinadas a prevenir las principales enfermedades infantiles a raíz de la aparición de un único y controvertido estudio que relacionaba las vacunas con el autismo es un buen ejemplo de ello. Otro es el de la suspensión durante al menos un año de la práctica totalidad de las pruebas clínicas asociadas con la terapia génica a consecuencia del fallecimiento de uno de los sujetos que participaban en dichas pruebas —decisión que, pese a haber sido adoptada por una serie de organismos reguladores, sintonizaba con la opinión pública.

Este tipo de respuestas a la relación entre los riesgos y los beneficios que presentan las tecnologías de vanguardia son otras muestras de miedo a lo desconocido que, además de priorizar de un modo irracionalmente conservador los riesgos asociados con el cambio, instauran una conducta que, al anteponerse a los beneficios esperables, tiene consecuencias inequívocamente negativas en cuanto a la cualidad y la cantidad de la vida futura de los seres humanos. El miedo a lo desconocido no es en principio algo que deba considerarse irracional, ya que no lo es ni de lejos, al menos mientras por «miedo a» entendamos «precaución con». Sin embargo, es algo que puede y suele exagerarse.

Si lográsemos que el público alcanzara una comprensión más exacta y plena de la forma en que ha de procederse a evaluar los riesgos inherentes al examen de las futuras tecnologías, si consiguiéramos que llegara a apreciar los méritos derivados de la aceptación de unos cuantos riesgos a corto plazo en nombre de la obtención de un beneficio inmensamente superior a largo plazo, se aceleraría el progreso que actualmente conocen todos los campos tecnológicos, especialmente los relacionados con la tecnología biomédica.

EL PORQUÉ DE LAS COSAS

NIGEL GOLDENFELD
Catedrático de física de la Universidad de Illinois, Champaign-Urbana

Si se halla uno orientado en la dirección equivocada, para efectuar cualquier avance será preciso aventurarse a retroceder. La historia sugiere que si nuestra cosmovisión se expone al surgimiento de un cambio negativo no es tanto en aquellas ocasiones en que la ciencia añade un conjunto de conceptos nuevos a nuestro instrumental cognitivo como en aquellas otras en que procede a eliminar los obsoletos. La serie de intuiciones que nos han venido acompañando desde la cuna definen nuestros prejuicios científicos, de modo que estos no solo se adecúan malamente al ámbito de lo muy grande y lo extremadamente pequeño sino que se revelan igualmente incapaces de describir los fenómenos cotidianos. Si queremos identificar de qué esfera procederá la próxima transformación de nuestra cosmovisión tendremos que contemplar con ojos nuevos nuestras más profundas intuiciones. En los dos minutos que le va a llevar leer este artículo voy a tratar de reorganizar su concepto de la

causalidad.

Por regla general se entiende que la palabra «causalidad» implica que existe una única causa que precede a un determinado acontecimiento. Por ejemplo, en la física clásica podemos deducir que si una pelota describe una particular trayectoria en el aire se debe, por ejemplo, al hecho de haber sido golpeada por una raqueta de tenis. Mi coche, que ya tiene dieciséis años, siempre se revoluciona en exceso debido a que el sensor de la temperatura indica erróneamente que el nivel de calor del motor es muy bajo, como si el coche acabara de arrancar. Estamos tan familiarizados con la causalidad como elemento subyacente a la realidad que la consideramos inherente e inmutablemente ligada a las leyes de la física. Podría tenerse la impresión de que dicha vinculación resulta innecesaria, pero resulta que las leyes de la física no distinguen entre el tiempo anterógrado y el retrógrado. Y esa es la razón de que tengamos que elegir el tipo de ley física por la que deseamos regirnos.

No obstante, los sistemas complejos, como los mercados financieros o la biosfera terrestre, no parecen obedecer a las leyes de la causalidad. Cada acontecimiento que sucede puede remitir a una multitud de causas posibles, y además no está claro en qué medida contribuye cada una de esas posibles causas a la

ocurrencia del hecho en sí —¡ni siquiera después de verificar el suceso!—. Podría decirse que en esos casos nos encontramos ante una retícula de causas. Por ejemplo, en un día normal la bolsa puede experimentar subidas o bajadas cifradas en unas pocas décimas o incluso centésimas de punto porcentual. Y es posible que el *Wall Street Journal* emita el despreocupado informe de que las fluctuaciones del mercado de valores de esa fecha obedecían a que los «corredores de bolsa habían decidido recoger beneficios», o quizás a que los «inversores han tratado de cazar una buena oportunidad». Al día siguiente, los movimientos bursátiles pueden orientarse en la dirección opuesta, invocándose entonces una causa diferente a la anterior que podría incluso contradecirla. No obstante, en cada transacción hay tanto un comprador como un vendedor, y sus cosmovisiones habrán de ser necesariamente opuestas para que la transacción llegue a materializarse. Si los mercados funcionan se debe únicamente al hecho de que existe una notable pluralidad de puntos de vista. Asignar a una causa única (o a una causa predominante) la mayor parte de los movimientos que registra el mercado es ignorar la existencia de un enorme número de perspectivas y planteamientos relacionados con ese mismo mercado y revelarnos incapaces de comprender la naturaleza y la dinámica de

los desequilibrios temporales que pueden producirse entre los numerosos partícipes que defienden todos esos puntos de vista.

En los debates públicos asociados con las ciencias también abundan algunos errores similares. Por ejemplo, ¿tienen las enfermedades una única causa? En algunas patologías, como la corea de Huntington, resulta posible aislar la causa y atribuirla a un único factor —que en este caso se debe a la aparición de una serie de repeticiones supernumerarias de una determinada secuencia de nucleótidos en un punto concreto de la molécula de ADN de un individuo, aquella que codifica el aminoácido glutamina—. Con todo, incluso en este ejemplo sabemos que la edad a la que pueda desencadenarse el mal y la gravedad de los síntomas dependerán de un variado conjunto de factores medioambientales así como de una serie de interacciones con otros genes. Durante muchas décadas, la red causal ha funcionado al modo de una bien engrasada metáfora en el ámbito de la epidemiología, pero la comprensión cuantitativa de la forma en que opera o se constituye dicha red sigue siendo todavía bastante reducida. Nancy Krieger, de la Escuela de Salud Pública de Harvard, expondría esta situación de forma altamente conmovedora al lanzar, en un célebre ensayo publicado en el año 1994, la siguiente pregunta: «¿Ha visto alguien a la

araña?».

Sin embargo, el lugar en el que la búsqueda de la estructura causal se revela más fútil es en el debate sobre el origen de la complejidad de los organismos, esto es, en la controversia que opone la noción del diseño inteligente al concepto de la evolución. Uno de los elementos que impulsa este debate es la noción fundamental de la causalidad: la idea de que la vida tuvo un comienzo y de que dicho comienzo tuvo que obedecer necesariamente a una única causa. Por otra parte, si existe efectivamente una red causal alternativa capaz de orientar e impulsar el origen y la evolución de la vida, el escéptico siempre podrá preguntar: «¿Ha visto alguien a la araña?».

Resulta que no hay ninguna araña. Las redes causales pueden formarse espontáneamente como consecuencia de una concatenación de asociaciones entre los agentes o los elementos activos del sistema. Pensemos por ejemplo en Internet. Pese a la existencia de un protocolo de comunicación unificado (TCP/IP, etcétera), la topología y la estructura de Internet surgió en un período de frenético crecimiento, ya que los proveedores de servicios cibernéticos se hallaban por entonces inmersos en una conquista de territorios surgida de una fiebre del oro de magnitud inaudita. Lo que resulta notable es que una vez que fue asentándose la polvareda levantada por toda

aquella agitación empezó a constatarse que las propiedades estadísticas de la Internet surgida de esa forma resultaban ser bastante particulares, ya que tanto los plazos de transmisión de paquetes de datos como la topología de la red e incluso la información circulante mostraban en todos los casos propiedades fractales.

Se mire por donde se mire —sea desde el punto de vista local o desde la perspectiva global, a largo o a corto plazo— Internet presenta invariablemente el mismo aspecto. Pese a que el descubrimiento de esta estructura fractal en torno al año 1995 fue una ingrata sorpresa, dado que los algoritmos estándar que utilizaban los enrutadores para controlar el flujo de información habían sido diseñados dando por supuesto que todas las propiedades dinámicas de la Red eran aleatorias, lo cierto es que el carácter fractal constituye también una peculiaridad general de las redes biológicas. Al carecer de un esquema global, la evolución de Internet se halla sujeta a las mismas leyes estadísticas que subyacen a la evolución biológica, de modo que también en ella emergen de forma espontánea las estructuras, sin necesidad de una entidad que controle el proceso. Es más, la red resultante puede cobrar vida de formas extrañas y carentes de todo precedente conocido, ya que obedece a unas leyes cuyo origen no puede vincularse a ninguna de las partes que la

integran. Dicha red se comporta como un ente colectivo, que no equivale a la simple suma de sus partes, de manera que hablar de causalidad carece aquí de sentido, puesto que la conducta se halla dispersa tanto en el espacio como en el tiempo.

Entre las 14.42 y las 14.50 de la tarde del día 6 de mayo del año 2010, el índice bursátil del Promedio Industrial Dow Jones experimentó un rápido declive y un posterior rebote de casi seiscientos puntos, un acontecimiento de magnitud y brevedad inauditas hasta la fecha. Esta perturbación fue uno de los muchos movimientos registrados en una jornada a la que hoy se conoce con el nombre de «*Flash Crash*» y que afectó a un gran número de índices bursátiles y de acciones específicas, llegando a provocar incluso que algunas de esas acciones alcanzaran niveles increíblemente bajos (por ejemplo: las acciones de la consultoría Accenture cotizaron en un momento dado a un centavo de dólar). Una vez estudiados uno a uno, y con todo detalle, los datos disponibles de cada una de las transacciones efectuadas ese día, podemos observar a cámara lenta el desarrollo del desplome bursátil, y lo que vemos es la película de un desastre financiero. Sin embargo, la causa de la vertiginosa caída en sí sigue siendo un misterio. El informe emitido por la Comisión de Títulos Bursátiles y

Tipos de Cambio de los Estados Unidos logró identificar como elemento desencadenante una venta de acciones por valor de cuatro mil millones de dólares realizada por un fondo de inversión, pero terminaría revelándose incapaz de ofrecer una explicación detallada de los motivos que determinaron que ese acontecimiento provocara la caída de la bolsa. Las condiciones que precipitaron el desplome de los índices se hallaban ya presentes en la red causal del propio mercado, ya que esta es una estructura autoorganizada de rápida evolución surgida de la interacción de alta frecuencia que se da entre los distintos algoritmos de negociación. Este «desplome relámpago» fue, en realidad, el primer clamor que alertaba del nacimiento de una nueva red, un acontecimiento inquietantemente similar al relato de ciencia ficción de Arthur C. Clarke titulado «Marque la F de Frankenstein», cuyo arranque dice lo siguiente: «A la 1.50 GMT del día 1 de diciembre de 1975 todos los teléfonos del mundo comenzaron a sonar». Me estimula sobremanera el desafío científico que supone intentar comprender todo esto con detalle, porque... bueno, será mejor dejarlo. Supongo que, en realidad, no sé por qué.

EL JUEGO DE LOS NOMBRES

STUART FIRESTEIN
Neurocientífico, jefe del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Columbia

En el ámbito científico operamos con excesiva frecuencia en función de un principio que sostiene que «nombrar es dominar» —o eso es al menos lo que se nos antoja—. Uno de los errores en que más fácil resulta incurrir, incluso entre los científicos que se vuelcan en su trabajo, es el de creer que colocarle una etiqueta a algo contribuye, de uno u otro modo, a ofrecernos una explicación de la cosa en sí o a permitirnos su comprensión. Peor aún, se trata de una estrategia que empleamos constantemente cuando nos dedicamos a la docencia, ya que incitamos a los alumnos a creer que un fenómeno provisto de un nombre es un fenómeno conocido, y que el hecho de conocer el nombre del fenómeno equivale a conocer el fenómeno en sí. Esto es lo que yo mismo he dado en denominar, junto con otros, la «falacia nominal». La biología se revela particularmente proclive a etiquetarlo todo, ya se trate de moléculas, de partes anatómicas, de funciones fisiológicas, de organismos, de ideas o de hipótesis. La

falacia nominal es el error de creer que la etiqueta misma conduce a una información explicativa.

Resulta fácil comprobar los efectos de un caso de falacia nominal cuando el significado o la importancia de un determinado término o concepto disminuye a medida que se conoce. Buen ejemplo de ello podría ser el de la palabra «instinto». La voz «instinto» remite a un conjunto de conductas cuya causa efectiva puede resultarnos desconocida —o quizá sencillamente incomprensible o inaccesible—, razón por la cual damos en llamarla instintiva, connatural o innata. Muy a menudo, esto pone fin al estudio de las mencionadas conductas. Se supone que dichos comportamientos constituyen la parte «natural» de la dicotomía que media entre la naturaleza y la cultura, o del dilema entre lo innato y lo adquirido (término que muy probablemente sea, a su vez, una acuñación imputable a la falacia nominal), y que, por consiguiente, no se componen de elementos más pequeños ni pueden reducirse a unidades más sencillas. Sin embargo, la experiencia nos ha mostrado que esta última suposición rara vez se revela cierta.

Por ejemplo, durante bastante tiempo se ha pensado que si los pollitos se ponían a picotear en el suelo en busca de alimento inmediatamente después de romper el cascarón debía de ser porque su conducta poseía un

carácter instintivo. En la década de 1920, un investigador chino llamado Zing-Yang Kuo realizó un notable conjunto de observaciones relacionadas con el desarrollo de los embriones de pollo y logró dar un vuelco decisivo a esta idea —y a otras muchas parecidas—. Valiéndose de una técnica de elegante simplicidad, descubrió que cuando se embadurnaba con vaselina caliente un huevo de gallina la cáscara adquiría un grado de transparencia suficiente como para poder observar el embrión de su interior sin causarle la menor molestia. Gracias a esa estrategia, logró observar con todo detalle el desarrollo del pollito, desde el momento de la fertilización del huevo hasta el de su eclosión. Una de sus observaciones fue que, a fin de poder encajar adecuadamente en el interior del huevo, el cuello del embrión en desarrollo debía curvarse sobre el pecho de forma que la cabeza viniera a descansar sobre el esternón, en el punto exacto en el que se alojaba el corazón, igualmente en proceso de desarrollo. Al comenzar a latir la víscera cardíaca, la cabeza del pollito empezaba a oscilar también de arriba abajo de un modo que imitaba perfectamente el movimiento que más tarde habría de emplear para picotear en el suelo. De este modo, la «innata» conducta de picoteo que el pollito parecía conocer de forma milagrosa en el instante mismo de su nacimiento se practicaba ya, de hecho, y durante

toda una semana, en el interior del propio huevo.

También en el ámbito de la medicina los facultativos emplean a menudo un conjunto de términos técnicos que inducen a los pacientes a creer que el conocimiento que poseen los galenos de la patología que les aqueja es superior al que realmente tienen. En el caso de los enfermos de párkinson, lo que observamos es que se altera la deambulación y que los movimientos se realizan, por regla general, de forma más lenta. Los médicos llaman bradiquinesia a esta circunstancia, pero esa denominación no añade ninguna información al hecho en sí, de modo que sería lo mismo si dijeran, más sencillamente, que los pacientes de párkinson «se mueven con mayor lentitud». ¿Por qué se mueven de forma más lenta? ¿Cuál es la patología y cuál el mecanismo que explican esta ralentización de los movimientos? Estas son las dudas de fondo que quedan ocultas por la simple afirmación de que «uno de los síntomas esenciales del Parkinson es la bradiquinesia», por satisfactorio que pueda resultar esgrimir esa palabra ante los familiares del enfermo.

En la ciencia, la cuestión decisiva pasa por ser capaces de distinguir entre lo que sabemos y lo que no sabemos. Se trata muy a menudo de un asunto muy difícil, ya que a veces las cosas que nos parecen conocidas se van revelando poco a poco un enigma —o al menos

adquieren un carácter más ambiguo—. ¿Cuándo conviene dejar de realizar un determinado experimento por haberse llegado a conocer algo? ¿Cuándo puede decirse que ha llegado el momento de no seguir dedicando dinero y recursos a una particular línea de investigación porque se conocen los hechos? Y si la divisoria que separa lo conocido de lo desconocido ya es de por sí suficientemente difícil de definir, hemos de tener además en cuenta que muy a menudo la falacia nominal oscurece innecesariamente el asunto. Incluso aquellos vocablos que parecen bien afianzados, como el de «gravedad», pueden exhibir un aura de credibilidad mayor de lo que debieran. A fin de cuentas, las ideas de la gravedad newtoniana, cuyo arraigo parecía extremadamente sólido, quedaron desmanteladas prácticamente por completo cuatrocientos años después de su formulación al enunciar Einstein su teoría de la relatividad general. De hecho, ni siquiera en nuestros días tienen los físicos una idea clara de lo que es la gravedad, ni de cual puede ser su origen, pese a que sus efectos puedan describirse de forma muy precisa.

Otro de los aspectos de la falacia nominal es el relacionado con el peligro derivado de emplear palabras comunes y adjudicarles un significado científico. Es muy frecuente que esta práctica tenga la desastrosa consecuencia de inducir al público incauto a adentrarse en

una senda que acaba sumiéndole en la confusión. Palabras como «teoría», «ley» y «fuerza» no tienen en el habla corriente el mismo significado que les otorga el científico. En el campo de la evolución darwiniana, el «éxito» no es el mismo que preconizaba Dale Carnegie.* Para un físico, el término «fuerza» tiene un significado muy distinto al que adquiere la palabra cuando se la emplea en un discurso político. No obstante, lo peor de todo podría ser el hecho de que las voces «teoría» y «ley» expresan a veces conceptos que se oponen diametralmente, dado que, por una parte, la teoría es una idea muy sólida en el ámbito científico y, en cambio, vaga en el habla corriente, mientras que, por otra, la ley es una noción mucho más potente en la esfera social que en la científica. Estas diferencias conducen en ocasiones a graves malentendidos entre los científicos y el público que respalda su trabajo.

Como es obvio, el lenguaje es crítico, y desde luego resulta absolutamente necesario poner nombres a las cosas para poder hablar de ellas. Sin embargo, no debería tomarse a la ligera en ningún caso la capacidad que tiene el lenguaje de orientar el pensamiento, de modo que se hace preciso abordar con prudencia los peligros derivados del juego de los nombres.

LA VIDA TIENE UN DESENLACE FATAL

SETH LLOYD

Ingeniero especialista en mecánica cuántica del Instituto Tecnológico de Massachusetts; autor de Programming the Universe

Pensemos en la capacidad de razonar con claridad frente a la incertidumbre.

Si todo el mundo aprendiera a manejarse mejor ante lo desconocido no solo mejoraría el instrumental cognitivo de los individuos (instrumental que quizá tenga su sede en una región cerebral situada justo al lado de la capacidad de utilizar un control remoto), sino que también el conjunto de la humanidad vería incrementadas sus posibilidades de éxito.

Hace muchos años que existe ya un método científico bien desarrollado para operar con lo que se ignora: me refiero a la teoría matemática de las probabilidades. Las probabilidades son unas cantidades cuyos valores reflejan el grado de posibilidad de que un determinado conjunto de acontecimientos llegue o no a verificarse en la práctica. A la gente no se le suele dar bien eso de estimar las probabilidades. Y las dificultades no se deben únicamente al hecho de que las personas no suelan ser

excesivamente competentes con las sumas y las multiplicaciones. Lo que ocurre es más bien que a la gente se le atragantan las probabilidades por razones situadas en un plano más profundo, de carácter intuitivo, ya que tienden a sobrevalorar la probabilidad de que ocurran acontecimientos raros pero espeluznantes —como el de que un ladrón penetre de pronto en nuestro dormitorio mientras descansamos, por ejemplo—. Y a la inversa, las personas infravaloran la probabilidad de ocurrencia de sucesos que son comunes pero también silentes e insidiosos, como la lenta acreción de glóbulos de materia grasa en las paredes de una arteria, o la liberación de una nueva tonelada de dióxido de carbono a la atmósfera.

No puedo mostrarme optimista respecto a las probabilidades de que la gente alcance a entender la ciencia probabilística. Si hablamos de la comprensión de la probabilidad, hay que decir que, por regla general, la gente suele patinar. Fijémonos en el siguiente ejemplo, que está basado en una anécdota real que contaba Joel Cohen, de la Universidad Rockefeller. Un grupo de estudiantes de posgrado observó que la probabilidad de que las mujeres fueran admitidas en los programas de licenciatura de las grandes universidades era significativamente inferior a la de los hombres. Los datos no admitían controversia: las probabilidades de admisión

que tenían las mujeres que solicitaban el ingreso en la universidad apenas llegaban a las dos terceras partes de las que poseían los solicitantes masculinos. Los estudiantes de posgrado decidieron presentar una demanda contra la universidad, alegando que se estaba produciendo una discriminación por razones de género. Sin embargo, al examinarse los datos de admisión del centro, procediendo a escrutar la situación de cada uno de los departamentos, se constató un hecho extraño: en el seno de cada uno de esos departamentos las probabilidades de ser admitidas de las mujeres eran «superiores» a las de los hombres. ¿Cómo explicar esa situación?

La respuesta resultó ser muy sencilla, aunque antiintuitiva. Los departamentos que tenían menos puestos que ofrecer eran precisamente los que más solicitudes femeninas recibían. Esos departamentos solo admitían un pequeño porcentaje de solicitantes, fueran hombres o mujeres. Los hombres, por el contrario, dirigían sus solicitudes a aquellos departamentos que contaban con un mayor número de plazas y que, por consiguiente, tendían a aceptar un mayor porcentaje de solicitudes. En el interior de cada uno de los departamentos, las mujeres tenían más probabilidades de resultar admitidas que los hombres, pero eran pocas las mujeres que solicitaban ingresar en

aquellos donde la admisión resultaba más sencilla.

Este resultado antiintuitivo indica que los comités de admisión no estaban discriminando a las mujeres. Lo que no significa que no exista un sesgo de género. El número de becas de posgrado disponible en un campo concreto viene determinado en gran medida por el gobierno federal, que es el órgano encargado de decidir cómo asignar los fondos destinados a la investigación en las diferentes áreas de conocimiento. La universidad no es la responsable de que se produzca una discriminación sexual: es el conjunto de la sociedad que opta por dedicar una mayor cantidad de recursos —y por consiguiente más becas de posgrado— a aquellos campos de estudio que más atractivos resultan a los ojos de los hombres.

Evidentemente, siempre hay gente que se desenvuelve bien con las probabilidades. Una compañía de seguros automovilísticos que no calcule con exactitud las probabilidades de accidente de sus clientes está condenada a la quiebra. En efecto, cuando abonamos el importe de una prima para asegurarnos frente a la eventualidad de que se produzca un acontecimiento infrecuente estamos aceptando la estimación que la compañía ha realizado de las probabilidades de que ocurra. Con todo, conducir un vehículo es una de esas acciones corrientes que, sin embargo, revisten una cierta

peligrosidad —uno de esos procesos en los que los seres humanos acostumbramos a subestimar las probabilidades de que se produzca un suceso negativo—. Por consiguiente, hay personas que tienden a considerar innecesario procurarse un seguro para el automóvil* (circunstancia que quizá no haya que considerar sorprendente, dado que una considerable mayoría de personas juzga que sus capacidades al volante son superiores a las del automovilista medio). Y si el gobierno de un determinado estado exige a los ciudadanos que adquieran un seguro automovilístico es porque supone, acertadamente, que la gente subestima las probabilidades de que ocurra algún accidente.

Pensemos ahora en el vivo debate actual en los Estados Unidos en torno al hecho de si debiera exigirse o no por ley la protección de un seguro sanitario. La vida, al igual que la conducción en carretera, es una actividad común pero expuesta a algunos riesgos, y también en este caso es habitual que la gente subestime el peligro, pese a saber que la vida tiene un desenlace fatal —y con una probabilidad del cien por cien.

EL RIESGO NO CALCULADO

GARRETT LISI
Físico teórico independiente

A los seres humanos se nos da terriblemente mal bregar con las probabilidades. Y no se trata únicamente de que no sean nuestro fuerte, sino que da la impresión de que estamos programados para ser incompetentes en ese campo, pese al hecho de que en la vida cotidiana encontramos una innumerable cantidad de circunstancias cuya feliz resolución depende de que seamos o no capaces de realizar con precisión ciertos cálculos probabilísticos. Esta incompetencia se refleja en nuestro lenguaje, en el que las palabras que solemos emplear para transmitir un determinado grado de verosimilitud son «probablemente» y «habitualmente» —voces que implican, aunque no sin cierta vaguedad, la existencia de un cincuenta por ciento de posibilidades de que un hecho se concrete o no—. Si queremos superar los límites de la cruda forma de expresión vulgar hemos de construir torpes frases jergales como la de «con una certeza del setenta por ciento» —frases que lo más que pueden conseguir es, con toda probabilidad, que se dibuje una cierta expresión de

asombro en el rostro de quien las escucha despreocupadamente, desconcertado ante la inesperada precisión—. Este punto ciego de nuestra conciencia colectiva —el de la incapacidad de trabajar eficazmente con las probabilidades— pudiera parecer insignificante, pero tiene unas consecuencias prácticas funestas. Tememos que pase algo malo y tomamos decisiones poco acertadas.

Imaginémonos la típica reacción emocional que se produce al ver una araña: sentimos miedo, un miedo cuya expresión va del estremecimiento sin importancia al auténtico terror. Ahora bien, ¿qué probabilidad existe de que muramos víctimas de la picadura de una araña? Las mordeduras de estos artrópodos causan (en promedio) menos de cuatro muertes al año, circunstancia que determina que el riesgo de fallecer a consecuencia de la picadura de una araña es de menos de una entre un millón. Se trata de un riesgo tan minúsculo que incluso resulta contraproducente preocuparse por él, ya que hay millones de personas que pierden la vida a causa de enfermedades relacionadas con el estrés. La asombrosa implicación de esta línea argumental es que el riesgo de sufrir la picadura de una araña y morir a causa de ella es menor que el peligro de que el miedo que nos producen las arañas nos mate a consecuencia del incremento del nivel de estrés.

Nuestros miedos e inclinaciones irracionales tienen un elevado coste. La reacción más característica ante la visión de una apetitosa rosquilla es que surja en nosotros el deseo de comerla. Sin embargo, dado el potencial impacto negativo de ingerir esa rosquilla, entre cuyas consecuencias cabe incluir un mayor riesgo de sufrir una cardiopatía y el deterioro de la salud en general, la reacción que debiéramos tener, si nos comportásemos racionalmente, tendría que orientarse más bien hacia el temor y la repugnancia. Puede parecer absurdo sentir miedo de una rosquilla —o más aún de un cigarrillo, cuyo peligro es mayor—, pero esta reacción reflejaría en términos racionales el efecto potencialmente negativo que estas sustancias podrían tener en nuestra vida.

Nuestro equipamiento cognitivo se revela especialmente pobre en cuanto a la gestión de los riesgos cuando lo que nos toca es enfrentarnos a grandes acontecimientos con un margen de probabilidad pequeño. Prueba de ello es la facilidad con la que las loterías y los casinos se apoderan del dinero de la gente, aunque también podrían ponerse muchos más ejemplos. La probabilidad de morir en un atentado terrorista resulta extremadamente baja, y sin embargo hemos puesto en marcha un conjunto de acciones destinadas a contrarrestar el terrorismo que reducen de manera visible nuestra

calidad de vida. Pero pongamos un ejemplo más reciente: los escáneres corporales de rayos X podrían aumentar el riesgo de cáncer y elevarlo por encima del peligro asociado con la posibilidad de sufrir un atentado terrorista —y, sin embargo, tenemos frente al terrorismo el mismo tipo de reacción exagerada y contraproducente que ya señalamos en el caso de las arañas—. Esto no implica que debamos permitir que las arañas o los terroristas se nos suban a las barbas, pero sí que convendría manejar los riesgos de forma racional.

En términos sociales, el acto por el que expresamos una determinada incertidumbre se interpreta como una muestra de debilidad. Sin embargo, nuestras vidas se hallan repletas de incertidumbre, y la consideración racional de las circunstancias imprevistas y de las probabilidades en juego constituye el único fundamento racional para poder tomar decisiones acertadas. Pondré otro ejemplo más: hace poco, un juez federal estadounidense emitió un requerimiento destinado a bloquear la financiación que daba soporte hasta entonces a la investigación en el ámbito de las células madre. Las probabilidades de que la investigación en ese campo específico de la biología médica conduzca rápidamente a un conjunto de terapias clínicas capaces de salvar vidas es bastante baja, pero si la búsqueda tiene éxito, los

efectos positivos podrían ser enormes. Si tenemos en cuenta los posibles resultados y estimamos aproximadamente las probabilidades de que dichos resultados se materialicen, llegaremos a la conclusión de que las expectativas probabilísticas señalan que la decisión de ese juez ha podido costarle la vida a miles de personas.

¿Cómo podemos tomar decisiones racionales basándonos en meras contingencias? En realidad, ese magistrado no es el causante *de facto* de la muerte de miles de personas... ¿o sí lo es? Si nos atenemos al planteamiento de los «universos múltiples» que propone la mecánica cuántica —y que representa la interpretación más directa de la descripción matemática de sus principios— llegaremos a la conclusión de que nuestro universo está ramificándose continuamente en todas sus posibles contingencias. De ese modo, habría un universo en el que la investigación en las células madre consigue salvar millones de vidas, y otro en el que la gente muere como consecuencia de la decisión del juez. Si empleamos el método «frecuentista» para calcular las probabilidades de un acontecimiento, deberemos añadir al análisis las probabilidades imputables a los universos en los que tiene lugar.

La mecánica cuántica determina que el mundo que

conocemos se desarrollará en función de esa probabilidad, es decir, de la probabilidad del acontecimiento. Esta es la extraña manera en que la mecánica cuántica concilia las perspectivas estadísticas del frecuentismo y el bayesianismo, dado que equipara la frecuencia que pueda tener un determinado acontecimiento en los muchos mundos posibles con la probabilidad de que efectivamente llegue a concretarse. En este caso, la «esperanza matemática», o la «expectativa cuántica» —es decir, el número de personas que cabe pensar que fallecería como consecuencia de la decisión de nuestro jurista—, viene dada por la ponderación probabilística del número de individuos que mueren en las distintas ramificaciones contingentes de los universos múltiples. No resulta estrictamente necesario que esta expectativa cuántica tenga grandes probabilidades de materializarse *de facto*, pero sí que representa la media ponderada de los resultados esperables —una información útil cuando nos vemos en la tesitura de tener que tomar decisiones—. Para poder adoptar las resoluciones más acertadas en relación con el riesgo, hemos de mejorar nuestro rendimiento en esta gimnasia mental, incrementar nuestras capacidades lingüísticas y reciclar nuestra intuición.

El mejor escenario para perfeccionar nuestras habilidades y realizar valoraciones probabilísticas

precisas sería tal vez el de un conjunto de jugadores dedicados a efectuar apuestas —ya que el «mercado» en el que estos agentes operan configura un espacio abierto en el que se cruzan apuestas relacionadas con los resultados de un gran número de acontecimientos cuantificables y socialmente significativos—. Para realizar apuestas bien encaminadas es preciso poner en juego todos los instrumentos y las abstracciones taquigráficas de la inferencia bayesiana —todo lo cual se traducirá inmediatamente en una determinada capacidad para tomar las decisiones correctas—. Una vez dotados de dicha capacidad, podremos apreciar con mayor nitidez los riesgos a que hemos de hacer frente en la vida cotidiana y desarrollaremos unas respuestas intuitivas de carácter más racional al vernos frente a un riesgo no calculado, basándonos en una valoración colectiva racional y en el condicionamiento social.

Es posible que superemos el exagerado temor que nos inspiran las arañas y que comencemos a manifestar una saludable aversión a las rosquillas, el tabaco, la televisión y las estresantes jornadas laborales de un trabajo a tiempo completo. Cobraremos una mayor conciencia del escaso coste que tiene la investigación si comparamos el esfuerzo inicial con las probables recompensas que acabará ofreciéndonos (e incluimos en

este cálculo aquellas pesquisas científicas destinadas a mejorar la calidad y la duración de la vida humana). Y a esto podremos añadirle una ventaja algo más sutil: la vinculada con el hecho de que los estándares de nuestras descripciones probabilísticas vayan mejorando a medida que nos revelemos capaces de adquirir una conciencia más clara de ciertas expresiones lingüísticas a un tiempo omnipresentes y vagas, como «probablemente», o «de manera habitual», y conforme nos resulten también más preocupantes.

La adopción de decisiones correctas exige concentrar nuestros esfuerzos mentales, y si nuestra reacción se revela exagerada correremos el riesgo de caer en situaciones contraproducentes a causa del incremento del estrés y de la pérdida de tiempo. Por consiguiente, la mejor estrategia consiste en ponderar las cosas y atrevernos a actuar y a asumir riesgos saludables, dado que el mayor peligro consiste en llegar al término de nuestra vida sin habérnosla jugado jamás en nada.

LA VERDAD ES UN MODELO

NEIL GERSHENFELD
Físico; director del Centro del Instituto Tecnológico de Massachusetts para el estudio de los bits y los átomos; autor de Fab: The Coming Revolution on Your Desktop —From Personal Computers to Personal Fabrication

El malentendido más frecuente que acostumbra a producirse en torno a la ciencia es el de que los científicos buscan la verdad y logran dar con ella. Lo cierto es que no es eso lo que hacen, sino que se dedican a construir modelos y a ponerlos a prueba.

Kepler, que asumía la geometría basada en los poliedros platónicos para explicar los movimientos observables de los planetas, logró hacer predicciones muy exactas, que mejoran al enunciar las leyes del movimiento planetario, perfeccionadas a su vez por las leyes del movimiento de Newton —leyes que Einstein vendría a refinar nuevamente al enunciar la teoría de la relatividad general—. El hecho de que Newton estuviera en lo cierto no determina que Kepler se equivocara, del mismo modo que tampoco Newton queda descartado por el hecho de que Einstein diera en el clavo: estos modelos sucesivos diferían en virtud de sus presupuestos, de su precisión y

de su aplicabilidad, pero no por ser más o menos veraces.

Esto es algo totalmente distinto a lo que ocurre en las enconadas batallas de argumentos diametralmente opuestos que definen las situaciones que vivimos en muchos ámbitos de la vida cotidiana. Una de dos: o bien lo correcto es todo cuanto se asocia con mi partido político, con mi religión o con mi estilo de vida, o bien lo adecuado son los equivalentes de mis oponentes en todas estas materias —y desde luego, cada uno de nosotros opina que las creencias correctas son las suyas—. Lo único que compartimos es la certidumbre de hallarnos infaliblemente en lo cierto.

Construir modelos es algo muy distinto a proclamar verdades. Es un inacabable proceso de descubrimiento y perfeccionamiento, no un combate que haya de ganarse ni un destino final que debamos alcanzar. La incertidumbre es inherente al proceso de descubrir lo que no se conoce, no una debilidad que deba evitarse. Los problemas y los errores son violaciones de las expectativas asumidas que representan oportunidades de perfeccionar esas expectativas. Y las decisiones se toman ponderando los elementos que dan mejores resultados, no invocando una sabiduría heredada.

El trabajo de todo científico le familiariza con estas matizaciones, y lo mismo ocurre con los bebés, ya que no

es posible aprender a hablar ni a andar sin balbucear o dar unos inseguros pasitos primero a fin de experimentar con el lenguaje y el equilibrio. Los bebés que no dejan nunca de balbucear acaban convirtiéndose en científicos que se ganan la vida formulando y comprobando teorías. Sin embargo, no es preciso tener una preparación científica profesional para concebir modelos mentales, dado que esa facultad nos es innata. Lo que hemos de hacer es, justamente, no descartarlos por hallarnos imbuidos de la certidumbre de un conjunto de verdades absolutas que inhiben la búsqueda de nuevas ideas. Encontrar el sentido de algo, sea lo que sea, implica construir modelos capaces de predecir consecuencias y de encontrar una lógica a las observaciones. La verdad es un modelo.

E PLURI BUS UNUM*

JON KLEINBERG
Catedrático de ciencias informáticas de la Universidad de Cornell; coautor (junto con David Easley) de Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World

Si ya utilizaba usted un ordenador personal hace veinticinco años recordará que todo cuanto debía preocuparle ocurría en el interior de la caja que tenía enfrente. En la actualidad, las aplicaciones que usamos en una hora se encuentran dispersas en una red: la que forman un conjunto de ordenadores repartidos por todo el mundo. En la mayoría de los casos hemos perdido por completo la capacidad de señalar en qué punto exacto se sitúan realmente nuestros datos. Hemos inventado términos para expresar la pérdida de este sentido de la orientación, ya que nuestros mensajes, nuestras fotos y nuestro perfil de la Red se encuentran en algún lugar o, como suele decirse, en «la nube».

La nube no es un objeto único. Lo que tenemos interiorizado como nuestra cuenta de Gmail, o nuestro perfil de Facebook, se convierte en real gracias al trabajo conjunto de un enorme número de componentes

físicamente dispersos; es decir, se trata de un sistema distribuido, por utilizar el lenguaje de la informática. Sin embargo, podemos concebirla como si fuera un objeto único, y eso es lo más importante, dado que las ideas de los sistemas distribuidos encuentran aplicación en todos aquellos casos en que observamos que existe un gran número de pequeños elementos operando de forma independiente pero coordinada, produciendo además la ilusión de corresponder a una única experiencia singular. Se trata de un efecto que ocurre tanto en Internet como en otros muchos ámbitos. Pensemos, por ejemplo, en una gran corporación que está lanzando nuevos productos al mercado y realizando para ello anuncios públicos como si se tratase de un actor único —cuando lo cierto es que sabemos perfectamente que, observada con un mayor nivel de detalle, la compañía en cuestión está integrada por decenas de miles de empleados—. O consideremos el caso de una inmensa colonia de hormigas capaz de proceder a una exploración coordinada de su entorno. O las neuronas de nuestro propio cerebro, dotadas de la facultad de crear la experiencia que está usted teniendo en este preciso instante.

El reto al que se enfrenta un sistema distribuido radica en lograr la ilusión de una conducta unificada y única pese al enorme volumen de complejidad subyacente.

Y este desafío general está compuesto, de forma harto pertinente al caso, por un gran número de envites de menor envergadura en permanente tensión recíproca.

Una de las piezas más importantes de este rompecabezas es la coherencia. Cada uno de los elementos que integran un sistema distribuido ha de bregar con cosas diferentes, y su capacidad para comunicarse con el resto de los elementos del sistema es limitada, de modo que las distintas partes de ese sistema pueden acabar desarrollando una visión del mundo que resulte mutuamente incompatible. Existen muchos ejemplos que muestran cómo este estado de cosas termina a veces generando problemas, ya sea en la esfera tecnológica o en otros ámbitos. Su dispositivo móvil no se sincroniza con su correo electrónico, de modo que usted actúa sin darse cuenta de que, en realidad, ya han respondido a su mensaje. Dos personas del país reservan a un tiempo el asiento 5F en un mismo vuelo y con el mismo horario. Al ejecutivo de una determinada organización «no le ha llegado el informe», de modo que se sale por la tangente. Un pelotón de soldados ataca demasiado pronto y alerta al enemigo.

Es natural tratar de «arreglar» este tipo de problemas imponiendo una única visión global del mundo y exigiendo que todos los elementos que integran el sistema

se remitan invariablemente a ese punto de vista global antes de actuar. Sin embargo, esto resta interés a muchas de las razones que nos impulsan originalmente a utilizar un sistema distribuido, ya que convierte al componente que proporciona la visión global en un enorme cuello de botella y en un punto potencialmente expuesto a la ocurrencia de peligrosos fallos. Una compañía no funciona si el director ejecutivo de la empresa tiene que refrendar todas las decisiones.

Para hacernos una idea más concreta de las cuestiones que lleva aparejadas el diseño subyacente de un sistema distribuido resultará útil pararnos a examinar con cierto detenimiento los pormenores de un ejemplo concreto —aunque se trata, en realidad, de un tipo de situación elemental en la que trataremos de conseguir el resultado deseado mediante una información y unas acciones repartidas entre un gran número de actores—. El ejemplo al que me refiero se relaciona con los problemas que plantea la necesidad de compartir de manera segura la información. Imaginémonos que estamos tratando de realizar la copia de seguridad de una base de datos muy importante en un gran número de ordenadores, protegiendo al mismo tiempo los mencionados datos de modo que estos solo puedan reconstruirse en caso de que la mayoría de los ordenadores implicados en la

conservación de nuestra copia de seguridad cooperen en el empeño. Ahora bien, como en último término las cuestiones relacionadas con una puesta en común segura de la información no guardan ninguna relación específica ni con los ordenadores ni con Internet, vamos a formular nuestro problema de otro modo: valiéndonos del relato de un tropel de piratas y un tesoro enterrado.

Supongamos que un rey pirata, entrado ya en años, conoce la ubicación de un tesoro escondido y que antes de abdicar se propone compartir el secreto con sus cinco hijos, todos ellos unos rematados haraganes. Lo que el monarca quiere es que puedan acceder al tesoro en caso de que al menos tres de ellos sean capaces de unir sus fuerzas, pero también desea evitar que uno o dos de sus hijos formen una «facción escindida» y consigan apropiarse del tesoro en exclusiva. Para alcanzar este objetivo, el viejo rey pirata concibe un plan consistente en distribuir el secreto de la localización del tesoro en cinco «partes», dando a cada uno de sus cinco hijos una de ellas —y asegurándose así de que se cumpla en lo sucesivo la condición que exponemos a continuación—. Si, en cualquier instante futuro, al menos tres de sus hijos consiguen compartir sus respectivos indicios del secreto, podrán reunir el conocimiento preciso para encontrar el tesoro. Sin embargo, si uno de sus hijos pretende

averiguar por sí solo el paradero de los caudales o solo logra ponerse de acuerdo con uno de sus cuatro hermanos, entonces no contará con la suficiente información.

¿Cómo lograrlo? No es difícil idear una o varias formas que permitan generar cinco pistas o claves de tal modo que todas ellas resulten necesarias para hallar el tesoro. Sin embargo, en ese caso sería necesario que los cinco hermanos cooperaran de manera unánime para poder hallar la fortuna oculta. Pero ¿cómo proceder para que la cooperación de cualquiera de los tres implicados baste para conseguir el objetivo y no ocurra lo mismo si colaboran solo dos de ellos?

Como acostumbra a suceder en el caso de muchas grandes intuiciones, la respuesta resulta fácil de entender *a posteriori*. El rey pirata traza un círculo secreto en el globo terráqueo (un círculo que solo él alcanza a distinguir) y le dice a sus hijos que ha enterrado el tesoro exactamente en el punto más meridional de dicho círculo. A continuación proporciona a cada uno de sus hijos las coordenadas de un punto distinto del círculo en cuestión. Para reconstruir un círculo en concreto basta con disponer de tres de los puntos que lo definen, y por consiguiente cualquier grupo formado por tres de los príncipes piratas podrá compartir la información de que disponen sus integrantes, identificar el círculo y hallar el tesoro. Sin

embargo, toda pareja formada únicamente por dos piratas descubrirá que por los dos puntos que son capaces de determinar pasan una infinidad de círculos, sin que les resulte posible saber cuál indica el modo de recuperar el tesoro. Se trata de un truco muy sólido que, además, puede aplicarse a una multitud de casos. De hecho, los principios básicos de los modernos sistemas de protección de datos emplean alguna variante de esta estrategia de puesta en común de los elementos secretos que permiten el acceso a la información deseada. Su descubridor fue el criptógrafo Adi Shamir, y con este esquema pueden codificarse los datos arbitrarios de cualquier materia utilizando los puntos de una curva y reconstruyéndola tan pronto como se conocen los demás puntos de esa misma curva.

La literatura relativa a los sistemas distribuidos está repleta de ideas de esta índole. Desde un punto de vista más general, los principios de los sistemas distribuidos nos abren una vía para reflexionar acerca de las dificultades inherentes a los sistemas complejos compuestos por un gran número de partes capaces de interactuar unas con otras. Y de ese modo, cada vez que se nos ofrezca la oportunidad de tener la impresión de estar navegando por una Red unificada, de consultar un sistema bancario global igualmente unificado o de vivir una

experiencia sensorial también única, deberíamos pensar en los miles de desafíos que implica mantener agrupadas en una misma entidad singular todas esas experiencias.

HACIA UNA PROXEMIA* DE LA SEXUALIDAD URBANA

STEFANO BOERI
Arquitecto del Instituto Politécnico de Milán; profesor visitante de la Escuela de Diseño para Licenciados de la Universidad de Harvard; redactor jefe de la revista Abitare

En todas las habitaciones, en todas las casas, en todas las calles, en todas las ciudades, los movimientos, las relaciones y los espacios vienen definidos, entre otras cosas, en función de la lógica de la dinámica de atracción-repulsión sexual que existe entre los individuos. En el furor del coito pueden desaparecer súbitamente hasta las más insuperables barreras étnicas o religiosas. E incluso la más cálida y la más cohesionada de las comunidades puede terminar disolviéndose rápidamente en ausencia de una tensión erótica. Y para comprender la forma en que operan nuestras ciudades, marcadas por el cosmopolitismo y la multiplicidad de géneros, necesitamos dotarnos de una proxemia de la sexualidad urbana.

EL FRACASO ABRE LAS PUERTAS DEL ÉXITO

KEVIN KELLY
Redactor independiente de la revista Wired; autor de What Technology Wants

Podemos aprender prácticamente lo mismo de un experimento que no funcione que de otro que sí se revele operativo. El fracaso no es algo que debamos evitar sino una realidad que conviene cultivar. Esta es una lección de la ciencia que no solo resulta provechosa en la investigación de laboratorio, sino también en el campo del diseño, el deporte, la ingeniería, el arte, el espíritu empresarial e incluso la propia vida cotidiana. Todas las sendas de la creatividad generan sus mejores resultados cuando se asumen los fallos. Un gran diseñador gráfico será capaz de producir montones de ideas, pero será asimismo consciente de que la gran mayoría de ellas no llegarán a cuajar. Un magnífico bailarín no tarda en comprender que la mayor parte de los movimientos nuevos que se le ocurren jamás cosecharán el éxito. Y lo mismo cabe decir de cualquier arquitecto, ingeniero electricista, escultor, corredor de maratón, microbiólogo

o experto en ciernes en cualquier área de conocimiento. A fin de cuentas, ¿qué es la ciencia sino una forma de extraer una experiencia de las cosas que no funcionan, antes que una lección de aquellas que sí se revelan operativas? Lo que este instrumento cognitivo sugiere es que tratemos de alcanzar el éxito sin dejar de hallarnos en disposición de aprender de la serie de fracasos que quizá nos acechen por el camino. Más aún, la verdad es que deberíamos llevar hasta el límite, con tanta prudencia como determinación, las investigaciones exitosas o las metas logradas, hasta descubrir el punto en el que se quiebran, se caen, se estancan, se estrellan o fracasan.

No siempre se ha considerado al chasco una realidad tan noble. De hecho, en buena parte del mundo actual sigue sin admitirse que el fracaso constituya realmente una virtud. Se asume como un signo de debilidad, muy a menudo juzgado como un estigma que impide el disfrute de una segunda oportunidad. Son muchos los lugares del planeta en los que se enseña a los niños que el fracaso es sinónimo de desgracia y que es preciso hacer todo cuanto esté en nuestras manos para alcanzar el éxito y evitar el fiasco. Sin embargo, el ascenso de Occidente se debe en muchos aspectos al fomento de la tolerancia al fracaso. De hecho, muchos de los inmigrantes educados en una cultura que se muestra intolerante respecto del fracaso

logran prosperar y salir del estancamiento tan pronto como se trasladan a una cultura con capacidad para tolerar los reveses de la vida. El fracaso abre las puertas del éxito.

La principal innovación que la ciencia aporta en el caso de tener que encajar una derrota se concreta en la exposición de un método capaz de gestionar los contratiempos. De este modo, las meteduras de pata quedan reducidas y se les adjudica un perfil bajo, manejable y constante, instando a seguirles el rastro con vistas a su posterior enmienda. No puede decirse que los fracasos estrepitosos se produzcan de una forma verdaderamente deliberada, pero sí que, cada vez que algo no sale como debiera, se consigue encauzarlos a fin de poder aprender algo nuevo. La cuestión pasa entonces a girar en torno a la eventualidad de fracasar positivamente. La propia ciencia está aprendiendo a explotar mejor los resultados negativos. Debido a que su distribución resulte costosa, los resultados negativos no suelen compartirse, al menos no en la mayoría de los casos, lo cual limita a su vez la capacidad potencial que tienen dichas consecuencias adversas de acelerar el aprendizaje de terceras personas. Sin embargo, los resultados negativos —a los que cada vez se tiende más a conceder visibilidad pública (incluso en el caso de

aquellos experimentos que hayan conseguido mostrar que carecen de todo efecto constatable)— están convirtiéndose en una de las herramientas esenciales del método científico.

La idea de brindar una buena acogida al fracaso está vinculada con el concepto de romper las cosas para mejorarlas —y muy particularmente los objetos complejos —. Con mucha frecuencia, el único modo de perfeccionar un sistema complejo consiste en sondear sus límites, obligándolo a fallar de distintas formas. Por regla general, suele comprobarse la calidad de los programas lógicos que concibe la informática —que son una de las cosas más complejas que somos capaces de realizar a día de hoy— pidiendo a los ingenieros que busquen sistemáticamente modos de dejarlos bloqueados. De manera similar, una de las formas de solucionar los problemas que plantea un dispositivo complejo averiado consiste en forzar deliberadamente sus múltiples funciones, obligándolas a arrojar resultados negativos (o a mostrar fallos temporales) a fin de localizar la disfunción que causa el problema. En ocasiones, los grandes ingenieros muestran por las cosas que se estropean un respeto que a veces provoca el asombro de los legos en la materia, del mismo modo que los científicos acostumbran a manifestar, al enfrentarse al fracaso, una paciencia que

muy a menudo deja perplejo a quien no sea científico. Y, sin embargo, el hábito de recibir con los brazos abiertos los resultados negativos es uno de los trucos más básicos que existen para ponerse en disposición de alcanzar el éxito.

EL HOLISMO

NICHOLAS A CHRISTAKIS
Médico y científico social de la Universidad de Harvard; coautor (junto con James H. Fowler) de Conectados. El sorprendente poder de las Redes Sociales y cómo nos afectan

A unas personas les gusta construir castillos de arena y a otras destruirlos. Es muy posible que esto último resulte francamente divertido, pero lo que a mí me interesa es lo primero, puesto que le permite a uno tomar un buen puñado de diminutos cristales de sílice, triturados tras miles de años sometidos a la acción de las olas, usar las manos y construir una elaborada torre. Una serie de minúsculas fuerzas físicas rigen el modo en que cada una de esas partículas de arena interactúa con las que la rodean, permitiendo que el castillo se mantenga en pie —al menos sobre él la *force majeure* de un pie decidido a demolerlo—. Esa es, sin embargo, la parte que más me gusta: tras haber erigido la pequeña fortaleza de arena, retrocede uno un poco y la contempla. En la inmensa explanada de la playa ha surgido de pronto un objeto nuevo, algo que antes no se hallaba presente entre los infinitos granos de arena, un elemento surgido del propio

suelo, una realidad que refleja el principio científico del holismo.

En términos coloquiales suele resumirse la esencia del holismo invocando el aforismo de que «El todo es mayor que la suma de sus partes». No obstante, lo que a mí me interesa no son los ejemplos artificiales de dicho principio —aquellos en los que moldeamos deliberadamente la arena para levantar hermosos castillos, o el metal para construir aviones, o un conjunto de individuos a fin de convertirlos en una gran empresa—, sino más bien los casos naturales. Pueden encontrarse muchos y asombrosos ejemplos de ello en todas partes. Quizá los más impresionantes de todos cuantos quepa citar sean los del carbono, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, el azufre, el fósforo, el hierro y algún que otro elemento más, puesto que mezclados en la justa proporción constituyen el sustrato de la vida. Y la vida posee una serie de propiedades emergentes que no solo no se hallan presentes en ninguno de los elementos o partes que la integran sino que surgen de una forma que tampoco resulta predecible. Hay una especie de maravillosa sinergia entre las distintas partes que la componen.

De ahí que piense que el concepto científico capaz de mejorar el instrumental cognitivo del conjunto de los seres humanos es el holismo, esto es, la sólida

comprensión de que, en general, el conjunto tiene siempre propiedades que no solo no se hallan presentes en las partes sino que tampoco admiten ser reducidas al estudio de dichas partes.

Por ejemplo, los átomos de carbono poseen una serie de propiedades particulares cognoscibles, y esto tanto en el plano físico como en el químico. Sin embargo, los átomos pueden combinarse de distintos modos para formar grafito o diamantes, pongo por caso. Las propiedades de esas sustancias —el color oscuro y la consistencia blanda, la transparencia y la dureza— no son propiedades de los átomos de carbono, sino más bien del modo en que viene a ensamblarse un particular conjunto de átomos de carbono. Es más, las propiedades específicas que pueda poseer un determinado cúmulo de átomos de carbono dependerán por entero del modo en que estos se dispongan —formando láminas o pirámides —. Esas propiedades surgen debido a los enlaces que mantienen unidas entre sí a las distintas partes del todo. La comprensión de este extremo resulta crucial para poder construir una adecuada visión científica del mundo. Uno puede alcanzar a saber todo cuanto es posible conocer de las neuronas aisladas y no ser capaz de decir cómo funciona la memoria ni dónde se origina el deseo.

Se da también el caso de que la complejidad del todo

crece de acuerdo con una progresión que avanza mucho más rápidamente que el número de sus partes. Pensemos en el sencillo ejemplo de las redes sociales. Si tenemos un grupo de diez personas, el máximo número de conexiones posibles entre ellas es de 10 □ 9 / 2 = 45. Si incrementamos el número de personas hasta alcanzar las mil, el número de vínculos posibles se eleva a 1.000 □ 999 / 2 = 499.500. Por consiguiente, aunque el número de personas se haya multiplicado por cien (pasando de diez a mil), el número de vínculos posibles (y por consiguiente la medida de la complejidad del sistema) se ha multiplicado más de diez mil veces.

El holismo no es una idea que surja por sí sola. No consiste en apreciar lo simple, sino en valorar lo complejo —o viene a ser, en todo caso, una forma de apreciar la simplicidad y la coherencia que manifiestan las cosas complejas—. Y a diferencia, digamos, de lo que ocurre con la curiosidad o con el empirismo, la comprensión y la valoración del holismo exigen un cierto tiempo. Se trata de una actitud científica adulta. De hecho, en los últimos siglos, el proyecto científico cartesiano se ha dedicado a desmenuzar la materia en porciones cada vez más pequeñas como vía para alcanzar a comprender su comportamiento. Y la estrategia funciona hasta cierto punto, dado que resulta efectivamente posible alcanzar

una mejor comprensión de la materia dividiéndola en átomos, y después en protones, electrones y neutrones, y proseguir más tarde la partición con los quarks, los gluones, etcétera. Podemos entender el funcionamiento de los organismos fraccionándolos en órganos y luego en tejidos, en células, en orgánulos, en proteínas, en ADN y demás.

Sin embargo, volver a reconstituir las cosas a partir de sus componentes esenciales resulta notablemente más difícil, y es característico que dicha reconstrucción venga a formar parte de un proceso más tardío en el desarrollo de un científico o de una ciencia. Pensemos, por ejemplo, en lo complejo que resulta entender la forma en que operan conjuntamente las células de nuestro cuerpo, sobre todo si lo comparamos con hacerse una idea del funcionamiento de las células mismas. Hoy en día están surgiendo campos enteramente nuevos en el ámbito de la neurociencia, la biología de sistemas y el análisis de redes, ya que lo que se pretende es proceder justamente a esa comprensión. Y esos campos están brotando precisamente ahora, tras habernos pasado siglos pisoteando castillos a fin de comprender lo que había en su interior.

TANSTAAFL *

ROBERT R. PROVINE
Psicólogo y neurocientífico de la Universidad de Maryland; autor de *Laughter: A Scientific Investigation*

TANSTAAFL son las siglas de «*There Ain't No Such Thing As A Free Lunch*» («No existe almuerzo gratis»), una verdad universal dotada de una capacidad explicativa tan honda como amplia, no solo en el ámbito de la ciencia sino también en el de la vida cotidiana. La expresión se originó a raíz de una táctica que pusieron en práctica los restaurantes estadounidenses al decidir ofrecer una comida gratis a cambio de que el cliente pagara las bebidas —cuyo precio, claro está, resultaba exorbitante—. Robert Heinlein, uno de los grandes maestros de la ciencia-ficción es quien me ha dado a conocer la noción de TANSTAAFL a través de la obra titulada *La luna es una cruel amante*, publicada en el año 1966 y convertida hoy en un clásico. En ese libro aparece un personaje que advierte al lector el gravoso coste oculto de una comida gratis.

El carácter universal del hecho de que no sea posible conseguir algo a cambio de nada ha encontrado aplicación

en la esfera de unas ciencias tan dispares como son la física (en las leyes de la termodinámica) y la economía. En esta última disciplina, Milton Friedman utilizó una variante gramaticalmente mejorada de esta misma idea en su libro del año 1975 al titularlo precisamente así: *There's No Such Thing as a Free Lunch*. Los físicos están claramente al tanto del concepto de TANSTAAFL. Sin embargo, lo están bastante menos los muchos economistas políticos que se atrincheran en su mundo de quimeras.

Los estudiantes que acuden a mis clases han oído hablar en numerosas ocasiones de la idea de TANSTAAFL —desde los costes biológicos de la cola del pavo real hasta la realidad de nuestro sistema nervioso, que distorsiona la realidad física a fin de resaltar los cambios acaecidos en el tiempo y en el espacio—. En el primer caso, cuando las hembras realizan el recuento final de los méritos del macho, lo normal es que se decidan en función de la exquisitez del plumaje sexual del pavo dominante, dado que constituye un signo de vigor. En el segundo, los seres humanos encuentran un mayor valor adaptativo en la capacidad de detectar los acontecimientos sensoriales determinantes que en la posibilidad de medir con un elevado grado de precisión las variaciones de luz y sonido. En esos casos,

la «comida» —o el beneficio— se obtiene a un coste razonable, que viene determinado por la inexorable aunque honesta contabilidad de la selección natural, que realiza sus procesos sin retóricas ambiguas ni conjuros.

EL EMPIRISMO ESCÉPTICO

GERALD HOLTON
Titular de la cátedra Mallinckrodt de física y profesor emérito de historia de la ciencia de la Universidad de Harvard; coautor de Einstein for the 21st Century: His Legacy in Science, Art and Modern Culture

Tanto en el ámbito de la política como en el de la sociedad en general, las decisiones relevantes se fundan con excesiva frecuencia en suposiciones muy arraigadas, en presupuestos ideológicos o en dogmas —o, de lo contrario, en un precipitado pragmatismo incapaz de pararse a considerar las consecuencias que pueden derivarse a largo plazo de la adopción de una u otra determinación.

Por este motivo sugiero que abracemos un *empirismo escéptico*, esto es, una actitud ejemplificada en la meticulosa concepción y comprobación de todos los extremos en liza por la que acostumbra a regirse la buena práctica científica en sus investigaciones. Dicha actitud se diferencia del empirismo a secas que suele caracterizar los escritos del científico y filósofo Ernst Mach, que se niega a creer en la existencia de los átomos debido a que no puede «verlos».

No hay duda de que, tanto en la política como en la vida cotidiana, hay determinados asuntos que exigen la adopción de decisiones rápidas basadas en un conjunto de datos muy escaso o conflictivo. Sin embargo, precisamente por esa razón, también resultaría sensato poner en marcha un programa más ponderado de empirismo escéptico para abordar con él ese mismo asunto, aunque solo fuera con el objetivo de encontrarnos mejor preparados para las consecuencias, intencionadas o no, que pudieran derivarse de una decisión precipitada.

SISTEMAS ABIERTOS

THOMAS A. BASS
Catedrático de inglés de la Universidad Estatal de Nueva York, en Albany; autor de The Spy Who Loved Us

Este año, la revista *Edge* nos pide que señalemos un concepto científico capaz de «mejorar el equipamiento cognitivo de la gente corriente». Dado que no poseo la inteligencia suficiente como para idear un concepto por mí mismo, voy a abogar en favor de una opción que sin duda habrá de llevarse la palma. Podríamos llamarlo la «navaja multiusos» de los conceptos científicos, puesto que se trata de un término que contiene una notable cantidad de herramientas útiles para tratar de penetrar los enigmas cognitivos. Me estoy refiriendo a los sistemas abiertos, una idea que atraviesa el ámbito de la termodinámica y la física antes de orientarse hacia la antropología, la lingüística, la historia, la filosofía y la sociología para recalar, finalmente, en el mundo de los ordenadores, donde se ramifica y da lugar a nuevas ideas, como las de los códigos y los estándares abiertos.

La adopción de los estándares abiertos permite que los no profesionales que posean conocimientos

relacionados con el diseño de los sistemas informáticos vengan a perfeccionarlos, a interactuar con ellos o a ampliar de cualquier otro modo sus posibilidades. Dichos estándares son de carácter público y transparente, debido a que se puede acceder a sus detalles prácticamente en todas partes y a que ni los creadores ni los usuarios pagan regalías por ellos. Los estándares abiertos han impulsado la innovación en la Red y han posibilitado que esta prospere, convirtiéndose a un tiempo en un espacio de creatividad y de comercio.

Por desgracia, las compañías que prefieren rodearse de jardines vallados, estructurarse a base de departamentos empresariales aislados y dotarse de un conjunto de marcas registradas, aplicaciones, niveles de acceso escalonado y otros métodos estudiados para convertir a los ciudadanos en consumidores no participan del ideal de una Red abierta. Sus risueñas páginas web albergan sistemas de rastreo que les facilitan la generación de beneficios, pero son los mismos sistemas que acostumbran a apreciar igualmente los estados policiales de todo el mundo, dado que también ellos tienen un interés directo en los sistemas cerrados y en los métodos de vigilancia.

Ahora que la Red lleva veinte años rebosante de actividad y dando muestras de una caótica inventiva

hemos de hacer retroceder a las fuerzas que pretenden clausurarla. Y también han de embridarse de igual forma los demás sistemas que tienden a coartar la libertad de los intercambios. «Ciudadanos y ciudadanas, empuñad el arma que os ofrece el concepto de apertura.»

UNA HERENCIA NO INTRÍNSECA

GEORGE CHURCH
Catedrático de la Universidad de Harvard; director del Proyecto del Genoma Personal

Los apellidos Lysenko y Lamarck son prácticamente sinónimos de una mala praxis científica, peor aún que la de una ciencia simplemente mediocre, dadas las enormes repercusiones políticas y económicas que tuvieron sus desvaríos.

Entre los años 1927 y 1964, esto es, en el período en que se trazaron dogmáticamente las directrices de la agricultura y la ciencia soviéticas, Trofim Lysenko se las arregló para mantener en vigor la teoría que sostenía que las características adquiridas tienen un carácter hereditario. En la década de 1960, Andréi Sájarov y otros físicos soviéticos terminarían precipitando la caída de la camarilla de confabuladores que capitaneaba Lysenko, atribuyendo a sus integrantes la responsabilidad del «vergonzoso atraso de la biología soviética, y de su rama genética en particular [señalándoles asimismo como causantes de] la difamación, el despido, el arresto e incluso la muerte de muchos científicos auténticos

disconformes con los credos oficiales».

En el polo opuesto (aunque igualmente desprestigiado) del espectro que abarca la teoría genética se encuentra el movimiento eugenésico encabezado por Francis Galton, un movimiento que, a partir del año 1883, adquirió una popularidad creciente en un gran número de países, hasta que la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948 («el documento más traducido del mundo») estableció que «Los hombres y las mujeres, a partir de la edad núbil, tienen derecho, sin restricción alguna por motivos de raza, nacionalidad o religión, a casarse y fundar una familia».* No obstante, las campañas de esterilización forzosa siguieron realizándose hasta bien entrada la década de 1970. Las «abstracciones taquigráficas» al uso vendrían a decir que el lysenkoísmo sobrestimaba el impacto del entorno mientras que la eugenesia exageraba el papel de la genética.

La ceguera científica, o al menos una de sus formas, encuentra un adecuado caldo de cultivo en teorías que exhiben un atractivo político o religioso excepcional, como se comprueba en los casos anteriormente citados. No obstante, surge igualmente otro tipo de ceguera similar cuando nos recuperamos de los más catastróficos fracasos de la seudociencia (o de la ciencia misma). De los dos desastres genéticos antedichos cabría concluir que lo

único que debemos hacer es controlar la aparición de abusos en la manipulación de las células germinales que determinan la herencia humana. Si combináramos las lecciones prudenciales derivadas de los casos anteriores con el interminable y siempre larvado debate que todavía suscitan las teorías de Darwin podríamos desarrollar una vía que la evolución humana haya detenido o en la que el «diseño» no cumpla la menor función. Sin embargo, nos hemos adentrado ya notablemente en una nueva fase de la evolución que carece de todo precedente —una fase en la que deberemos establecer generalizaciones que vayan más allá de la cosmovisión que hoy mantenemos y que sigue girando en torno al ADN—. En la actualidad heredamos algunas características adquiridas. Siempre ha sido así, pero ahora este rasgo ha comenzado a mostrarse dominante, revelándose sujeto a un crecimiento exponencial. Aplicamos la eugenesia en el plano de la familia individual (en cuyo seno constituye un derecho), pero no en el plano gubernamental (donde se la considera un mal). Más aún, valiéndonos de la formación científica y de una serie de medicamentos, podríamos proponernos alcanzar las mismas metas desencaminadas que ya intentó materializar en su momento la eugenesia (como la obtención, por ejemplo, de una cierta uniformidad basada en unos supuestos rasgos «ideales»).

La evolución ha experimentado una aceleración que la ha hecho pasar de la velocidad geológica que llevaba hasta el momento a la cibernética urgencia que le ha imprimido Internet últimamente —y de hecho, aunque sigue recurriendo a las mutaciones aleatorias y a la selección natural, también se vale del diseño inteligente no aleatorio (lo cual acelera todavía más su cadencia)—. No solo estamos perdiendo especies a causa de la extinción, también están desapareciendo como consecuencia de la fusión. Han desaparecido las barreras interespecíficas que mantenían aislados a los seres humanos de ciertas bacterias y plantas —y ni siquiera hay ya separación entre los seres humanos y las máquinas.

Las abstracciones taquigráficas no son sino uno de los instrumentos que empleamos para generar el «efecto Flynn», esto es, el derivado del incremento que registra en todo el mundo el promedio de las puntuaciones de cociente intelectual que se alcanzan en los test de inteligencia. ¿Cuántas personas notaron el pequeño avance que supuso en su momento el hecho de que las Pruebas de Evaluación Académica permitieran la utilización de las calculadoras electrónicas? ¿Cuántos hemos participado en conversaciones léxicamente perfeccionadas mediante el uso cuasi indisimulado de Google o el recurso a los mensajes de texto? Sin llegar siquiera a evocar aquí el

advenimiento de la inteligencia artificial, ¿cuánto nos falta para comenzar a incrementar de forma normal nuestra capacidad de tomar decisiones, del mismo modo que hemos mejorado nuestra habilidad matemática, nuestra memoria y nuestros músculos?

http://educaciondemillonarios.blogspot.com

EL SÍNDROME DE LA CONSTANTE MODIFICACIÓN DE LOS VALORES INICIALES

PAUL KEDROSKY
Director del blog Infectious Greed; asesor principal de la Fundación Kauffman

En el año 1497, al llegar John Cabot al Gran Banco de pesca situado frente a las costas de Terranova, quedó perplejo ante la visión que se ofrecía a sus ojos. Peces, peces por todas partes, y en unas cifras que apenas alcanzaba a figurarse. Según refiere Farley Mowat,* Cabot escribió que en las aguas de esa zona «bullía tal cantidad de peces [que no solo] podían cogerse con una red, sino también con cestas sumergidas y [lastradas] con una piedra». De este modo, la industria pesquera conoció un auge inaudito por espacio de quinientos años, pero en 1992 la euforia llegaría a su fin. Las pesquerías de bacalao del Gran Banco de Terranova se agotaron, y el gobierno canadiense se vio obligado a cerrar completamente el acceso de los faeneros a la zona, condenando al paro a treinta mil pescadores. El banco no ha logrado recuperarse desde entonces.

¿Cuál fue el error cometido? Lo cierto es que, en realidad, no había sido uno solo, sino muchos, desde la introducción de los buques-factoría a una inadecuada supervisión, pero en buena medida el hecho de considerar normal cada uno de los pasos que finalmente habrían de conducir al desastre contribuiría a fomentar y a enconar el problema. A lo largo de la transición de la plétora al desplome se juzgó que lo que estaba sucediendo respondía a una situación corriente, hasta el momento mismo en el que los bancos de pesca se vieron fundamentalmente borrados del mapa.

En el año 1995, Daniel Pauly, un experto en pesquerías acuñó una expresión para explicar esta inquietante negligencia ecológica: le dio el nombre de «síndrome de la constante modificación de los valores iniciales». Esta es la primera formulación que realizó Pauly del mencionado síndrome:

> Cada nueva generación de estudiosos de las pesquerías acepta como valor inicial el tamaño de la población y la composición de especies que encuentra al arrancar su carrera profesional, valiéndose de esos datos para valorar los cambios que constata. Cuando la siguiente generación de biólogos marinos comienza su andadura científica, la población de peces ha experimentado un nuevo declive, pero será la población registrada en ese momento la que sirva como valor inicial. Obviamente, el resultado es un gradual descenso del estado basal, o lo que es lo mismo: una paulatina adaptación a la progresiva y silente desaparición de los recursos pesqueros.

Estamos pues ante un caso de ceguera, estupidez y olvido intergeneracional de los datos pertinentes. La mayor parte de las disciplinas científicas cuentan con una cronología empírica de largo recorrido, pero son numerosos los casos en que se constata que no ocurre lo mismo con las disciplinas relacionadas con la ecología. Los ecólogos nos vemos obligados a basar nuestras decisiones en informaciones de segunda mano y de carácter anecdótico. No disponemos de los datos suficientes para saber lo que es normal, de manera que nos convencemos a nosotros mismos de que lo que tenemos delante es precisamente lo normal.

Sin embargo, en muchas ocasiones no se trata de algo normal en absoluto. Muy al contrario, la situación se perfila ante nosotros como un estado basal que va modificándose de forma constante e insidiosa, y lo que al final ocurre no se diferencia demasiado de lo que sucede cuando nos convencemos a nosotros mismos de que los inviernos siempre han sido así de cálidos o así de propensos a las grandes nevadas; o de lo que se produce cuando nos persuadimos a nosotros mismos de que el número de ciervos de los bosques del este de Norteamérica siempre ha sido así de elevado; o de lo que ocurre cuando nos parece estar seguros de que los actuales niveles de consumo de energía per cápita que se

registran en el mundo desarrollado son normales... Todos los ejemplos que acabo de citar son valores iniciales sujetos a una constante modificación, situaciones en las que la inadecuación de nuestros datos —ya sean estos de origen personal o científico— proporciona un peligroso pretexto para pasar por alto uno o varios cambios relevantes de entre los muchos que se producen a largo plazo en el mundo que nos rodea.

Una vez que se ha entendido en qué consiste, el síndrome de la constante modificación de los valores iniciales le obliga a uno a preguntarse continuamente qué es una situación normal. ¿Lo es esta? ¿Lo era aquella otra? Y lo que no reviste menos importancia: la conciencia del mencionado síndrome nos induce a interrogarnos acerca de la forma en que llegamos a «saber» que algo es efectiva o supuestamente normal. Y en caso de que no lo fuera, deberemos dejar necesariamente de modificar los estados basales para pasar a tomar medidas orientadas a corregir el sesgo del proceso antes de que sea demasiado tarde.

PERMA

MARTIN SELIGMAN
Titular de la cátedra Familia Zellerbach de psicología y director del Centro de Psicología Positiva de la Universidad de Pensilvania; autor de La vida que florece. Un nuevo enfoque para comprender la felicidad y el bienestar, y lo que se necesita para conseguirlos

¿Es posible obtener un bienestar global?

Es habitual que los científicos se dediquen a predecir la distopías como la guerra nuclear, la superpoblación, la escasez de energía, la selección disgenética, la difusión de la mentalidad simplista y otras cosas por el estilo. La gente no le presta demasiada atención a uno si se dedica a predecir que el futuro de los seres humanos va a salir bien. Con todo, me propongo augurar que efectivamente todo vaya a converger en un futuro positivo para la humanidad, pero lo cierto es que las probabilidades de concreción de un porvenir de ese tipo aumentan si pensamos en él de forma sistemática. Podemos empezar por establecer cuáles son los elementos medibles del bienestar para preguntarnos a continuación cómo materializar esos elementos. Mi enfoque se centra únicamente en la medición.

El bienestar es un concepto que guarda relación con lo que los individuos y las sociedades consideran que les beneficia, o con todo aquello que no genera indiferencia, si se prefiere. Los elementos integrantes del bienestar han de ser exclusivos, han de poder medirse independientemente unos de otros y han de agotar asimismo la cuestión —al menos en términos ideales—. Creo que esos elementos son cinco, y creo también que pueden resumirse en un práctico acrónimo, PERMA:*

P: Emoción positiva
E: Compromiso
R: Relaciones positivas
M: Significado y sentido
A: Logro

En el transcurso de la última década ha habido un notable avance en la medición de estos elementos. Considerados en conjunto, los elementos que integran la noción de PERMA definen un índice de bienestar más completo que el de la idea de que nos sintamos «satisfechos de la vida», permitiendo además combinar los indicadores objetivos con los subjetivos.

La noción de PERMA puede valorar el bienestar de los individuos, pero también el de las empresas o las ciudades. Hace poco, el Reino Unido decidió medir el

bienestar de la nación para incluir su valor entre los criterios que permiten estimar el grado de éxito atribuible a sus políticas públicas —junto con el cálculo del producto interior bruto.

El concepto de PERMA es, en realidad, una abstracción taquigráfica que alude al conjunto de condiciones que posibilitan la vida psíquica y social.

¿Qué relación guardan las condiciones que dificultan la vida —como la pobreza, la enfermedad, la depresión, la agresión y la ignorancia— con la idea de PERMA? Las condiciones que dificultan la vida obstaculizan los elementos de la noción de PERMA, pero no eliminan su necesidad. Es importante resaltar que la relación entre la depresión y la felicidad no es de –1,00, sino que se sitúa tan solo en un valor próximo a –0,35, mientras que, por su parte, el efecto de los ingresos en la sensación de satisfacción vital que pueda uno tener se revela notablemente curvilínea, de manera que el incremento de los ingresos genera una satisfacción vital cada vez menor cuanto más nos alejemos del nivel en el que las retribuciones constituyen una red de seguridad.

Tradicionalmente, tanto la ciencia como las políticas públicas se han centrado únicamente en remediar las condiciones que dificultan la vida, pero los índices de PERMA sugieren que este enfoque resulta insuficiente. Si

queremos alcanzar un bienestar global, deberemos medir los elementos contenidos en la idea de PERMA, tratando al mismo tiempo de llevarlos a efecto. Este mismo principio parece ser aplicable en la vida personal de los individuos: si uno quiere florecer en el plano personal, el hecho de librarse de la depresión, de la ansiedad, de la cólera y de la obsesión de amasar riquezas no alcanzará a cubrir el objetivo sin construir directamente los elementos incluidos en la noción de PERMA.

¿Y qué es lo que se sabe de las fórmulas que permiten materializar los elementos de PERMA?

Puede que la pregunta de *Edge* para el año 2012 termine siendo esta: «¿Cómo puede contribuir la ciencia a la consecución de un bienestar global?».

JUEGOS DE SUMA POSITIVA

STEVEN PINKER
Titular de la cátedra Familia Johnston del Departamento de Psicología de la Universidad de Harvard; autor de El mundo de las palabras. Una introducción a la naturaleza humana

Un juego de suma cero es una interacción en la que las ganancias o los beneficios que obtiene una de las partes igualan a las pérdidas que sufre la parte contraria, con lo que la suma de sus ganancias y pérdidas es cero —o con lo que se obtiene una suma, por expresarlo con mayor precisión, que se mantiene constante en todas las combinaciones de las líneas de acción que adoptan los integrantes de ambas partes—. Las competiciones deportivas son un ejemplo perfecto de lo que son los juegos de suma cero. No es que ganar no lo sea todo, es que ganar es lo único que importa, de modo que los tipos bondadosos acaban siempre en las últimas posiciones. Un juego que no sea de suma cero —esto es, un juego o situación de suma no nula— es una interacción en la que algunas de las combinaciones de las acciones que integran dichos juegos generan una ganancia neta (esto es, una suma positiva) o una pérdida igualmente neta (o sea, una

suma negativa) para los dos participantes. La comercialización de los excedentes, como ocurre cuando los pastores y los agricultores truecan la lana y la leche por sacos de grano y de fruta es el ejemplo por antonomasia de este tipo de situaciones, y lo mismo puede decirse del intercambio de favores, como sucede cuando la gente decide cuidar de sus respectivos hijos estableciendo un sistema de turnos.

En un juego de suma cero, un actor o una actriz racionales que trataran de obtener para sí mismos la mayor ganancia posible estarían intentando maximizar necesariamente la pérdida del actor contrario. En un juego de suma positiva, un actor racional y egoísta podría beneficiar al otro actor al permitirle disfrutar de las mismas opciones que le benefician. O por expresarlo en términos más coloquiales, solemos denominar situaciones de ganador-ganador a los juegos de suma positiva y captamos dicha idea con estereotipos como el de que «todo el mundo sale beneficiado».

John von Neumann y Oskar Morgenstern introdujeron en el año 1944, al concebir la teoría de juegos matemática, los conceptos de suma cero, suma no nula, suma positiva, suma negativa, suma constante y suma variable. La herramienta Books Ngram de Google muestra que la popularidad de todos estos términos viene

incrementándose en lengua inglesa desde la década de 1950, y que la expresión coloquial «ganador-ganador» (o «*winwin*»), emparentada con ellos, comenzó a experimentar un ascenso similar en la década de 1970.

Una vez que las personas inician una interacción, las decisiones tomadas no determinan si se hallan o no en un juego de suma cero o en uno de suma no nula, ya que el juego es parte del mundo en el que ambas viven. Sin embargo, al desechar algunas de las opciones que tienen sobre la mesa, es posible que la gente tenga la impresión de que los actores se hallan inmersos en un juego de suma cero cuando en realidad lo que les ocupa es un juego de suma no nula. Es más, los actores pueden cambiar las características del mundo para lograr que su interacción se encuadre en las características propias de un juego de suma no nula. Por este motivo, cuando las personas cobran conciencia de que la teoría de juegos es la que estructura realmente su interacción (es decir, la que les indica si se encuentran en una situación positiva, negativa o de suma cero) pueden tomar decisiones que les permitan obtener valiosos resultados —como un mayor grado de seguridad, armonía o prosperidad— sin tener que incrementar ni las virtudes que les adornan ni la nobleza de su comportamiento.

Pondré algunos ejemplos: los colegas o los parientes

que se enzarzan en continuas disputas se avendrán a tragarse el orgullo y preferirán aceptar sus pérdidas o soportarlas a fin de disfrutar de la cordialidad de trato que de ello se deriva en lugar de asumir el coste de una situación marcada por el constante estallido de disputas surgidas al calor de la esperanza de salir vencedor en ese interminable choque de voluntades. Las dos partes que intervienen en una negociación acceden a situar sus aspiraciones en un punto situado a medio camino de sus respectivas posiciones de partida con tal de «llegar a un acuerdo». Los cónyuges que se divorcian terminan comprendiendo que está en su mano reorientar el desacuerdo y pasar de esforzarse en sacar, cada uno por su lado, la máxima tajada posible del otro —enriqueciendo de paso a sus respectivos abogados— a tratar de conservar la máxima suma de dinero posible para ambos poniéndose de acuerdo fuera de los despachos y ahorrándose así las gravosas horas de trabajo de Dewey, Cheatham y Howe.* La gente corriente acaba comprendiendo que los intermediarios económicos (en especial las minorías étnicas que se especializan en ese nicho comercial, como los judíos, los armenios, los chinos afincados lejos de su país natal y los indios expatriados) no son parásitos sociales que se dedican a medrar a costa de sus clientes, sino creadores de juegos

de suma positiva que enriquecen a todo el mundo con su propia prosperidad. Los países han entendido asimismo que el comercio internacional no beneficia a los socios comerciales extranjeros en detrimento de la nación propia sino que, además de constituir un elemento favorable para las dos partes integrantes de la transacción, las aleja del proteccionismo empobrecedor y las anima a asumir un sistema de economía abierta capaz de enriquecer a todos los intervinientes (como han señalado siempre los economistas clásicos) y de eliminar al mismo tiempo los incentivos conducentes a la guerra y el genocidio (como han alcanzado a mostrar recientemente los científicos sociales). Los países belicosos deponen las armas y optan por compartir los dividendos de la paz en lugar de empeñarse en obtener una o más victorias pírricas.

Evidentemente, hay que convenir en que algunas de las interacciones humanas son realmente de suma cero, y en este sentido la competencia encaminada a conseguir un compañero o una compañera es uno de los más descollantes ejemplos biológicos. Además, siempre puede darse el caso de que una de las partes trate de conseguir una ventaja individual a expensas del bienestar común, incluso en el caso de los juegos de suma positiva. Sin embargo, la plena comprensión de los riesgos y los costes que conlleva la estructura de la interacción que define la

teoría de juegos (y muy particularmente si se trata de una interacción repetida, ya que en tal caso la tentación de intentar conseguir una ventaja en uno de los intercambios puede convertirse en una penalización cuando los roles se inviertan en la oportunidad siguiente) podría constituir un argumento contrario a varias de las formas que adopta la explotación miope.

¿Puede decirse que el hecho de que desde el año 1950 aumente la conciencia de que el carácter de las interacciones de suma cero o suma no nula (ya se formule dicha comprensión en esos términos o en otros) conduce a una situación de mayores posibilidades de paz y prosperidad en el mundo? No sería inverosímil pensar que sí. El comercio internacional y la integración en las distintas organizaciones internacionales se han disparado en las décadas en que el pensamiento relacionado con la teoría de juegos ha impregnado el discurso popular. Y tal vez no hay nada casual en que el mundo desarrollado haya asistido a un tiempo a un espectacular crecimiento económico y a un declive históricamente inaudito de varias de las formas características de la violencia institucionalizada, como el enfrentamiento bélico entre grandes superpotencias, el estallido de guerras entre estados prósperos, la perpetración de genocidios y la explosión de letales disturbios étnicos. Desde la década

de 1990, este tipo de bendiciones han comenzado a incrementarse igualmente en el mundo en vías de desarrollo, debido en parte al hecho de que los países que lo integran han abandonado sus ideologías fundacionales —unas ideologías que glorificaban la existencia de una lucha de clases de suma cero en el seno de la sociedad y una pugna del mismo tipo entre las naciones— para pasar a abrazar ideas que ensalzan la cooperación comercial de suma positiva. (Todas estas afirmaciones pueden corroborarse acudiendo a la literatura propia de los estudios internacionales.)

El enriquecimiento y los efectos pacificadores que se derivan de la participación en los juegos de suma positiva son muy anteriores a la conciencia que hemos cobrado recientemente de dicho concepto. Los biólogos John Maynard Smith y Eörs Szathmáry han argumentado que las principales transiciones que se han registrado a lo largo de la historia de la vida han estado presididas por una dinámica evolutiva capaz de generar juegos de suma positiva: eso es justamente lo que sucedió con el surgimiento de los genes, los cromosomas, las bacterias, las células provistas de núcleo, los distintos organismos, la reproducción sexual y las sociedades animales. En cada uno de los diferentes procesos de transición de una fase a otra, los agentes biológicos pasaron a formar parte de

conjuntos de mayores dimensiones en los que realizaban distintas tareas especializadas al objeto de intercambiar beneficios con el todo y de desarrollar elementos de salvaguarda destinados a evitar que una de las partes integrantes de un determinado conjunto pudiera explotar al resto en detrimento del todo. El periodista Robert Wright ha trazado esquemáticamente un perfil evolutivo similar en un libro titulado *Nonzero*, haciéndolo extensivo a la intrahistoria de las sociedades humanas. El hecho de que las personas cultas reconozcan explícitamente el significado y las implicaciones de la abstracción taquigráfica denominada «juegos de suma positiva», o de otras expresiones relacionadas con ella, podría estar dando alas al proceso que acaso empieza a despuntar en el mundo de las decisiones humanas pese a llevar varios miles de millones de años operando en la esfera natural.

ARRIMARSE A LOS DEMÁS TAMBIÉN ES LUCHAR POR LA VIDA

ROGER HIGHFIELD
Director de la revista New Scientist; coautor (junto con Martin Nowak) de Supercooperadores

Todo el mundo está familiarizado con la lucha por la existencia. Una de las consecuencias de la revolucionaria obra de Charles Darwin es que nos ha permitido comprender que la competencia constituye el núcleo mismo de la evolución. El más apto sale vencedor en esa interminable «y severísima lucha por la vida», por emplear sus mismas palabras, mientras que todos los demás han de perecer por fuerza. En consecuencia, todas las criaturas que actualmente reptan, nadan o vuelan poseen antepasados que en su día lograron reproducirse con mayor frecuencia y éxito que sus desafortunados competidores.

Esto se refleja en la forma en que la gente concibe la vida como una realidad presidida por la competencia. Los ganadores se lo quedan todo y los tipos bondadosos acaban siempre en las últimas posiciones. Tratamos de alcanzar invariablemente el primer puesto. Lo que nos

motiva es el egoísmo. De hecho, se dice que incluso nuestros genes son egoístas.

Con todo, la historia de la biología no se agota en la competencia.

Dudo de que haya mucha gente que comprenda que, paradójicamente, una de las formas de alzarse con el triunfo en la pugna por la existencia es procurar arrimarse a otras personas para, de ese modo, luchar mejor por la vida: me estoy refiriendo a la cooperación.

Lo cierto es que ya cooperamos en notable medida. Hasta las más simples actividades de la vida cotidiana llevan aparejada una dosis de cooperación mucho mayor de lo que uno pudiera suponer. Pensemos, por ejemplo, en que una buena mañana nos detenemos en una cafetería para desayunar un capuchino y un cruasán. Disfrutar de tan sencillo placer puede implicar el desvelo de un pequeño ejército de personas pertenecientes al menos a una docena de países. La idea misma de ofrecer ese desayuno descansa asimismo en un enorme número de nociones que han ido difundiéndose por todo el mundo, generación tras generación, gracias al lenguaje.

Hoy empezamos a entender de formas novedosas todo aquello que nos hace trabajar de común acuerdo. Basándose en la obra de otros muchos autores, Martin Nowak, de la Universidad de Harvard, ha logrado

identificar al menos cinco mecanismos básicos de cooperación. Lo que me parece sorprendente es que Nowak muestre que las matemáticas describen tan claramente la forma en que colaboramos los seres humanos como la caída de la manzana que un día vino a impactar contra el suelo del jardín de Newton. Esta nueva forma de comprender las cosas tiene hondas implicaciones.

La cooperación que mantienen los seres humanos en el plano global está a punto de cruzar un umbral muy concreto. La acelerada riqueza y el poderío industrial del creciente número de habitantes de la Tierra —que en sí mismo constituye ya un triunfo de la cooperación— está agotando la capacidad de nuestro planeta para proporcionarnos sustento a todos. El origen de muchos de los problemas que hoy vienen a erigirse como un desafío ante nosotros se remonta a la existencia de una profunda tensión entre lo que resulta bueno y deseable para el conjunto de la sociedad y lo que se revela igualmente bueno y deseable para un determinado individuo. Podemos encontrar dicho conflicto en todo un conjunto de problemas de carácter global, como el cambio climático, la contaminación, el agotamiento de los recursos, la pobreza, el hambre y la superpoblación.

Como argumentara en una ocasión el ecólogo

estadounidense Garrett Hardin, la tecnología por sí sola es incapaz de resolver las cuestiones que mayor envergadura presentan, como salvar el planeta y maximizar la esperanza de vida colectiva de la especie *Homo sapiens*. Si estamos llamados a salir airosos de la lucha por la existencia y realmente tenemos en nuestra mano evitar una abrupta caída, no nos queda más remedio que extraer el máximo provecho de esa fuerza extraordinariamente creativa que es la cooperación. A todos nos incumbe perfeccionar y extender los alcances de nuestra facultad de colaborar.

La obra de Nowak contiene un mensaje más profundo. Hasta ahora, la evolución no se regía sino por dos únicos principios básicos —la mutación y la selección—. En dicha situación, el primer elemento era el encargado de generar la diversidad genética precisa, mientras que el segundo escogía a los individuos mejor adaptados a un determinado entorno. Hoy hemos de aceptar necesariamente que la cooperación es el tercer principio. De la cooperación puede brotar la vertiente constructiva de la evolución, ya sea en el plano de los genes, en el de los organismos, en el del lenguaje o en el de la complejidad extrema de las conductas sociales en que se apoya la sociedad moderna.

LA LEY DE LA VENTAJA COMPARATIVA

DYLAN EVANS
Conferenciante de ciencias de la conducta de la Facultad de Medicina del Colegio Universitario de Cork, Irlanda; autor de Introducing Evolutionary Psychology: A Graphic Guide

No es difícil identificar la disciplina en la que ha de buscarse el concepto científico que optimiza el equipamiento cognitivo de la gente, ya que el campo en cuestión tiene que ser necesariamente el de la economía. No se trata en realidad de que no exista ningún otro campo de estudio que contenga tantas ideas, o de que en ningún otro se pasen por alto con tanta frecuencia esas mismas ideas, se trata de que no es posible señalar ninguna otra área en la que ese comportamiento tenga un coste tan elevado para quienes cultivan la disciplina y para el resto del mundo. Lo difícil es contenerse y no tomar sino una de las muchas ideas de ese tipo que han sabido desarrollar los economistas.

Tras una seria reflexión, he optado por escoger la ley de la ventaja comparativa, una ley que explica los beneficios que el comercio puede aportar a las dos partes de una transacción dada, incluso en el caso de que una de

ellas se revele más productiva que la otra en todos los sentidos. En una época marcada por el creciente proteccionismo resulta más importante que nunca reafirmar el valor del libre comercio. Dado que los intercambios comerciales relacionados con la mano de obra equivalen poco más o menos al comercio vinculado con las mercancías, la ley de la ventaja comparativa explica por qué la inmigración constituye casi invariablemente un factor positivo —extremo que también es preciso subrayar en un período de tiempo en el que la xenofobia va en aumento.

Al topar con la bien intencionada pero en último término errónea oposición a la globalización, hemos de celebrar los notables beneficios que nos han reportado el comercio internacional y la lucha por conseguir un mundo más integrado.

LA SERENDIPIA ESTRUCTURADA

JASON ZWEIG
Periodista; columnista del Wall Street Journal especializado en el análisis de la economía personal; autor de Your Money and Your Brain

La creatividad es una flor frágil, pero es posible que admita ser fertilizada mediante una dosis sistemática de descubrimientos inesperados (serendipia). Hace ya varias décadas, el psicólogo Sarnoff Mednick mostró que algunas personas logran detectar mejor que otras las asociaciones que enlazan conceptos aparentemente aleatorios. Cuando se pide a un determinado grupo de sujetos que señalen la cuarta idea que sigue en su asociación lógica a las de «rueda», «electricidad» y «alta tecnología», los individuos que sacan buenos resultados en otras pruebas de creatividad responderán rápidamente: «silla».* En época más reciente, las investigaciones realizadas por Mark Jung-Beeman en el Laboratorio de Neurociencias Cognitivas de la Universidad Northwestern han permitido descubrir que los destellos intuitivos súbitos —concretados en instantes que denominamos «¡Ajá!» o «¡Eureka!»— se producen cuando la actividad

cerebral modifica bruscamente su foco de atención. La cuasi extática percepción que nos lleva a exclamar «¡Ah, claro!» parece generarse cuando el cerebro logra dejar a un lado la información visual de carácter inmediato o familiar.

Eso podría explicar que muchos de nosotros cerremos los ojos (y muy a menudo sin darnos cuenta) justo antes de proferir el triunfal «¡Ah, claro!». El hallazgo sugiere igualmente, al menos a mi juicio, que es posible fomentar deliberadamente la creatividad provocando una o más modificaciones en el medio ambiente. Existen dos estrategias que parecen prometedoras: cambiar lo que se aprende y variar el lugar en que se realiza ese aprendizaje. Personalmente intento leer todas las semanas algún artículo científico de algún campo que me resulte desconocido, y estudiarlo además en un emplazamiento distinto cada vez.

De este modo, es frecuente que me vengan a la cabeza, como surgidas de la nada, algunas asociaciones de ideas nuevas. Y lo más intrigante es que tengo la impresión de que se forman en secreto otras ideas que aguardan el momento oportuno para surgir y venir a ocupar rapidísimamente el lugar que les corresponde. Nunca intento forzar el afloramiento consciente de esas asociaciones, ya que son como las hojas de la mimosa

púdica, que se retraen si alguien las toca pero que se expanden si se las deja en paz.

El sociólogo Robert Merton ha argumentado que muchos de los grandes descubrimientos de la ciencia han surgido a consecuencia de un hallazgo inesperado. Siendo lego en cuestiones científicas, aunque aficionado a ellas, todo cuanto espero lograr al lanzarme a recorrer los senderos del feliz hallazgo casual es encontrar alguna idea nueva, o acceder a la posibilidad de combinar las antiguas de una forma que todavía no se le haya ocurrido a ninguna otra persona. Por consiguiente, me limito a dejar que me guíe la curiosidad adonde quiera que parezca querer dirigirse, un poco a la manera de la tablilla parlante que sobrevuela el tablero de una güija.

Me entrego a estas prácticas de lectura en lugares apartados en mi tiempo libre, puesto que resultaría difícil justificar ese comportamiento ante los directores de mi periódico si me dedicara a ello en las horas de trabajo. Sin embargo, los momentos más felices que alcancé a vivir el año pasado se produjeron en el transcurso de una investigación destinada a redactar un artículo sobre el hecho de que cada vez haya más artistas del timo entrados en años que se dedican a estafar a los inversores de edad igualmente avanzada. Más tarde comprendí, para secreto regocijo personal, que me había sido posible mejorar

bastante el artículo gracias a la circunstancia de haber podido leer una serie de ensayos breves relacionados con la constatación de conductas altruistas en los peces (*Lambroides dimidiatus*).

Si logro hacer bien mi trabajo, los lectores que me prestan asiduamente su atención nunca llegarán a imaginar que yo pueda dedicar una buena parte de mi tiempo de ocio a leer publicaciones como *Current Biology*, *The Journal of Neuroscience* y *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. Si es efectivamente cierto que esas lecturas me ayudan a encontrar nuevas formas de entender el mundo de las finanzas, como sospecho que ocurre, mis lectores se beneficiarán indirectamente de ello. Y si no es así, lo único que saldrá perjudicado es mi tiempo libre, ya que lo habré malgastado inútilmente.

Desde mi punto de vista, todos deberíamos invertir unas cuantas horas a la semana en la lectura de uno o más textos de investigación que se hallen manifiesta y totalmente desvinculados de nuestro quehacer diario, dedicándoles además nuestra atención en un entorno que no tenga nada que ver con el espacio de trabajo en el que nos desenvolvemos habitualmente. Esta forma de provocar la serendipia podría aumentar nuestra creatividad, y en todo caso dudo de que pueda resultarnos pernicioso.

EL MUNDO ES IMPREDECIBLE

RUDY RUCKER
Matemático; informático; precursor del cyberpunk; novelista; autor de Jim and the Flims

Los medios de comunicación buscan las causas inmediatas tanto de las ganancias inesperadas que nos ofrece la vida como de los desastres que pueden surgir en ella. El público quiere que se bloquee la incidencia de los acontecimientos negativos y que, en cambio, se canalicen las fuerzas que contribuyen a los positivos. Los legisladores proponen nuevas normativas, permanentemente empeñados en sofocar infructuosamente incendios apagados hace un año y apostando eternamente por los caballos ganadores de ayer.

He aquí una verdad escasamente conocida: todos los aspectos del mundo son fundamentalmente impredecibles. Es algo que los informáticos han demostrado hace ya mucho tiempo.

¿Y cómo lo han logrado? Predecir un acontecimiento equivale a conocer un atajo para prever el resultado. Un simple recuento muestra que no hay suficientes atajos para todos los acontecimientos posibles. De aquí se deduce

que la mayor parte de los procesos no pueden predecirse. Otro argumento, de mayor calado en este caso, juega con el hecho de que si uno pudiese predecir sus propias acciones no le resultaría difícil violar deliberadamente las previsiones realizadas, lo que significa que, en último término, dichas predicciones resultarían erróneas.

A menudo suponemos que el carácter impredecible de los acontecimientos se debe bien a los cambios aleatorios que los espíritus superiores introducen en el desarrollo de las cosas, bien a la vil espuma cuántica. Sin embargo, la teoría del caos y las ciencias informáticas nos indican que los sistemas no aleatorios son perfectamente capaces de generar sorpresas de su propia cosecha. Un tornado imprevisto, la caja de caudales de dibujos animados que aterriza en el cráneo del pobre tío George, el golpe de palanca ganador que se da a una máquina tragaperras...: las cosas raras eluden toda forma de cálculo. El mundo se las arregla para revelarse a un tiempo determinista e impredecible.

En el mundo físico, el único modo de conocer con detalle el tiempo que puede hacer mañana consiste en esperar veinticuatro horas y ver lo que ocurre realmente, pese a que ninguno de los mecanismos implicados esté en modo alguno gobernado por el azar. El universo es la única entidad capaz de calcular el clima de mañana del

modo más eficiente y rápido posible. Y como todo modelo realizado a inferior escala se revelará inexacto, el menor error terminará por amplificarse y concretarse en consecuencias de magnitud palpable.

En el plano personal, y a pesar de que el mundo sea tan determinista como un programa informático, sigue resultando imposible predecir lo que se va a hacer. Esto se debe a que nuestro método de predicción implica una simulación mental de nuestra propia persona, construyéndose así un modelo que genera sus resultados a menor velocidad que uno mismo. No es posible pensar más rápido de lo que ya se piensa. No podemos encaramarnos sobre nuestros propios hombros.

Perseguir el sueño imposible de una diminuta y mágica teoría capaz de permitirnos realizar rápidos y detallados cálculos relacionados con el futuro es una simple pérdida de tiempo. Nos es imposible predecir, e igualmente imposible resulta controlar el mundo. La aceptación de este hecho puede constituir un motivo de liberación y paz interior. Somos parte del mundo, un mundo que se halla en constante despliegue, de modo que todo cuanto podemos hacer es surcar las caóticas olas que ese avance genera.

http://educaciondemillonarios.blogspot.com

LA ALEATORIEDAD

CHARLES SEIFE
Profesor de periodismo de la Universidad de Nueva York; ex colaborador de la revista Science; autor de Proofiness: The Dark Arts of Mathematical Deception

Nuestro propio cerebro se rebela ante la sola idea de la aleatoriedad. Nuestra evolución como especie nos ha terminado convirtiendo en unos exquisitos descubridores de pautas e invarianzas. Mucho antes de que surgiera la ciencia comprendíamos ya que un cielo de color rojo asalmonado presagiaba el estallido de una peligrosa tormenta o que el congestionado rostro de un bebé significaba que teníamos por delante una mala noche. Nuestra mente trata de colocar automáticamente los datos de que dispone en un marco que nos permita hallar sentido a nuestras observaciones y utilizarlas para comprender y predecir acontecimientos.

Si la aleatoriedad resulta tan difícil de comprender es porque contradice nuestros instintos, dedicados siempre a la búsqueda de pautas. Lo que la aleatoriedad nos dice es que a veces no hay pauta alguna que encontrar. En consecuencia, la aleatoriedad se constituye en uno de

los límites fundamentales con los que topa nuestra intuición. Se trata de un concepto que nos indica que existen procesos cuyos resultados no alcanzamos a predecir del todo. Es una noción que nos cuesta mucho aceptar, pese a que sea una parte esencial de la forma en que opera el cosmos. Si no logramos entender la aleatoriedad nos vemos atrapados en un universo perfectamente predecible que simplemente no existe, como no sea en el interior de nuestra propia cabeza.

Me propongo argumentar aquí que únicamente después de haber comprendido tres máximas —en realidad tres leyes de la aleatoriedad— podremos abandonar nuestra primitiva insistencia en la predictibilidad y valorar el universo por lo que es en lugar de por lo que deseamos que sea.

Primera ley de la aleatoriedad: existe algo llamado aleatoriedad.

Recurrimos a todo tipo de mecanismos para evitar enfrentarnos a la aleatoriedad. Hablamos por ejemplo de karma, sugiriendo una ecualización cósmica que viene a unir entre sí un conjunto de acontecimientos aparentemente inconexos. Creemos en los golpes de suerte, ya sean estos de signo positivo o negativo, y solemos afirmar que las malas noticias nunca vienen solas. Argumentamos que nos hallamos bajo el influjo de las estrellas, sujetos al efecto

de las fases de la Luna o sometidos al ascendiente que ejerce en nosotros el movimiento de los planetas que surcan el firmamento. Si contraemos una enfermedad como el cáncer, damos inmediatamente por supuesto que hay algo —o alguien— responsable del hecho en sí.

Sin embargo, son muchos los acontecimientos que no pueden predecirse ni explicarse enteramente. Los desastres se producen de forma aleatoria, y los sufren tanto las buenas como las malas personas, los individuos con mala estrella y los sujetos que cuentan con una favorable alineación de los planetas. A veces se puede conjeturar acerca de los acontecimientos futuros, pero la aleatoriedad consigue desbaratar hasta la más sólida de las predicciones: no se extrañe si después de dejar este mundo sigue existiendo el sobrepeso, el hábito de fumar puros habanos o el motorista del demonio que circula calle abajo a una velocidad de vértigo.

Es más, los acontecimientos aleatorios pueden remedar el aspecto de los que no son azarosos. Incluso al más refinado de los científicos puede resultarle difícil establecer diferencias entre un efecto real y la pura casualidad. La aleatoriedad puede conseguir que los placebos parezcan actuar como una cura milagrosa, o que los compuestos inocuos parezcan venenos letales —de hecho, la aleatoriedad puede llegar a crear partículas

subatómicas de la nada.

Segunda ley de la aleatoriedad: algunos acontecimientos son de imposible predicción.

Si uno cruza el umbral de cualquiera de los casinos de Las Vegas y observa a la muchedumbre que se arremolina en torno a las mesas en que se juega a los dados, es probable que alcance a ver a alguien convencido de estar teniendo una racha de buena suerte. Como ha ganado ya varias apuestas seguidas, el cerebro de esa persona le indica que va a seguir ganando, así que continúa arrojando una y otra vez los dados. Asimismo, es probable que se divise también a alguien que está perdiendo. El cerebro del perdedor, al igual que el del que va ganando, anima a la persona a proseguir el juego. Y como ya lleva mucho tiempo perdiendo, el individuo se dice a sí mismo que ya va siendo hora de que le llegue un golpe de suerte, así que no se apartará de la mesa por temor a perderse esa buena ventura.

Contrariamente a lo que acostumbran a decirnos nuestros cerebros, no existe ninguna fuerza mística que otorgue lanzamientos afortunados a la persona que va ganando, del mismo modo que tampoco hay un sentido cósmico de la justicia que garantice que la suerte del que pierde vaya a experimentar un vuelco. Al universo no le importa un comino que uno esté ganando o perdiendo: los

dados ruedan cada vez de un modo exactamente igual al anterior.

Poco importa lo mucho que usted se esfuerce en observar cómo se ha estado comportando el dado o la meticulosidad que ponga en contemplar a la gente que parece tener la suerte de cara: en cualquiera de los dos casos será usted absolutamente incapaz de obtener el más mínimo indicio que le permita predecir cuál será el resultado del siguiente lanzamiento de los dados —a menos que estén cargados—. La cifra que sale al rodar los dados es enteramente independiente de su historia. Y en consecuencia, todo planteamiento que pretenda conseguir algún tipo de ventaja mediante la observación de lo ocurre en la mesa de juego estará condenado al fracaso. Los acontecimientos de este género —es decir, independientes y meramente aleatorios— desafían todo intento de hallar una pauta, por la sencilla razón de que no hay pauta alguna que poder hallar.

La aleatoriedad se eleva al modo de un obstáculo inexorable frente al ingenio humano. Viene a decirnos que nuestra lógica, nuestra ciencia y nuestra capacidad de razonar únicamente pueden adentrarse un tanto en el terreno de la predicción del comportamiento del cosmos. Sea cual sea el método que usted emplee, sea cual sea la teoría que se construya, sea cual sea la lógica que utilice

para predecir el resultado de la siguiente tirada de unos dados que no estén trucados, siempre tendrá usted cinco posibilidades contra seis de equivocarse. Siempre.

Tercera ley de la aleatoriedad: los acontecimientos azarosos se comportan de un modo predecible cuando se los considera en grandes volúmenes, pese a que cada uno de ellos resulte imposible de predecir por separado.

La aleatoriedad resulta desalentadora. Establece límites que ni siquiera la más sofisticada de las teorías alcanza a superar, haciendo que los elementos de la naturaleza sean inasequibles incluso para nuestros más decididos empeños indagatorios. No obstante, afirmar que algo es aleatorio no equivale a decir que no podamos entenderlo, ya que las cosas distan mucho de ser así.

La aleatoriedad se ciñe a un conjunto de reglas que determinan que el comportamiento de un proceso aleatorio resulte tan comprensible como predecible.

Dichas reglas señalan que, a pesar de que un acontecimiento aleatorio aislado pueda resultar completamente impredecible, un conjunto de acontecimientos aleatorios independientes se revela en cambio extremadamente previsible —y tanto mayor será la predictibilidad de esos acontecimientos cuanto mayor sea su número—. La ley de los grandes números es un teorema matemático que señala que un conjunto de

acontecimientos aleatorios independientes que se repiten tienden a converger con milimétrica exactitud en torno a una pauta media de comportamiento que además es de carácter predecible. Otro potente instrumento matemático, el teorema del límite central, nos indica con toda exactitud lo grande que ha de ser el número de acontecimientos del conjunto estudiado para que existan probabilidades de averiguar la media hacia la que aquellos convergen. Provistos de estas herramientas, y por muy caótico y extraño que pueda resultar un comportamiento aleatorio en secuencias cortas, tenemos siempre la posibilidad de convertirlo en un conjunto de predicciones estables y precisas con solo alargar suficientemente las series.

Las reglas de la aleatoriedad son tan sólidas que gracias a ellas la física ha podido obtener algunas de sus más sacrosantas e inmutables leyes. Pese a que los átomos contenidos en el interior de un recipiente repleto de gas se mueven de manera aleatoria, hay un sencillo conjunto de ecuaciones deterministas que describen su comportamiento colectivo. Y aunque las leyes de la termodinámica deben su solidez al carácter predecible que tienen los cúmulos de acontecimientos aleatorios, también es cierto que lo único que las hace indiscutibles es el hecho de que las leyes de la aleatoriedad tengan un carácter tan absoluto.

Resulta paradójico, pero el comportamiento impredecible de los acontecimientos aleatorios es justamente lo que nos ha permitido deducir las predicciones más fiables que tenemos.

LA CALEI DOS CÓPI CA FUEN TE DEL DES CUBRI MI EN TO

CLI FFORD PI CKOVER
Escritor; editor asociado de la publicación Computers and Graphics; miembro del consejo editorial de las revistas Odyssey, Leonardo e YLEM; autor de El libro de las dimensiones: de Pitágoras a la 57 dimensión

El célebre físico canadiense William Osler escribió en una ocasión: «En la ciencia siempre se atribuye el mérito al hombre que logra convencer al mundo de la verdad de una noción, no a la persona que la concibió primero». Cuando repasamos retrospectivamente las características de los descubrimientos que se han venido efectuando históricamente en los campos de la ciencia y la matemática es frecuente comprobar que si un científico no ha realizado un descubrimiento concreto, siempre habría surgido otro capaz de efectuarlo por su propia cuenta pocos meses o años después del hallazgo en sí. Como bien decía Newton, la mayoría de los científicos se encaraman a hombros de gigantes a fin de poder contemplar el mundo desde una perspectiva un poquito más elevada y lograr de ese modo un horizonte más

amplio. Es frecuente que varias personas construyan básicamente el mismo dispositivo o descubran la misma ley científica más o menos al mismo tiempo, pero por distintas razones, incluyendo entre ellas la pura y simple suerte, hay veces en que la historia solo recuerda a uno de ellos.

En el año 1858, el matemático alemán August Möbius descubrió, de manera independiente, la banda de Möbius al mismo tiempo que otro matemático alemán llamado Johann Benedict Listing. De igual modo, también Isaac Newton y Gottfried Wilhelm Leibniz desarrollaron por separado y aproximadamente por la misma época el cálculo infinitesimal. Los naturalistas británicos Charles Darwin y Alfred Russel Wallace elaboraron de forma autónoma y simultánea la teoría de la evolución por medio de la selección natural. De manera similar, parece que el matemático húngaro János Bolyai y su colega ruso Nikolái Lobachevski descubrieron de forma igualmente independiente y al unísono la geometría hiperbólica.

La historia de la ciencia de materiales aparece repleta de hallazgos simultáneos. En el año 1886, por ejemplo, el estadounidense Charles Martin Hall y el francés Paul Héroult descubrieron al mismo tiempo la técnica del refinado del aluminio mediante un proceso electrolítico en el que intervenía un mineral denominado

criolita. Este económico método para aislar el aluminio puro a partir de los metales compuestos tuvo un enorme impacto en la industria. La época se hallaba «madura» para esos descubrimientos debido a que el conocimiento acumulado por la humanidad había llegado a un punto capaz de propiciarlos. Por otra parte, los místicos han sugerido la idea de que quizá las coincidencias escondían un significado más hondo. El biólogo austríaco Paul Kammerer lo ha expresado de la siguiente forma: «De este modo nos encontramos ante una imagen que nos habla de la existencia de un mundo integrado por pequeñas piezas, a la manera de un mosaico o de un caleidoscopio cósmico —un mundo que, a pesar de las constantes reestructuraciones y reorganizaciones, se preocupa también de emparejar lo semejante con lo semejante—». Kammerer compara los acontecimientos de nuestro mundo con las crestas de las olas de los océanos, que parecen hallarse aisladas y carecer de relación recíproca. De acuerdo con esta controvertida teoría, lo único que percibimos es la parte alta de las olas, pero bajo la superficie puede haber una especie de mecanismo sincrónico que conecta de manera misteriosa los acontecimientos y que, además, provoca su irrupción simultánea en nuestro campo de visión.

La idea de que los grandes hallazgos pueden formar

parte de un caleidoscópico espacio destinado a los descubrimientos y que estos se reflejan en un gran número de individuos, como en un multifacético espejo, nos resulta difícil de creer. No obstante, y por seguir añadiendo unos cuantos casos más de sincronía, en el año 1611 varios estudiosos identificaron simultáneamente las manchas solares, pese a que sea a Galileo a quien se atribuya actualmente casi todo el mérito. Alexander Graham Bell y Elisha Gray solicitarían por separado, y exactamente el mismo día, sendas patentes vinculadas con la tecnología telefónica. En este sentido, el sociólogo de la ciencia Robert Merton ha señalado lo siguiente: «El genio no es una fuente de intuiciones única, es simplemente un foco eficiente de comprensión intelectual».

Merton sugiere, asimismo, que «todos los descubrimientos científicos son en principio "múltiples"». En otras palabras, cuando se realiza un descubrimiento científico es frecuente que sean varias las personas que lo efectúen. Y hay ocasiones en que debe su nombre a la persona que consiguió desarrollarlo, y no al autor material del hallazgo original.

En el mundo son muy abundantes los ejemplos en que resulta difícil atribuir el mérito de un descubrimiento a un individuo específico. No soy el único que ha tenido la

oportunidad de comprobar personalmente este extremo, tanto en el campo de la ley de patentes como en el de las ideas empresariales o en el de nuestra vida cotidiana. La plena apreciación de que los descubrimientos encuentran su impulso en el hecho de poseer un carácter caleidoscópico ha de venir a sumarse a nuestro instrumental cognitivo, puesto que el caleidoscopio capta sucintamente la índole de la innovación y el futuro de las ideas. Si en los colegios se hiciera mayor hincapié en la idea del carácter caleidoscópico de los descubrimientos, incluso en el contexto de nuestras experiencias cotidianas, los innovadores podrían disfrutar del fruto de su trabajo y seguir mereciendo que se reconociera su «grandeza» sin continuar preocupados por ser los primeros o verse en la obligación de aplastar a sus rivales. William Hunter, el gran anatomista del siglo XVIII, discutía muy a menudo con su hermano debido a que no estaban de acuerdo en cuál de los dos había sido el primero en realizar un determinado descubrimiento. Sin embargo, el mismo Hunter admitía que «si un hombre carece de un alto grado de entusiasmo y amor por la profesión, hasta el punto de impacientarse cuando topa con una oposición poco razonable y de irritarse ante la perspectiva de que le usurpen sus descubrimientos y su reputación, será difícil que adquiera una talla científica considerable, ya sea en el ámbito de la

anatomía o en el de cualquier otra rama del conocimiento natural».

En una ocasión, alguien le preguntó a Mark Twain por qué era tan frecuente que los inventos se produjeran de forma simultánea e independiente. Y esta fue su respuesta: «En la época del barco de vapor se viaja en barco de vapor».

LA INFERENCIA CONDUCENTE A LA MEJOR EXPLICACIÓN POSIBLE

REBECCA NEWBERGER GOLDSTEIN
Filósofa, novelista, autora de 36 Arguments for the Existence of God: A Work of Fiction

Me encuentro sola en casa y estoy trabajando en mi estudio. De pronto oigo el chasquido de la cerradura de la puerta principal, el sonido de unos pasos que avanzan en mi dirección. ¿Debo sentir pánico? Eso dependerá de la inferencia que yo establezca como la explicación más plausible para dichos sonidos —y he de decir que mi atención se ha lanzado instantáneamente a la tarea y se ha puesto a pensar a toda velocidad—. ¿Es mi marido, que regresa a casa; los encargados de la limpieza; un sinvergüenza que ha logrado forzar la cerradura y penetrar en la vivienda; los ruidos típicos de un edificio ya antiguo que tiene sus propios humos; una manifestación sobrenatural? El hallazgo de algún detalle adicional puede contribuir a fortalecer cualquiera de esas opciones, salvo la última, y a convertirla en la mejor explicación posible, dadas las circunstancias.

¿Y por qué no aceptar la última hipótesis? Así se

pronunciaba al respecto Charles Sanders Peirce, el primer filósofo que nos instó a prestar atención a este tipo de razonamientos: «No es posible explicar los hechos mediante una hipótesis que tenga un carácter más extraordinario que los hechos mismos, de modo que si disponemos de varias hipótesis, hemos de aceptar siempre la que resulte menos extraordinaria». En todas partes se intenta lograr la «inferencia conducente a la mejor explicación posible», pero eso no significa que en todas partes se intente alcanzar correctamente. La expresión que aparece en el frontispicio de este artículo —y que fue acuñada por Gilbert Harman, el conocido filósofo de Princeton, como término con el que sustituir la noción de «abducción» de Peirce— debería formar parte del instrumental cognitivo de todas las personas, aunque solo fuera porque se trata de una reflexión que le obliga a uno a pensar en lo que determina que una explicación sea buena. Hay en ella una expresión valorativa, «la mejor», que aparece expuesta abiertamente, invocando sin avergonzarse una norma a la que atenerse. No todas las explicaciones se hallan en pie de igualdad. Algunas son objetivamente mejores que otras. Y además la expresión también resalta otro hecho relevante: al decir «la mejor» se alude a aquella explicación que supere a las demás alternativas —y estas siempre son muy numerosas—. Las

pruebas que piden una explicación reúnen una gran pluralidad (de hecho una infinidad) de justificaciones posibles, que en la inmensa mayoría de los casos pueden eliminarse sobre la base de lo indicado por la máxima de Peirce. Y para decidir cuál de las restantes hipótesis es la más plausible nos valemos de criterios como: ¿cuál es la más sencilla, cuál violenta menos las creencias establecidas, cuál reviste un menor carácter *ad hoc*, cuál posee un mayor potencial explicativo, y cual es la más estética?

Hay ocasiones en que esos criterios entran en conflicto unos con otros. Desde luego, la inferencia conducente a la mejor explicación posible no se ciñe tan estrictamente a las reglas del raciocinio como la deducción lógica, y ni siquiera se atiene tanto a ellas como la inducción simple, que nos lleva de aquellos casos observados en que todos los *a* son *b* a la probabilidad de que los casos no observados de *a* sean igualmente *b*. Sin embargo, la inferencia conducente a la mejor explicación posible también nos proporciona mucha más información que la deducción o la inducción simple.

Es justamente la inferencia conducente a la mejor explicación posible lo que concede a la ciencia la capacidad de expandir nuestra ontología, proporcionándonos al mismo tiempo razones para creer en

cosas que no son susceptibles de aprehenderse mediante una observación directa, ya se trate de partículas subatómicas —o incluso de cuerdas cerradas— o de las llamadas materia y energía oscuras de la cosmología. Es también la inferencia conducente a la mejor explicación posible lo que nos permite hacernos una idea de lo que sienten otras personas tomando como base su comportamiento. Si veo que la mano de una persona se está acercando demasiado al fuego y que después el sujeto la aparta rápidamente mientras se le empiezan a saltar las lágrimas y profiere una palabra malsonante puedo decir que sé algo de lo que esa persona está sintiendo. Y basándonos precisamente en la inferencia conducente a la mejor explicación posible puedo llegar a saber cosas relacionadas con lo que las autoridades afirman y escriben, puesto que lo que infiero es que la mejor explicación de que estén haciendo las cosas del modo en que lo hacen es que creen efectivamente en lo que dicen o consignan por escrito. (Aunque a veces no sea esa la mejor explicación.) De hecho, yo defiendo explícitamente la idea de que el derecho que me asiste a creer en la realidad de un mundo exterior a mi propio universo solipsista —confinado a la atroz estrechez de mi propia experiencia inmediata— encuentra su fundamento en la existencia de la inferencia conducente a la mejor

explicación posible. ¿Qué mejor que la hipótesis que aboga en favor de la existencia de cuerpos materiales fácticamente presentes en la realidad para explicar el carácter vívido y predecible que muestran algunas de las representaciones de cuerpos materiales que yo misma tengo —aunque no ocurra así en todos los casos—? La inferencia conducente a la mejor explicación posible tiene la facultad de desarmar el escepticismo tendente a socavar las seguridades de la mente.

Muchos de nuestros más enconados debates científicos —digamos, por ejemplo, los que guardan relación con la teoría de cuerdas o con los fundamentos de la mecánica cuántica— han pretendido averiguar cuáles tendrían que ser los criterios rivales que deberían prevalecer para juzgar que una determinada explicación sea efectivamente *la mejor* de las posibles. Y lo mismo puede decirse también de los debates que muchos de nosotros hemos mantenido en relación con la dicotomía que enfrenta a las explicaciones científicas con las religiosas. Podríamos aguzar dichos debates haciendo gravitar sobre ellos la noción, impregnada de racionalidad, de la inferencia conducente a la mejor explicación posible, ya que con ella invocamos la utilización del tipo de normas que determinan que algunas explicaciones sean objetivamente mejores que otras,

empezando por la máxima con la que Peirce nos conmina a colocar las hipótesis de carácter extraordinario en una categoría muy alejada de las candidatas a ser tenidas por mejores.

PRAGMAMORFISMO

EMANUEL DERMAN
Profesor de ingeniería financiera de la Universidad de Columbia; director de la empresa Prisma Capital Partners; ex jefe del Quantitative Strategies Group de la Equities Division de Goldman Sachs & Co.; autor de My Life as a Quant: Reflections on Physics and Finance

La palabra «antropomorfismo» significa atribuir las características de los seres humanos a los objetos inanimados o a los animales. Yo he inventado la voz «pragmamorfismo» como una abstracción taquigráfica que permite asignar las propiedades de los objetos inanimados a los seres humanos, ya que uno de los significados de la palabra griega *pragma* es precisamente el de «objeto material».

Profesar el pragmamorfismo parece equivaler, por tanto, a adoptar una actitud científica en relación con el mundo, aunque no sería difícil que dicha actitud evolucionara y terminase convirtiéndose en un romo cientificismo.

Es pragmamórfico equiparar una serie de correlatos materiales con un conjunto de estados psicológicos de los seres humanos —considerar por ejemplo que los

resultados de una tomografía por emisión de positrones del cerebro son equivalentes a las emociones—. Y es igualmente pragmamórfico omitir sin más aquellas cualidades humanas que no son susceptibles de medición.

Hemos descubierto formas de cuantificación útiles y aplicables a los objetos materiales —valorando así su longitud, su temperatura, su presión, su volumen, su energía cinética, etcétera—. El vocablo «pragmamorfismo» es un término muy adecuado para describir el empeño consistente en atribuir esa misma métrica unidimensional y deificada a las cualidades mentales de los seres humanos. El cociente de inteligencia, una especie de «escala de longitud» pensada para cuantificar la capacidad de análisis de la mente humana, es el resultado de una actitud pragmamórfica. No obstante, lo cierto es que la inteligencia constituye una realidad más difusa que lineal.

La función de utilidad de la economía se revela de una índole similar. Está claro que la gente muestra determinadas preferencias. Ahora bien, ¿puede considerarse igualmente claro que exista una función capaz de describir esas preferencias?

LA CARGA COGNITIVA

NICHOLAS CARR
Periodista especializado en ciencia y tecnología; autor de *Superficiales: ¿Qué está haciendo Internet con nuestras mentes?*

Imagínese repantigado en el sofá de su sala de estar, absorto en la contemplación de un nuevo episodio de *Justified* en la televisión, y que de pronto le cruza la cabeza el pensamiento de que tiene que hacer algo en la cocina. Se levanta, recorre la alfombra con unos cuantos pasos apresurados, y entonces, en el preciso momento en que llega a la cocina —¡*paf*!— se da usted cuenta de que acaba de olvidar lo que había venido a hacer. Permanece usted unos instantes ahí, de pie, aturdido, y luego se encoge de hombros y vuelve al sofá.

Estos pequeños fallos de memoria se producen con tanta frecuencia que no les prestamos demasiada atención. Les damos carpetazo diciendo que son otros tantos casos de «despiste», o si ya vamos cumpliendo años, los calificamos de «cosas de la edad». Sin embargo, estos incidentes vienen a revelar una de las limitaciones fundamentales de nuestra mente, a saber, la minúscula capacidad de nuestra memoria de trabajo. La memoria de

trabajo es lo que los científicos que estudian el cerebro denominan el almacén de información a corto plazo, ya que es ahí donde conservamos el contenido de nuestra conciencia en un momento dado cualquiera —es decir, una selección de todas las impresiones y pensamientos que afluyen a nuestra mente a lo largo del día—. En la década de 1950, George Miller, un psicólogo de la Universidad de Princeton, expuso el célebre argumento de que nuestros cerebros únicamente pueden almacenar siete fragmentos de información de manera simultánea. E incluso esa cifra podría resultar excesivamente elevada, dado que en la actualidad hay investigadores del cerebro que creen que la capacidad máxima de nuestra memoria de trabajo se limita simplemente a tres o cuatro elementos.

Llamamos carga cognitiva a la cantidad de información que accede al plano consciente en un instante dado cualquiera. Si nuestra carga cognitiva supera la capacidad de nuestra memoria de trabajo, nuestras competencias intelectuales sufrirán las consecuencias. La información entra y sale de nuestra mente a tanta velocidad que nunca llegamos a aprehenderla adecuadamente de forma consciente. Y esa es la razón de que uno no recuerde lo que había ido a hacer a la cocina. La información se desvanece antes de que tengamos siquiera la posibilidad de transferirla a nuestra memoria a

largo plazo e incorporarla a la madeja de nuestros conocimientos. De este modo recordamos un menor número de cosas y nuestra capacidad para pensar de manera crítica y en términos conceptuales se debilita. Una memoria de trabajo sobrecargada tiende, asimismo, a incrementar nuestro nivel de distracción. A fin de cuentas, como ya ha señalado el neurocientífico Torkel Klingberg: «Hemos de recordar en qué tenemos que concentrarnos». Si perdemos de vista ese objetivo, las «distracciones conseguirán distraernos todavía más».

Hace ya mucho tiempo que los psicólogos del desarrollo y los estudiosos que investigan en el campo educativo utilizan el concepto de «carga cognitiva» para diseñar y evaluar las distintas técnicas pedagógicas. Saben que si se proporciona un exceso de información a un estudiante, haciéndolo además con demasiada rapidez, la comprensión se degrada y la calidad del aprendizaje se deteriora. Sin embargo, ahora que todo el mundo —gracias a la increíble velocidad y volumen de las modernas redes de comunicación digitales y a los distintos artilugios que nos permiten manejarlas— se ve desbordado por la cantidad de bits y de elementos informativos que recibe, superior a la de cualquier otra época anterior, el hecho de lograr una mejor comprensión de la noción de carga cognitiva podría beneficiarnos a

todos, influyendo en nuestra memoria y en nuestro pensamiento. Cuanto más conscientes seamos de lo pequeña y frágil que es nuestra memoria de trabajo, tanto más capacitados quedaremos para supervisar y gestionar nuestra carga cognitiva. De este modo adquiriremos una mayor destreza en el control del flujo de información que atraviesa nuestra conciencia.

Hay veces en que uno quiere verse inundado de mensajes y otros elementos de información. La sensación de conectividad y el cúmulo de estímulos pueden resultar emocionantes y placenteros. Sin embargo, es importante recordar que hacen lo que respecta al modo en que funciona nuestro cerebro, la sobrecarga de información no es únicamente una metáfora, es realmente un estado físico. Cuando uno se deja absorber por una tarea intelectual particularmente importante o complicada, o cuando deseamos saborear sin más una experiencia o una conversación, lo mejor es cerrar la llave de paso de la información hasta no dejar más que un leve hilillo en un segundo plano.

LA CONSERVACIÓN MUSEÍSTICA

HANS ULRICH OBRIST
Conservador de la Galería Serpentine de Londres

En los últimos tiempos, la voz «conservar», aplicada a la labor de gestión de museos y galerías de arte, parece aplicarse en una diversidad de contextos cada vez mayor, ya que su significado abarca prácticamente cualquier cosa, desde una exposición de grabados de antiguos maestros de las artes plásticas al contenido de un establecimiento dedicado a las últimas tendencias. Y corremos el riesgo de que la definición termine por expandirse a tal punto que deje de tener una funcionalidad útil. Sin embargo, creo que si la palabra «conservación» encuentra un ámbito de aplicación cada vez más amplio se debe a una característica de la vida moderna que resulta imposible ignorar: me refiero a la increíble proliferación de ideas, información, imágenes, conocimientos académicos y productos materiales de que somos testigos en nuestros días. Dicha proliferación determina que las actividades de filtrado, capacitación, síntesis, encuadre y memorización resulten cada vez más importantes como instrumentos de navegación básicos para las singladuras

propias de la vida del siglo XXI. Y esas son justamente las tareas del conservador museístico, figura que se entiende ya no como la de aquel individuo que, sin más, se dedica a rellenar un determinado espacio con objetos, sino como la de la persona capaz de poner en contacto distintas esferas culturales, inventando nuevas modalidades de exposición y dando pie, al mismo tiempo, a intersecciones que posibiliten la aparición de encuentros y resultados inesperados.

En una ocasión Michel Foucault dejó constancia de que albergaba la esperanza de que sus escritos pudieran servir como una caja de herramientas teorética para otras personas, como una especie de fuente de conceptos y modelos encaminados a una mejor comprensión del mundo. A mis ojos, el autor, poeta y teorético Édouard Glissant ha terminado por convertirse en una caja de este tipo. Percibió muy pronto que en la fase de globalización por la que atravesamos (que no es la primera) existe el peligro de caer en la homogeneización, aunque al mismo tiempo se dé también el movimiento opuesto, el del repliegue en el interior de la cultura propia. Y para contrarrestar ambos peligros, Glissant propone la idea de l a *mondialité*, o mundialización —esto es, el establecimiento de un diálogo global que *aumenta* la diferencia.

Esto me indujo a enfocar las exposiciones desde una perspectiva novedosa. Los conservadores museísticos soportan una gran presión, no solo porque se les insta a realizar sus escenificaciones en un espacio concreto, sino también porque se les exige que envíen esas muestras artísticas a cualquier lugar del globo empaquetando las obras en una serie de cajas en una ciudad y desempaquetándolas en el punto de destino. De este modo se fuerza un tipo de globalización de carácter homogeneizador. Utilizar la idea de Glissant al modo de una herramienta implica concebir unas exposiciones capaces de establecer una relación con el lugar que las acoge, una relación susceptible de variar en función de las distintas condiciones locales y de crear un mudadizo y complejo sistema dinámico provisto de bucles de retroalimentación.

En este sentido, «conservar» significa rechazar las escenificaciones estáticas y los alineamientos permanentes para permitir, muy al contrario, que broten conversaciones y relaciones nuevas. Generar este tipo de vínculos es una de las labores esenciales que dan sentido a la actividad del conservador o del comisario artístico, puesto que implica que un conocimiento, un modo de pensar y un conjunto de obras de arte nuevos se difundan por medio de unos procedimientos que pueden convertirse

en el germen de la futura inspiración interdisciplinar.

Hay sin embargo otro argumento en favor de la idea de que la conservación museística es una actividad de vanguardia perfectamente adaptada al siglo XXI. Como ya señalara en su momento el artista Tino Sehgal, las sociedades modernas se encuentran hoy en una situación que no conoce precedente alguno, dado que a los problemas derivados de la carencia, o de la escasez, de recursos —que ha sido siempre el principal factor de motivación de la innovación científica y tecnológica— se suman aquellos asociados con los efectos globales de la excesiva producción y utilización de esos recursos —problemas que pueden llegar incluso a superar a los causados por las antiguas penurias—. Por esta razón, el hecho de rebasar los límites del objeto como sede o *topos* del significado posee una importancia añadida. La selección, presentación y propiciación del diálogo son formas que los seres humanos utilizan para crear e intercambiar valores reales, sin tener que depender de procesos superados e insostenibles. La conservación artística puede convertirse en un elemento de vanguardia e indicarnos el camino a seguir para avanzar hacia esa forma de elegir que tan relevante resulta en nuestros días.

LA «LIGEREZA» DE LAS ABSTRACCIONES TAQUIGRÁFICAS

RICHARD NISBETT
Psicólogo social; codirector del Programa de Cultura y Cognición de la Universidad de Michigan; autor de Intelligence and How to Get It: Why Schools and Cultures Count

1. Una universidad tiene que sustituir el hospital de que dispone porque se ha quedado obsoleto. Los presupuestos de la obra señalan que el coste derivado de remozar el antiguo hospital vendría a ser el mismo que el de demolerlo y levantar uno totalmente nuevo. El principal argumento que ofrecen quienes proponen la primera solución estriba en el hecho de que la construcción del hospital original resultó muy costosa, de modo que limitarse a demolerlo para erigir otro sería un despilfarro. La razón fundamental que esgrimen los partidarios de la construcción de un hospital nuevo gira en torno a la circunstancia de que un edificio de nueva planta resultaría inevitablemente más moderno que uno remodelado. ¿Cuál de las dos propuestas le parece más sensata, la de modificar el viejo hospital o la de hacer uno nuevo?

2. David L., un estudiante recién salido del instituto,

tiene que elegir entre dos universidades iguales entre sí por su prestigio y su coste, así como por la distancia que las separa de su domicilio. David tiene amigos en las dos universidades. Los que cursan sus estudios en la universidad A la consideran atractiva tanto desde el punto de vista intelectual como personal. Los que optaron en su momento por la universidad B se muestran por regla general descontentos en ambos aspectos. Sin embargo, David decide realizar una visita de un día a cada una de las dos universidades en liza, descubriendo que sus impresiones resultan muy distintas de las que le habían anunciado sus amigos. En la universidad A tiene la oportunidad de conocer a varios estudiantes que no parecen ni particularmente interesantes ni especialmente agradables, y por si fuera poco un par de profesores le rechazan de plano. En la universidad B coincide con varios alumnos marcadamente brillantes y agradables, dándose además la circunstancia de que dos de los profesores del centro dan muestras de interés en sus estudios. ¿A qué universidad cree usted que debería acudir David?

3. ¿A cuál de las cuatro cartas que figuran a continuación debería usted dar la vuelta para determinar si se ha violado o no la siguiente regla: «Si hay una vocal

en la parte frontal de la carta, entonces el número del dorso es impar»?

U	K	3	8

Breves consideraciones sobre cada una de las preguntas anteriores:

Pregunta 1: Si ha dicho usted que la universidad debería remozar el edificio antiguo basándose en la idea de que la construcción del edificio original había resultado muy onerosa, ha caído usted en la abstracción taquigráfica que los economistas denominan la «trampa de los costes irrecuperables». El dinero que se hubiera podido gastar en la construcción del hospital viejo es irrelevante —no puede ya recuperarse—, así que no influye en los costes actuales. Amos Tversky y Daniel Kahneman han señalado que existen un par de experimentos mentales que pueden contribuir a aumentar la capacidad para caer en este tipo de trampas. Se trata de experimentos como el que presentamos a continuación:

Imagínese que tiene usted en su mano dos entradas para un partido de baloncesto de la NBA que se juega en su ciudad y que la cancha donde va a celebrarse el encuentro se halla a sesenta y tantos kilómetros de su casa.

Lo malo es que ha empezado a nevar y que además acaba usted de descubrir que la estrella del equipo que le apasiona ha sufrido una lesión y no podrá participar en el choque. ¿Le parece que debería presentarse en el polideportivo o limitarse a dar el dinero por perdido y saltarse el partido?

Para responder a este interrogante a la manera de un economista, hágase la siguiente pregunta: «Supongamos que no tuviera en mi poder las entradas para el partido y que un amigo me llama por teléfono y me dice que tiene dos asientos para asistir al encuentro de esta noche y que no va a poder utilizarlos, ofreciéndome seguidamente la posibilidad de quedarme yo con ellos». Si la respuesta fuese de este tenor: «Tienes que estar de broma... Está nevando y la gran estrella del equipo no va a poder jugar», entonces la solución al dilema consiste en no acudir al choque. Esa respuesta le muestra que el hecho de que haya pagado usted un buen dinero por las entradas resulta irrelevante —puesto que su coste es ya irrecuperable y que no va a volver a su bolsillo por avenirse a hacer una cosa que en realidad no le apetece hacer—. La evitación de estas «trampas de los costes irrecuperables» constituye una verdadera religión para los economistas, pero yo he descubierto que el hecho de cursar un único año en una facultad de ciencias

económicas apenas contribuye a lograr que la gente cobre conciencia de la mencionada trampa de los costes irrecuperables. Y resulta, por el contrario, que la comprensión de unas cuantas anécdotas similares a la del partido de baloncesto que acabamos de mencionar se revela notablemente más útil en este sentido.

Pregunta 2: Si usted ha mantenido que «David no es como sus amigos; debería ir a la universidad que más le ha gustado», entonces es que no ha calado suficientemente en usted la abstracción taquigráfica de la ley de los grandes números. La experiencia con que cuenta David en cada uno de los centros se limita a un solo día, mientras que sus amigos en cambio han podido contrastar sus opuestos pareceres a lo largo de cientos de jornadas. De este modo, y a menos que David piense que sus amigos tienen el gusto trastornado, debería pasar por alto las impresiones recibidas en la universidad B y acudir a la universidad A. El hecho de que uno curse solamente un año de estadística en la universidad incrementa las posibilidades de que tenga en cuenta la ley de los grandes números en sus decisiones. Si se siguen en cambio varios cursos en estadística, la ponderación de lo que dicha ley indica resultará poco menos que inevitable.

Pregunta 3: Si ha llegado usted a cualquier

conclusión que no sea la de que «Es preciso dar la vuelta a la carta señalada con una **U** y a la que muestre un **8**», los psicólogos P. C. Wason y P. N. Johnson-Laird vendrían a mostrarle que el noventa por ciento de los estudiantes de Oxford coinciden con su respuesta. Por desgracia, tanto ellos como usted se hallan en un error. La abstracción taquigráfica implícita en la lógica condicional no ha animado su respuesta. La idea de que «Si P, entonces Q» queda satisfecha mostrando que P se halla vinculada con Q y que no-Q no se encuentra en relación con P. Lo cierto, sin embargo, es que un curso de lógica no contribuye en nada a lograr que la gente consiga responder mejor a las preguntas de tipo similar a la número tres. De hecho, la obtención de un doctorado en filosofía no ayuda en modo alguno a que las personas logren aplicar mejor la lógica condicional a los problemas sencillos como los que plantea la pregunta número tres o los más enjundiosos que acostumbra a plantearnos la vida cotidiana.

Según parece, la absorción de algunas abstracciones taquigráficas se revela más «ligera» que otras, debido a que su comprensión logra pasar más fácilmente a formar parte de nuestro instrumental cognitivo. La asimilación de las demás da la impresión de resultar en cambio más pesada, puesto que no terminan de encajar en nuestra caja de herramientas cognitiva. Si los educadores quieren

mejorar la capacidad que muestra la gente para la reflexión tienen que saber qué abstracciones taquigráficas resultan más digeribles y fáciles de transmitir y cuáles son en cambio pesadas y difíciles de inculcar. Los educadores llevan siglos dando por supuesto que la lógica formal perfecciona las facultades reflexivas —lo que vendría a significar que esas personas deberían mostrar un comportamiento más inteligente en la vida cotidiana—. Sin embargo, es posible que esta creencia resulte errónea. (Bertrand Russell dijo en una ocasión, y podemos afirmar con seguridad casi total que estaba en lo cierto, que los silogismos que estudiaban los monjes de la Europa medieval eran completamente estériles.) No obstante, parece probable que no resulte nada difícil transmitir el contenido de un elevado número de abstracciones taquigráficas de importancia crucial, entre las que indudablemente cabe incluir varias de las que han venido a proponer los estudiosos que han colaborado este año en la revista *Edge*. Pocos estudios aportan tanto a los educadores como aquellos que les permiten determinar qué abstracciones taquigráficas son fáciles de enseñar y cuál es la forma más sencilla de transmitirlas a los alumnos.

EXTERNALIDADES

ROB KURZBAN
Psicólogo de la Universidad de Pensilvania, director del Laboratorio de Psicología Evolutiva Experimental de Pensilvania (PLEEP); autor de Why Everyone (Else) Is a Hypocrite: Evolution and the Modular Mind

Muy a menudo, cuando me pongo a hacer lo que tengo que hacer, mis acciones le afectan a usted, como una especie de efecto colateral de carácter incidental. En muchos de esos casos, no tengo que compensarle por cualquier perjuicio que yo pudiera haberle causado inadvertidamente. Del mismo modo, es igualmente frecuente que usted no tenga que indemnizarme por cualquier beneficio que le haya podido generar yo sin querer. El término «externalidades» hace referencia a este tipo de situaciones —unas situaciones que además de omnipresentes resultan muy importantes, especialmente en nuestro moderno e interconectado mundo, debido a que, al procurar yo materializar mis metas, acabo muchas veces por afectarle a usted en un indeterminado número de maneras distintas.

Las externalidades pueden ser pequeñas o grandes, negativas o positivas. En la época en que residía en Santa

Bárbara, California, mucha gente sin más objetivo que el de trabajar a fondo su bronceado lograba generar un conjunto de externalidades positivas (y pequeñas, efectivamente) para beneficio de los transeúntes, que de ese modo podían disfrutar del amejoramiento paisajístico. Estos mirones no tenían que pagar nada por aquel embellecimiento del panorama, pero en esa misma playa, los aficionados a patinar, que se desplazaban a gran velocidad y se veían distraídos a causa de esta particular externalidad positiva, provocaban de cuando en cuando alguna que otra externalidad negativa —materializada en forma de un incremento del riesgo de colisión y que afectaba en sus caminatas a los peatones que se proponían disfrutar tranquilamente del paseo.

En la época actual, las externalidades están adquiriendo una importancia cada vez mayor, dado que las acciones que se realizan en un punto tienen hoy la capacidad potencial de afectar a otras personas situadas en el hemisferio opuesto. Si yo me pongo a fabricar chismes para que usted los compre, podría darse el caso de que generara, como efecto colateral del proceso, un volumen de desperdicios o sustancias proclive a hacer que la situación de la gente que vive cerca de mi fábrica empeore notablemente —llegando a perjudicar quizás a la que habita el planeta entero—. Mientras no tenga que

compensar a nadie por provocar la polución del agua y el aire que utilizo será poco probable que me esfuerce realmente por dejar de actuar de ese modo.

Vistas las cosas desde una perspectiva más pequeña y más personal, es preciso concluir que todos nos imponemos externalidades unos a otros, simplemente al realizar las tareas de nuestra vida cotidiana. Yo voy en coche al trabajo, incrementando el volumen de tráfico al que ha de enfrentarse usted. Todos sufrimos la extraña obsesión, que se apodera actualmente del público que asiste a los cines, de comprobar los mensajes de texto de sus teléfonos móviles en plena película, con lo que el brillante resplandor que despunta a izquierda y derecha reduce el disfrute de quien se encuentra allí con el exclusivo fin de contemplar el filme.

El concepto de las externalidades resulta útil debido a que polariza nuestra atención, permitiendo que esta se centre en esos efectos secundarios no intencionados. Si no nos fijáramos en las externalidades, tal vez pensaríamos que la mejor forma de reducir los atascos de tráfico consiste en construir más carreteras. Esa solución podría funcionar, pero otro modo de resolver el problema, y potencialmente más eficaz además, consistiría en poner en marcha un conjunto de medidas políticas que obligaran a los conductores a compensar económicamente el coste de

las externalidades negativas mediante el pago de un canon por la utilización de las carreteras, sobre todo en las horas punta. Las llamadas «tarifas de congestión», como las que ya se aplican en Londres y Singapur, han sido concebidas precisamente a tal efecto. Si nos vemos obligados a pagar para ir al centro de la ciudad en las horas de mayor afluencia de tráfico es muy posible que decidamos quedarnos en casa a menos que la necesidad de realizar ese desplazamiento resulte verdaderamente apremiante.

El hecho de tener bien presentes las externalidades también nos recuerda que, en los sistemas complejos e integrados, las intervenciones simples pensadas para producir un determinado efecto deseable tendrán muchas más consecuencias, al menos en potencia: unas de índole positiva y otras de carácter negativo. Pensemos, por ejemplo, en lo sucedido con el DDT. La primera vez que se utilizó este insecticida tuvo el efecto deseado, que consistía en reducir la propagación de la malaria gracias al control de las poblaciones de mosquitos. Sin embargo, su empleo iba a generar, asimismo, dos consecuencias no deseadas. En primer lugar, provocó el envenenamiento de un cierto número de animales y seres humanos; y en segundo lugar, dio pie a la aparición —por vía de la selección natural— de resistencias entre los insectos que

se pretendía eliminar. En el futuro, es probable que la adopción de medidas políticas encaminadas a la disminución del uso del DDT alcance a prevenir eficazmente estas dos consecuencias negativas. Sea como fuere, y a pesar de que se haya levantado cierta polémica en relación con los detalles de este proceso, lo cierto es que las propias medidas mencionadas podrían haber tenido a su vez un importante efecto colateral: el de incrementar las tasas de infección por el parásito de la malaria, transmitido por los mosquitos que el DDT ha dejado de eliminar tras restringirse su empleo.

El punto clave estriba en que la noción de externalidad nos obliga a pensar en los efectos no intencionados de nuestras acciones, sean positivos o negativos, que ejercen una amenaza creciente sobre todos nosotros, y tanto mayor cuanto más pequeño se hace el mundo. El concepto de externalidad resalta que no solo es preciso equilibrar los costes y los beneficios que genera de manera deliberada una particular medida política cuya aplicación se esté sometiendo a estudio, sino ponderar también sus efectos imprevistos. Es más, la idea de la externalidad nos ayuda a centrarnos en un tipo de solución y a preferir aplicar esa solución y no otra a los problemas derivados de los perjuicios no intencionados, lo que equivale a pensar en el uso de los incentivos económicos

para lograr que tanto las empresas como los particulares produzcan un mayor número de externalidades positivas y una menor cantidad de externalidades negativas.

El hecho de tener en cuenta las externalidades en nuestra vida cotidiana focaliza nuestra atención y la centra en la forma en que provocamos perjuicios —si bien de forma inadvertida— a las personas que nos rodean, por no mencionar que también puede proporcionar una orientación a las razones que nos llevan a tomar nuestras decisiones, incluyendo la de optar por esperar a que termine de pasar el listado de los créditos de la película para empezar a comprobar si hemos recibido o no algún mensaje nuevo en nuestro teléfono móvil.

TODO SE HALLA EN MOVIMIENTO

JAMES O'DONNELL
Experto en estudios clásicos; rector de la Universidad de Georgetown; autor de La ruina del Imperio Romano: guerras religiosas, inmigración, epidemias y líderes indecisos

No hay nada más maravilloso en los seres humanos que su capacidad para pensar de manera abstracta y realizar deducciones y cálculos, generando invarianzas, algoritmos y tablas que les permiten obrar portentos. Somos la única especie que alcanza siquiera a imaginar que puede enzarzarse en un duelo con la Madre Naturaleza por el dominio del mundo. Podría darse perfectamente el caso de que perdiéramos ese combate, pero no deja de resultar un espectáculo pasmoso.

No obstante, no hay nada que resulte menos alentador en los seres humanos que el empecinamiento que muestran en negarse a aprender de lo que ellos mismos descubren. El filo cortante de la pregunta que plantea este año la revista *Edge* reside en la implicación de que somos brillantes y estúpidos al mismo tiempo, capaces de inventar cosas magníficas a la vez que nos olvidamos de los logros de épocas pasadas, lo que nos lleva a tropezar

estúpidamente una y otra vez en la misma piedra. Nuestro pobre instrumental cognitivo siempre olvida el destornillador cuando más lo necesitamos, de modo que nos vemos invariablemente en la tesitura de tener que aflojar con los dientes no sé qué tuerca de vaya usted a saber qué rueda —cuando en nuestra caja de herramientas, perdida por ahí, ociosa, disponemos de una llave inglesa en perfecto estado de funcionamiento.

Por consiguiente, siendo un apasionado de los estudios clásicos, me propongo convencerle al hablar aquí de la que quizá sea la más antigua de todas las abstracciones taquigráficas conocidas, la que se remonta al muy relevante filósofo presocrático Heráclito. «Nadie se baña dos veces en el mismo río», nos ha dejado dicho este pensador. O por expresarlo de otro modo, el mantra que no cesaba de reiterar el sabio de Éfeso era el siguiente: «Todo fluye». Siempre nos ha resultado difícil recordar que todo se halla en movimiento —y en un movimiento enfebrecido, incesante e increíblemente rápido, además—. Las inmensas galaxias se separan como el rayo, a una velocidad que parece rebasar los límites de lo físicamente factible, mientras que las partículas subatómicas de las que estamos compuestos superan nuestra capacidad de comprensión de los grandes números cuando tratamos de entender las leyes que rigen sus

movimientos —y mientras todo eso ocurre yo sigo aquí, tumbado, inerte, como si fuera un caracol, tratando de reunir las energías suficientes para cambiar de canal con el mando a distancia, persuadido de que todos los días son iguales.

Dado que pensamos y nos movemos a escala humana, tanto en el tiempo como en el espacio, no es difícil que nos llamemos a engaño. Los sistemas astronómicos anteriores a Copérnico dependían del hecho, evidente por sí mismo, de que las «estrellas fijas» giraban en torno a la Tierra de acuerdo con una lenta coreografía anual. Y supuso un gran avance para la ciencia declarar que los «átomos» (una palabra que en griego significa «indivisibles») eran las partículas elementales e inmutables que componían la materia, al menos hasta que logramos escindirlos. Si Edward Gibbon se sintió desconcertado por la caída del Imperio romano fue porque no alcanzó a comprender que su característica más asombrosa había sido, justamente, su dilatada duración. Los científicos descubren compuestos mágicos con los que combatir las enfermedades para averiguar poco después que las patologías se transforman a una gran velocidad, tanta que se les hace imposible mantener el ritmo y seguir curándolas.

Aprenda de Heráclito e inclúyalo entre sus

herramientas cognitivas: la transformación es la norma. La estabilidad y la coherencia son meras ilusiones, temporales en cualquier caso, una heroica hazaña de la determinación y la persistencia humanas en el mejor de los supuestos. Siempre que nos proponemos que las cosas permanezcan como estaban terminamos luchando para ponernos al día y colmar las lagunas que los cambios han introducido en nuestros conocimientos. Es mejor que sigamos la corriente.

LOS SUBYOES Y LA MENTE MODULAR

DOUGLAS T. KENRICK
Profesor de psicología social de la Universidad Estatal de Arizona; autor de Sex, Murder, and the Meaning of Life

Pese a que parezca obvio que hay un único «usted» en el interior de su mente, las investigaciones realizadas por diversas subdisciplinas de la psicología sugieren que se trata de una ilusión. El «usted» que toma una decisión aparentemente racional y egoísta encaminada a poner fin a la relación que venía manteniendo con un amigo que no se digna a responder a sus llamadas de teléfono, pide prestados miles de dólares que luego no devuelve y que encima le deja pagar sistemáticamente la cuenta del restaurante no es el mismo «usted» que realiza un conjunto de cálculos totalmente distintos en relación con un hijo, un amante o un socio comercial.

Hace treinta años, el científico cognitivo Colin Martindale ya sugirió la idea de que cada uno de nosotros posee varios subyoes, vinculando su planteamiento con las concepciones por entonces emergentes en la ciencia cognitiva. En las tesis de Martindale había unos cuantos elementos centrales, formados por un puñado de nociones

bastante sencillas, como la de la atención selectiva, la inhibición lateral, la memoria dependiente de los estados fisiológicos del organismo y la disociación cognitiva. Pese a que hay miles de millones de neuronas en nuestro cerebro, y a que todas ellas se activan de forma constante, jamás habríamos sido capaces de poner un pie delante del otro de no haber hecho caso omiso de la práctica totalidad de los hiperabundantes procesos paralelos que ocurren en un segundo plano. Cuando caminamos por la calle, hay miles de estímulos que inciden en nuestro cerebro, normalmente bastante sobrecargado: centenares de personas distintas de diferentes edades, acentos diversos, múltiples colores de cabello, ropas variopintas, formas dispares de andar y de gesticular... por no mencionar el conjunto de anuncios destellantes, los bordillos de las aceras en los que es preciso fijarse para no tropezar y los automóviles que le encienden a uno las largas cuando intenta cruzar al otro lado de la vía. Por todo ello, la atención actúa de forma notablemente selectiva. El sistema nervioso lleva a cabo una parte de dicha selección basándose en el potente principio de la inhibición lateral, por el que un grupo de neuronas suprime la actividad de otras neuronas susceptibles de interferir con un importante mensaje que entra en ese momento en el plano de procesamiento inmediatamente

superior. En el ojo, la inhibición lateral nos ayuda a percibir la presencia de agujeros potencialmente peligrosos en el suelo, ya que las células retinianas que reciben el estímulo de las zonas luminosas del entorno envían mensajes que suprimen la actividad de las neuronas colindantes, generando una cresta perceptible en el brillo de todos los perfiles de los objetos, bordeándolos con un valle de sombra. Varios de estos mecanismos —similares a los «detectores de contornos» de los ordenadores equipados de mecanismos para el procesamiento de imágenes digitales— se combinan a un nivel más alto, dando lugar a «detectores de formas» que nos permiten distinguir la «b» de la «d» y de la «p». En un escalón aún más alto del sistema nervioso observamos que varios detectores de formas aúnan sus esfuerzos para permitirnos diferenciar las palabras, que en el siguiente nivel se combinan para que discriminemos las distintas oraciones, y que en un plano situado por encima del anterior su labor conjunta nos faculta para situar en su debido contexto dichas frases (determinando de este modo si la afirmación «Hola, ¿cómo te encuentras hoy?» es un guiño romántico o una protocolaria fórmula comercial).

La memoria dependiente de los estados fisiológicos y mentales del organismo contribuye a clasificar toda la nueva información que entra, almacenándola para su uso

posterior mediante la asignación de diferentes categorías en función del contexto: si una desconocida le dice su nombre tras haber compartido con usted una taza de café exprés doble en la cafetería local, le resultará más fácil recordar ese nombre si vuelve a topar con ella en un Starbucks que si el siguiente encuentro se produce en un pub de la zona, después de haber trasegado un martini. Después de regresar de Italia me pasé varios meses hablando italiano y realizando ampulosos gestos manuales cada vez que me tomaba un vaso de vino.

Martindale argumentaba que toda esta secuencia de procesos de inhibición y disociación hace que suframos, en el nivel más alto de la cadena de combinaciones, una especie de versión cotidiana de lo que suele llamarse un trastorno disociativo. En otras palabras, todos poseemos un cierto número de subyoes ejecutivos, y la única forma de que nos las arreglemos para realizar cualquiera de nuestras actividades corrientes es permitir que uno de esos subyoes tome las riendas del comportamiento consciente en un momento determinado.

Martindale desarrollaría esta idea de los subyoes ejecutivos antes de que empezaran a cobrar fuerza los modernos enfoques de la psicología evolutiva, pero su idea adquiere una dimensión especialmente sólida si combinamos su modelo cognitivo con la idea de la

modularidad funcional. Basándose en una serie de descubrimientos que indicaban que tanto los animales como los seres humanos utilizan un conjunto de procesos mentales notablemente variados para lograr aprender diferentes cosas, los psicólogos provistos de cierta formación en la ciencia evolutiva sugirieron que en el interior de nuestro cráneo no tenemos un órgano singular dedicado al procesamiento de la información, sino, muy al contrario, una multiplicidad de sistemas dedicados a resolver diferentes problemas adaptativos. De este modo, en lugar de tener en la cabeza un variado surtido aleatorio de subyoes característicamente nuestros, y por tanto diferentes del conjunto de subyoes que bullen en el interior del cerebro de otras personas, lo que cada uno de nosotros posee es un abanico de subyoes funcionales: uno se consagra a la tarea de llevarse bien con los amigos, otro se dedica a autoprotegerse (amparándonos de ese modo a nosotros mismos de los tipos peligrosos), otro se encuentra absorto en escalar posiciones sociales, otro prefiere centrarse en encontrar pareja, otro se muestra decidido a conservarlas (lo cual presenta a su vez una panoplia de problemas muy diferentes, como algunos de nosotros hemos tenido ocasión de comprobar) y otro se revela, en cambio, más volcado en el cuidado de los hijos.

El hecho de concebir la mente como una entidad compuesta por varios subyoes adaptativos y funcionalmente independientes nos ayuda a comprender muchas de las aparentes incoherencias e irracionalidades observables en la conducta humana, como las que acaso nos vengan a la mente cuando pensamos en los motivos que determinan que una decisión que parece racional cuando se trata de nuestros propios hijos nos da la impresión de resultar por el contrario manifiestamente irracional cuando afecta a un amigo o a un amante, por ejemplo.

LA CODIFICACIÓN PREDICTIVA

ANDY CLARK
Profesor de filosofía de la Universidad de Edimburgo; autor de Supersizing the Mind: Embodiment, Action, and Cognitive Extension

La noción de que el cerebro es, en esencia, un instrumento de predicción es una idea llamada a revelarse, en mi opinión, extremadamente valiosa. Y no solo en el ámbito en el que actualmente triunfa (el de la neurociencia cognitiva computacional), sino en todas las disciplinas humanas, esto es, tanto en la esfera de las artes como en la de las humanidades y en la de nuestra propia comprensión personal de lo que significa pertenecer al género humano y mantenerse en contacto con el mundo.

La expresión «codificación predictiva» se utiliza actualmente de muchas maneras, y en una amplia variedad de disciplinas. Con todo, el uso que recomiendo y que juzgo interesante incluir en el instrumental cognitivo cotidiano tiene un alcance más limitado. Dicho uso guarda relación con la forma en que el cerebro explota la predicción y la anticipación a fin de hallar sentido a las señales que ingresan en él y emplearlas para orientar la

percepción, el pensamiento y la acción. Utilizada de este modo, la codificación predictiva es uno de los *corpus* de investigación computacional y neurocientífica más fecundos y técnicamente prometedores de los últimos tiempos (cuyos teóricos clave son, entre otros, los siguientes: Dana Ballard, Tobias Egner, Paul Fletcher, Karl Friston, David Mumford y Rajesh Rao). Este *corpus* de investigación emplea tanto los principios matemáticos como los modelos que exploran en detalle la idea de que este tipo de codificación pudiera servir de base, de distintas maneras, a la percepción e informar los procesos relacionados con la creencia, la decisión y el razonamiento.

La idea fundamental es muy sencilla: percibir el mundo equivale a predecir adecuadamente nuestros propios estados sensoriales. El cerebro utiliza el conocimiento que tiene almacenado en relación con la estructura del mundo y con las probabilidades de que un determinado estado sensorial o acontecimiento se produzca inmediatamente después de otro para predecir las probables características del estado presente, teniendo en cuenta tanto los rasgos del estado anterior como dicho cuerpo de conocimientos. Los desajustes que puedan producirse entre la predicción y la señal recibida generan señales de error que matizan la predicción o impulsan (en

los casos más extremos) el aprendizaje y la neuroplasticidad de la respuesta.

Quizá convenga comparar este modelo con otros más antiguos en los que la percepción se considera un proceso «de abajo arriba», esto es, aquel tipo de circunstancias en las que la información entrante construye progresivamente, por medio de algún tipo de proceso de acumulación de pruebas que parte de las características más sencillas y va incrementando poco a poco su precisión, un modelo del mundo dotado de un elevado nivel de definición. De acuerdo con la alternativa que define la codificación predictiva lo que ocurre es justamente lo contrario. En la mayoría de los casos lo que hacemos es determinar las características de bajo nivel aplicando una cascada de predicciones que se inician en la parte más alta del proceso —un proceso en el que las expectativas de orden más general que nos hacemos en relación con la naturaleza y el estado del mundo establecen los límites de nuestras ulteriores predicciones, que siempre cuentan con un grado de detalle superior (o que son, por decirlo de otro modo, de grano más fino).

Esta inversión del proceso tiene implicaciones muy profundas.

En primer lugar, la noción de contacto sensorial sólido (o «verídico») con el mundo pasa a ser el resultado

de la aplicación de las expectativas correctas a la señal entrante. Si sustraemos esas expectativas, todo cuanto podemos esperar, en el mejor de los casos, es la predicción de un conjunto de errores susceptibles de suscitar situaciones de neuroplasticidad y aprendizaje. Esto significa, efectivamente, que toda percepción es una forma de «percepción experta» y que la idea de poder acceder a algún tipo de verdad sensorial pura resulta insostenible (¡a menos que con dicha noción nos estemos limitando a denotar otra clase de percepción instruida o experta!).

En segundo lugar, el lapso temporal que precisa la percepción adquiere un carácter crítico. Los modelos de codificación predictiva sugieren que lo primero que emerge es la esencia general de la escena (incluyendo el sentimiento emocional de conjunto) y que después los detalles van matizándose de forma progresiva a medida que el cerebro comienza a utilizar ese contexto más amplio —siempre y cuando lo permitan el tiempo y el trabajo neuronal— para generar una cascada de predicciones pormenorizadas de precisión cada vez más exacta. Esto significa que, en un sentido nada metafórico, puede afirmarse que percibimos antes el bosque que los árboles.

En tercer lugar, la línea divisoria entre la percepción

y la cognición se difumina. Aquello que percibimos (o que creemos percibir) viene fuertemente determinado por lo que sabemos, mientras que lo que sabemos (o pensamos saber) se halla constantemente condicionado por lo que percibimos (o tenemos la impresión de percibir). Esto equivale a abrir un espléndido oteadero desde el que contemplar diversas patologías del pensamiento y la acción, lo que a su vez nos permite explicar que las alucinaciones y las falsas creencias acostumbren a ir de la mano, y no solo en el caso de la esquizofrenia sino también en el de otros estados más familiares como el del llamado «sesgo de confirmación» (esto es, el relacionado con nuestra tendencia a descubrir más fácilmente las pruebas que corroboran nuestros puntos de vista que las evidencias proclives a desautorizarlos).

En cuarto lugar, si tenemos en cuenta ahora que no solo se puede proceder a suprimir los errores de predicción mediante la modificación de esas predicciones sino también mediante la transformación de las cosas predichas, nos encontraremos ante una sencilla y potente explicación de la conducta y de la forma en que manipulamos y obtenemos muestras de nuestro entorno. Desde este punto de vista, el cometido de la acción es conseguir que las predicciones se vuelvan verdaderas, proporcionándonos además una interesante explicación de

un conjunto de fenómenos que van desde la homeostasis al mantenimiento de nuestro statu quo emocional e interpersonal.

De este modo, el hecho de comprender la percepción como una forma de predicción nos ofrece, a mi juicio, una excelente herramienta para apreciar al mismo tiempo la solidez y los potenciales peligros de la forma más elemental de nuestro modo de entrar en contacto con el mundo. Lo que acabamos de explicar sugiere que ese contacto primordial con el mundo se realiza a través de las expectativas que construimos sobre lo que estamos a punto de ver o de experimentar. La idea de una codificación predictiva, al ofrecer una forma concisa y técnicamente fecunda de reaccionar, nos proporciona una herramienta cognitiva más que valiosa en los campos de la ciencia, el derecho, la ética y la comprensión de nuestra propia experiencia cotidiana.

NUESTRO ESCRITORIO SENSORIAL

DONALD HOFFMAN
Científico cognitivo de la Universidad de California en Irvine; autor de Inteligencia visual: cómo creamos lo que vemos

Nuestras percepciones no son ni verdaderas ni falsas. Antes al contrario, nuestra percepción del espacio, el tiempo y los objetos —de la fragancia de una rosa o la acidez de un limón— forma parte en todos los casos de nuestro «escritorio sensorial», un escritorio cuyo funcionamiento revela ser muy similar al de un ordenador.

Hace alrededor de tres décadas que existen escritorios gráficos para los ordenadores personales. Hoy se han convertido hasta tal punto en un elemento más de la vida cotidiana que es fácil pasar por alto uno de los conceptos útiles que encierra su diseño. Un escritorio gráfico es una guía válida para orientar la conducta adaptativa. Los ordenadores son aparatos notablemente complejos, tanto que la mayoría de nosotros no nos preocupamos de aprender cómo funcionan. Los colores, las formas y las ubicaciones de los iconos del escritorio nos aíslan de la complejidad del ordenador, y sin embargo nos permiten embridar su potencia, ya que gracias a ellos

obtenemos una información apropiada de lo que estamos haciendo, pudiendo observar, por ejemplo, los movimientos del ratón y los efectos de los clics de los diferentes botones del ratón con los que abrimos, borramos o manipulamos de muy diversas formas nuestros archivos. De este modo, un escritorio gráfico es una guía que orienta la conducta adaptativa.

Los escritorios gráficos ayudan a asimilar la idea de que la conducta adaptativa así orientada no es lo mismo que la enunciación de datos que nos informan de la verdad. Un icono rojo situado sobre el escritorio no nos está informando del color del archivo que representa. De hecho, lo cierto es que un archivo carece de coloración. Lo que ocurre es que el color rojo orienta la conducta adaptativa, tal vez indicando la importancia relativa del archivo o el hecho de que haya sido actualizado recientemente. El escritorio gráfico encauza los comportamientos útiles y oculta aquellos elementos que, en cambio, siendo verdaderos no resultan útiles. La compleja verdad acerca de las puertas lógicas y los campos magnéticos del ordenador carece de toda utilidad práctica, al menos en el caso de la gran mayoría de los usuarios.

De este modo, los escritorios gráficos permiten comprender con mayor facilidad la diferencia que existe

entre la utilidad y la verdad —diferencia que en modo alguno puede considerarse trivial—. La utilidad es lo que impulsa la evolución por medio de la selección natural. Por consiguiente, la distinción entre la utilidad y la verdad reviste una importancia crítica para comprender una de las más importantes fuerzas que vienen a moldear nuestro cuerpo, nuestra mente y nuestras experiencias sensoriales.

Pensemos por ejemplo en el atractivo facial. Cuando vemos un rostro percibimos inmediatamente si resulta atractivo o no, impresión que por lo general se sitúa en algún punto a medio camino entre lo sensual y lo anodino. Dicha sensación puede inspirar poemas, provocar desagrado o determinar que se haga a la mar una flota de mil buques. Y desde luego influye en la probabilidad potencial de concertar o no una cita y establecer un emparejamiento amoroso. Las investigaciones que se están llevando a cabo en el campo de la psicología evolutiva sugieren que la percepción de este atractivo constituye una guía capaz de orientar la conducta adaptativa. La conducta es el emparejamiento, y el sentimiento de atracción inicial hacia una determinada persona es una guía adaptativa, porque parece guardar relación con la probabilidad de que el emparejamiento derive en una descendencia exitosa.

Si el rojo no nos informa del verdadero color de un

archivo, tampoco la sensualidad nos indica nada respecto del auténtico atractivo de una cara, dado que los archivos carecen de coloración intrínseca y que los rostros no poseen un atractivo inherente. El color de un icono es una convención artificial que representa aspectos asociados con la utilidad de un archivo incoloro. El sentido inicial del atractivo de un rostro es una convención artificial que representa la utilidad de una determinada pareja.

El fenómeno de la sinestesia puede ayudarnos a comprender que la naturaleza de nuestras experiencias sensoriales es de carácter convencional. En muchos de los casos de sinestesia lo que ocurre es que un estímulo que se experimenta de forma normal de un determinado modo (por ejemplo, como sonido) viene a experimentarse automáticamente de una manera diferente (digamos como un color). Una persona que padezca una sinestesia que afecte a la percepción de los sonidos y los colores ve colores y formas simples cada vez que escucha un sonido. Un mismo sonido desencadena siempre la percepción de los mismos colores y las mismas formas. Las personas que sufren una sinestesia que incide en las sensaciones asociadas con el gusto y el tacto tienen sensaciones táctiles en las manos cada vez que experimentan el gusto de algo. El mismo sabor desencadena invariablemente la percepción de las mismas sensaciones táctiles en las

manos. Es muy característico que la particular conexión que experimenta entre los sonidos y los colores la persona que sufre de una sinestesia fonocromática difiera de los vínculos sensoriales que viene a percibir otra persona con esa misma sinestesia. En este sentido, dichas conexiones responden a una convención arbitraria. Imaginemos ahora el caso de una persona que, padeciendo de una sinestesia fonocromática, deja de tener experiencias auditivas al recibir un estímulo sonoro y que, en lugar de ellas, percibe únicamente las experiencias sinestésicas de índole cromática. Este individuo experimentaría solamente como colores aquello que el resto de nosotros percibimos en forma de sonidos. En principio, esta persona estaría recibiendo la misma información acústica que recibimos los demás, salvo que el formato de su percepción no sería el asociado con el sonido sino el vinculado con los colores.

Esto nos devuelve al concepto del escritorio sensorial. Nuestras experiencias sensoriales —como las de la visión, el sonido, el gusto y el tacto— pueden verse a la manera de otros tantos escritorios sensoriales, todos ellos surgidos de la evolución con la finalidad de orientar nuestra conducta adaptativa, y no con el objetivo de informarnos de ninguna verdad objetiva. De ahí se deduce que hemos de tomarnos en serio nuestras experiencias

sensoriales. Si algo presenta un sabor pútrido es muy probable que decidamos no ingerirlo. Si un animal hace el sonido de la serpiente de cascabel lo más probable es que debamos evitarlo. Es la selección natural la que ha dado forma a las experiencias sensoriales a fin de imprimir una particular orientación a ese tipo de conductas adaptativas.

No obstante, tampoco hay que entender de manera literal la idea de que es preciso tomarse en serio las experiencias sensoriales que tenemos. Este es justamente uno de los casos en que el concepto de escritorio sensorial resulta útil. Nos tomamos en serio los iconos que campean sobre el escritorio gráfico de un ordenador. Esto significa, por ejemplo, que ponemos sumo cuidado en no arrastrar descuidadamente un icono a la basura si tememos perder un archivo valioso. Sin embargo, no entendemos de manera literal ni el color, ni la forma, ni la ubicación de los diferentes iconos. Su función no consiste en representar la verdad de la cosa. Si están ahí es para facilitar la puesta en práctica de conductas útiles.

Los escritorios sensoriales difieren de una especie a otra. Es probable que a los ojos de un macaco, el rostro capaz de hacer zarpar a una flota de mil naves resulte anodino. La carroña que a mí me sabe a podrido es un manjar para el paladar de un buitre. Las experiencias gustativas que yo tengo orientan la conducta que resulta

más apropiada en mi caso, puesto que el hecho de ingerir carne putrefacta podría enviarme a la tumba. Del mismo modo, las experiencias gustativas del buitre guían los comportamientos que se revelan más adecuados para dichas aves, dado que la carroña constituye su principal fuente de alimento.

Cabe comprender buena parte de la evolución por medio de la selección natural al modo de una carrera armamentística entre un conjunto de escritorios sensoriales enzarzados en una recíproca competencia. El mimetismo y el camuflaje explotan las limitaciones de los escritorios sensoriales del predador y la presa. Una mutación capaz de alterar el escritorio sensorial de un determinado animal y de reducir el margen de explotación de dichas limitaciones conlleva el disfrute de una ventaja selectiva. Este ciclo integrado por la explotación y la reorganización de los escritorios sensoriales es uno de los motores más creativos de la evolución.

En el plano personal, el concepto de escritorio sensorial podría enriquecer nuestro instrumental cognitivo, ya que permite perfeccionar la actitud que mantenemos respecto de nuestras propias percepciones. Es habitual asumir que la forma en que uno percibe el mundo responde, al menos en parte, a su verdadera realidad. Y dado que suelo experimentar, por ejemplo, un

mundo compuesto de espacio, de tiempo y de objetos, es también frecuente suponer que dichas experiencias constituyen otras tantas verdades objetivas —o al menos que no andan lejos de serlo—. La noción del escritorio sensorial reorganiza todo este conjunto de supuestos. Relaja el ascendiente con que gravitan las experiencias sensoriales sobre la imaginación. El espacio, el tiempo y los objetos podrían no ser sino aspectos de un escritorio sensorial específico: el que es propio del *Homo sapiens*. Podrían ser no una forma de penetración profunda en la verdad objetiva de las cosas sino meras convenciones útiles surgidas de una evolución destinada a permitirnos sobrevivir en nuestro particular nicho ecológico. Nuestro escritorio es simplemente un escritorio más.

LOS SENTIDOS Y LA ACTIVIDAD MULTISENSORIAL

BARRY C. SMITH
Director del Instituto de Filosofía de la Escuela de Estudios avanzados de la Universidad de Londres; escritor y presentador de la serie de la BBC titulada The Mysteries of the Brain

Hace ya demasiado tiempo que trabajamos con un concepto erróneo de lo que son los sentidos. Pregúntele a cualquiera de sus conocidos cuántos sentidos tenemos y es probable que la respuesta sea «cinco» —a menos de que le empiecen a hablar de la existencia de un sexto sentido —. Pero ¿por qué cinco? ¿Qué ocurre con el sentido del equilibrio que nos permite percibir el sistema vestibular y que nos indica si el ascensor en el que viajamos sube o baja, si el tren que nos lleva avanza o retrocede, o si el barco en el que navegamos se balancea o no de lado a lado? ¿Y qué pasa con la propiocepción que nos proporciona una idea perfectamente sólida del lugar en el que se encuentran nuestras extremidades cuando cerramos los ojos? ¿Qué decir de las sensaciones de dolor, de calor o de frío? ¿Se trata simplemente de otras tantas variantes del tacto, como ocurre cuando palpamos una tela de

terciopelo o una de seda? ¿Y por qué considerar que las experiencias sensoriales que nos facultan para ver, oír, gustar, tocar y oler son cada una de ellas resultado de un único sentido?

Los neurocientíficos actuales han postulado la existencia de dos sistemas visuales: uno de ellos sería responsable del aspecto que presentan las cosas a nuestros ojos, y el otro se ocuparía de controlar la acción. Además, ambos sistemas operarían de forma independiente. El ojo puede ser víctima de todo un conjunto de ilusiones visuales, pero no la mano, de modo que esta última es capaz de atrapar sin contratiempos un objeto que la vista presenta de un tamaño que parece superior al que en realidad tiene.

Y las cosas no acaban aquí. Hay buenas razones para pensar que poseemos dos sentidos del olfato. El primero sería el sentido olfativo externo, esto es, la olfacción ortonasal, que se produce al inhalar y que nos permite detectar realidades del entorno como el alimento, la presencia de predadores o el humo; mientras que en el segundo caso estaríamos hablando de un sentido interno, es decir, la olfacción retronasal, que tiene lugar al exhalar y que nos capacita para percibir las cualidades de lo que acabamos de ingerir, permitiéndonos decidir si podemos deglutirlo definitivamente o si no resultaría más

conveniente expulsarlo—. Cada uno de esos dos sentidos del olfato da pie a una respuesta hedonista diferente. La olfacción ortonasal nos procura el placer de la anticipación. La olfacción retronasal nos da acceso al goce de la recompensa. Y no siempre la recompensa está a la altura de la anticipación. ¿No se le ha ocurrido pensar alguna vez que los tentadores aromas del café recién hecho nunca llegan realmente a equipararse a su sabor? Siempre hay una pequeña decepción. Curiosamente, el único alimento que posee unos aromas cuya intensidad se muestra a la altura de las expectativas, tanto si los juzgamos por medio de la olfacción ortonasal como a través de la retronasal, es el chocolate. Conseguimos exactamente lo que su olor promete, circunstancia que podría explicar que el chocolate constituya un estímulo tan potente.

Aparte de la proliferación de los estudios sensoriales en el campo de las neurociencias contemporáneas está produciéndose otro cambio significativo. Hasta hace poco solían estudiarse aisladamente los sentidos, y de hecho la inmensa mayoría de los investigadores acostumbraban a centrarse en la visión. Las cosas están cambiando rápidamente. Actualmente sabemos que los sentidos no actúan aisladamente sino de forma conjunta —ya sea en las fases

tempranas del procesamiento de la información o en las tardías—, generando así la rica experiencia perceptiva que tenemos de nuestro entorno. Es extremadamente raro que la experiencia nos ofrezca únicamente estímulos visuales o sonoros. Disfrutamos invariablemente de experiencias conscientes compuestas de imágenes, sonidos y olores, por no mencionar las sensaciones táctiles de nuestro cuerpo o el gusto que sentimos en la boca. Y, además, ninguno de esos estímulos se presenta como un paquete sensorial independiente. Simplemente asimilamos las ricas y complejas imágenes que nos llegan sin pensar demasiado en la forma en que los diferentes sistemas que intervienen producen la experiencia de conjunto.

Apenas reparamos en el hecho de que los olores constituyen el telón de fondo de todos los instantes conscientes que pasamos despiertos. Las personas que pierden el sentido del olfato pueden verse sumidas en la depresión, y lo cierto es que un año después de haber perdido la facultad olfativa muestran menos signos de recuperación que la gente que pierde la vista. Esto se debe a que los lugares que nos resultan familiares no huelen ya de la misma manera y a que la gente carece de pronto de su tranquilizador y particular sello olfativo. Además, los pacientes que pierden el olfato creen, por lo

general, haber perdido también el sentido del gusto. Cuando se realizan pruebas con estos sujetos, resulta característico que reconozcan tener la capacidad de distinguir los sabores dulces, ácidos, salados, amargos, especiados y metálicos. Sin embargo, todo lo demás, lo que desaparece del gusto cuando ingieren algún alimento, se debe a la pérdida del olfato retronasal.

Lo que denominamos «gusto» es, en realidad, uno de los casos prácticos más fascinantes para estudiar lo inapropiada que resulta nuestra comprensión de los sentidos, dado que el gusto no procede únicamente de la lengua, sino que es siempre una amalgama de gusto, tacto y olfato. El tacto contribuye a lograr que el gusto de las salsas nos parezca cremoso, determinando al mismo tiempo que otros alimentos se nos antojen correosos, crujientes o rancios. La única diferencia entre el sabor de las patatas fritas, que se nos antoja igual al de las que están «recién hechas», y el de las que nos parecen pasadas radica en una cuestión de textura. El elemento más importante de lo que denominamos «gusto» es, en realidad, parte del sentido del olfato en su forma de olfacción retronasal —y esa es justamente la razón, como acabamos de señalar, de que la gente que pierde el sentido del olfato no le encuentre sabor a nada—. El gusto, el tacto y el olfato no se limitan sin más a

combinarse para generar las experiencias gastronómicas asociadas a los alimentos sólidos o líquidos; lo que ocurre es más bien que la información de los distintos canales sensoriales independientes termina fusionándose hasta producir una experiencia unificada de lo que solemos denominar «gusto» —noción a la que los estudiosos de las ciencias alimentarias prefieren llamar «sabor».

La percepción de los sabores es el resultado de la integración multisensorial de la información procedente de los sistemas gustativo, olfatorio y somatosensorial oral en una experiencia unificada hasta tal punto que nos resulta imposible distinguir los diversos elementos que la componen. La percepción de los sabores es una de las experiencias más plenamente multisensoriales que tenemos, y tanto la vista como el sonido pueden influir en ella. El color de los vinos, junto con los sonidos que emiten los alimentos al morderlos o al masticarlos, pueden condicionar de manera significativa tanto la apreciación como la valoración final de su sabor. Es la irritación del nervio trigémino del rostro lo que determina que las guindillas nos den la sensación de estar «ardiendo», y lo que provoca asimismo que el mentol se nos antoje «fresco» al introducirlo en la boca, sin que de hecho exista ningún cambio de temperatura.

En la percepción sensorial, la integración multisensorial es la regla, no la excepción. En el caso de la audición, es preciso tener en cuenta que no nos limitamos a escuchar con los oídos: por eso en el cine utilizamos los ojos para localizar la aparente procedencia de los sonidos cuando «oímos» que las voces salen de la boca de los actores que evolucionan en la pantalla —cuando en realidad los sonidos emanan de los altavoces colocados a ambos lados del escenario—. Esta circunstancia se conoce con el nombre de «efecto de ventriloquia». De manera similar, los aromas retronasales que detectan los receptores olfativos de la nariz se perciben a la manera de otros tantos sabores en la boca. Si dichas sensaciones se transfieren a la cavidad bucal se debe a que las sensaciones orales derivadas de los actos de masticar o deglutir captan nuestra atención, induciéndonos a pensar que esas experiencias olfatorias están teniendo lugar en el mismo espacio en el que se realiza la masticación.

Otros ejemplos de la asombrosa cooperación que se establece entre los distintos sentidos son consecuencia de los llamados efectos intermodales —unos efectos que determinan que la estimulación de un sentido venga a potenciar la actividad de otro—. Si nos tomamos la molestia de contemplar el movimiento de los labios de

una persona que nos dirige la palabra desde el otro extremo de una habitación atestada de gente lograremos mejorar nuestra capacidad de oír lo que nos está diciendo, mientras que el aroma de la vainilla puede lograr que el líquido que estamos degustando a pequeños sorbos tenga un «sabor» más dulce y menos ácido de lo que en realidad es. Esta es la razón de que digamos que la vainilla tiene un olor dulzón, pese a que lo dulce pertenezca al ámbito de los sabores y a que la vainilla pura no sea dulce en absoluto. Los fabricantes de productos industriales conocen bien estos efectos y se dedican a explotarlos. En los champúes, por ejemplo, hay ciertos aromas que son capaces de lograr que el pelo presente un «tacto» más suave; las bebidas de color rojo tienen un «sabor» dulce, mientras que los refrescos con una coloración verde pálida nos parecen de «gusto» ácido. En muchas de esas interacciones, la visión es el elemento dominante, aunque no sea así en todos los casos.

Las personas que tienen la desgracia de padecer una alteración del sistema vestibular pueden tener la sensación de que el mundo se pone a dar vueltas, pese a que la información que le proporcionan tanto los ojos como el cuerpo indica que todo cuanto tiene a su alrededor se mantiene en realidad estable. En las personas que no padecen esta dolencia, el cerebro acompaña a la

visión, de modo que la propiocepción se realiza correctamente. Por fortuna, nuestros sentidos acostumbran a cooperar unos con otros, de modo que conseguimos orientarnos en el mundo que habitamos —y se trata de un mundo que no es sensorial, sino multisensorial.

LA PERCEPCIÓN EGOCÉNTRICA DEL MUNDO

DAVID EAGLEMAN
Neurocientífico; director del Laboratorio de Percepción y Acción y de la Iniciativa para la Colaboración entre la Neurociencia y el Derecho de la Facultad de Medicina de Baylor, Texas; autor de Incognito: The Secret Lives of the Brain

En el año 1909, el biólogo Jakob von Uexküll introdujo el concepto de la *umwelt*. Deseaba disponer de una palabra capaz de expresar una sencilla observación que suele pasarse por alto: la de que los diferentes animales de un mismo ecosistema atienden a distintas señales medioambientales. En el mundo de la garrapata, que es ciega y sorda, las señales relevantes son la temperatura y el olor del ácido butírico. Para el *Apteronotus albifrons*, o fantasma-negro,* lo importante son los campos eléctricos. Y en el caso de los micromurciélagos, que se orientan por ecolocalización, el elemento determinante viene dado por las ondas de compresión del aire. El pequeño subconjunto del mundo que logra detectar un animal concreto es su *umwelt*. La realidad global —con independencia de lo que eso pueda venir a significar— se

denomina *umgebung*.**

La parte más interesante de este repertorio de observaciones radica en el hecho de que cabe suponer que los diferentes organismos asumen que su particular *umwelt* agota la totalidad de la realidad objetiva que existe «fuera de él». ¿Por qué habríamos de dejar de pensar que puede existir más de lo que nos es dado percibir? En la película titulada *El show de Truman*, el protagonista, que es el propio Truman, vive en un mundo que un osado productor de televisión ha construido de punta a cabo a su alrededor. En un determinado momento del filme, un periodista pregunta al productor:

«¿Cómo es que Truman nunca ha llegado a sospechar siquiera cuál era la verdadera naturaleza del mundo en el que vivía?». A lo que el productor responde: «Porque tendemos a aceptar la realidad del mundo que se presenta a nuestros ojos». Es decir: aceptamos nuestra *umwelt* y no nos hacemos más preguntas.

A fin de poder valorar la inmensa cantidad de cosas que nos pasan desapercibidas en la vida cotidiana, imagínese por un instante que es usted un sabueso, concretamente un perro de San Huberto. El largo hocico alberga un órgano nasal dotado de doscientos millones de receptores olfativos. En el exterior, sus húmedas ventanas nasales atraen y capturan las moléculas aromáticas. Las

hendiduras situadas a los costados de las mencionadas ventanas nasales se expanden para permitir que aumente el caudal de aire que circula al inhalar en busca de un olor. Incluso sus fláccidas orejas penden hasta el suelo, barriendo y conduciendo hacia el hocico las moléculas olorosas. El mundo en el que se desenvuelve usted es completamente olfativo. Una tarde, siguiendo los pasos de su amo, se detiene de pronto en seco, asaltado por una revelación. ¿Cómo será el mundo para los seres humanos, provistos de ese penoso y pobre órgano nasal? ¿Qué alcanzarán a detectar las personas cuando inhalan esas débiles bocanaditas de aire por sus naricillas? ¿Acaso deja su mundo en blanco el espacio que supuestamente debería estar presidido por el sentido del olfato?

Obviamente, no padecemos ninguna carencia olfativa, puesto que aceptamos la realidad tal y como se nos aparece. Al no poseer las facultades olfatorias de un sabueso, es raro que nos dé por pensar que las cosas pudieran ser de otra forma. De manera similar, mientras no se enseñe a una niña en el colegio que las abejas tienen la capacidad de percibir el espectro ultravioleta y que las serpientes de cascabel pueden ver las longitudes de onda de la porción infrarroja de la radiación electromagnética no le empezará a llamar la atención el hecho de que un gran volumen de información circule a través de un

conjunto de canales a los que no nos es dado acceder de forma natural. Por lo que deduzco de las pequeñas encuestas informales que acostumbro a realizar, resulta muy infrecuente que la gente tenga conocimiento de que la fracción del espectro electromagnético que vemos no llega siquiera a la diez billonésima parte del total.

Un buen ejemplo de lo poco conscientes que somos de los límites de nuestro *umwelt* es el de las personas daltónicas: mientras no son conscientes de que los demás consiguen apreciar tonalidades que ellos no perciben ni se les pasa por la cabeza la idea de que puedan existir colores que no aparecen en su particular pantalla de radar. Y lo mismo puede decirse de las personas que tienen una ceguera congénita, ya que en su caso el hecho de no poder ver no se expresa con términos como los de hallarse «sumido en la oscuridad» o encontrarse con una «casilla vacía» allí donde debieran de tener la vista. Como ya ocurría en el caso de la comparación entre los seres humanos y los perros de San Huberto, las personas ciegas de nacimiento no echan de menos la facultad de la visión, dado que en realidad no la conciben. Sencillamente, la porción visible del espectro no forma parte de su *umwelt*.

Cuanto más profundiza la ciencia en estos canales ocultos tanto más claramente se aprecia que la sintonización de nuestro cerebro no está preparada sino

para detectar una fracción pasmosamente pequeña de la realidad que nos rodea. Para desenvolvernos en el ecosistema que nos es propio nos basta con el conjunto de las capacidades sensoriales de que disponemos. Sin embargo, no alcanza a proporcionarnos ni siquiera una idea aproximada de cuál puede ser la perspectiva global.

Resultaría útil que el concepto de *umwelt* pasara a ser del dominio público e integrara el habla corriente, ya que lo cierto es que capta con toda claridad la idea de que nuestro conocimiento es limitado, de que existe información que nos resulta imposible obtener y de que hay también posibilidades inimaginables. Pensemos en las críticas que se vierten sobre las medidas políticas que se adoptan, en las afirmaciones dogmáticas, en los categóricos pronunciamientos que escuchamos cotidianamente, e imaginemos sencillamente que todo ese comportamiento pudiera acabar impregnándose de la humildad intelectual que se derivaría del hecho de saber valorar la enorme cantidad de extremos que se nos escapan.

EL INCONSCIENTE RACIONAL

ALISON GOPNIK
Psicóloga de la Universidad de California, en Berkeley; autora de *El filósofo entre pañales. Revelaciones sorprendentes sobre la mente de los niños y cómo se enfrentan a la vida*

Una de las más importantes intuiciones científicas del siglo XX fue la de que la mayor parte de los procesos psicológicos son inconscientes. Sin embargo, el «inconsciente» que ha terminado por arraigar en la imaginación popular corresponde al inconsciente irracional de Freud —esto es, el inconsciente entendido al modo de un turbio y vehemente ello al que a duras penas consiguen mantener a raya la razón y la reflexión conscientes—. Esta imagen sigue gozando de una amplia difusión, pese a que las teorías de Freud hayan caído en gran medida en el descrédito científico.

Podríamos denominar inconsciente racional de Turing al «inconsciente» que de hecho ha dado lugar a los mayores avances científicos y sociales de nuestra época. Si la versión del «inconsciente» que nos presentan en películas como *Origen** fuese científicamente exacta debería contar con verdaderas legiones de chiflados

provistos de reglas de cálculo y no mostrar en cambio a bellas mujeres en salto de cama esgrimiendo revólveres en medio de un paisaje poco menos que sacado de un cuadro de Dalí. Eso al menos podría inducir al público a desarrollar una comprensión bastante más útil de la mente —aunque muy probablemente no serviría para vender más entradas.

Pensadores de épocas pasadas como Locke y Hume ya previeron muchos de los descubrimientos que más tarde habrían de realizar las ciencias psicológicas, aunque pensaban que las piedras angulares de la mente eran las «ideas» conscientes. Alan Turing, el padre de los ordenadores modernos, comenzó a reflexionar acerca de los cálculos —extremadamente conscientes e intencionados— que realizaban paso a paso los grupos de «computadores» humanos que colaboraban con él, como las mujeres que contribuyeron a decodificar los códigos secretos de las máquinas Enigma alemanas en Bletchley Park.* Su primera gran intuición surgió al concebir la idea de que esos mismos procesos conscientes podrían efectuarse por medio de una máquina enteramente inconsciente, y con los mismos resultados. Una máquina podía descifrar racionalmente las claves secretas alemanas siguiendo los mismos pasos lógicos que daban los «computadores» humanos. De este modo, las máquinas

compuestas de relés y válvulas de vacío —perfectamente inconscientes— se revelarían capaces de obtener las respuestas adecuadas exactamente igual que sus contrapartidas de carne y hueso.

La segunda gran intuición de Alan Turing se produjo al descubrir que también es posible concebir buena parte del funcionamiento de la mente humana a la manera de un ordenador inconsciente. Las mujeres de Bletchley Park realizaban brillantemente todo un conjunto de cómputos conscientes en sus jornadas laborales, pero también efectuaban inconscientemente una serie de cálculos igualmente complejos y precisos cada vez que pronunciaban una palabra o dirigían la mirada a la otra punta de la sala en la que trabajaban. La detección de los mensajes ocultos cargados de información relativa a los objetos tridimensionales del entorno, extrayéndolos de la confusa barahúnda de imágenes retinianas, no solo tiene la misma importancia que el descubrimiento de los mensajes camuflados en los incomprensibles telegramas alemanes, repletos de datos relacionados con el rumbo y la misión de los submarinos nazis, sino que entraña sencillamente las mismas dificultades —aunque lo curioso es que resulta que la mente resuelve ambos misterios de un modo similar.

En época más reciente, los científicos cognitivos han

incorporado la idea de la probabilidad en la receta, facultándonos así para describir la mente inconsciente pero también para diseñar un ordenador capaz de realizar tareas inferenciales, tanto inductivas como deductivas. Valiéndose de este tipo de lógica probabilística, un sistema queda en condiciones de emprender un adecuado proceso de aprendizaje del mundo, haciéndolo además de un modo gradual y probabilístico, incrementando la probabilidad de ciertas hipótesis, reduciendo las posibilidades de otras y revisándolas todas a la luz de los nuevos datos que alcanza a recabar. Este tipo de tareas encuentran su fundamento en una especie de ingeniería inversa. En primer lugar, es preciso averiguar cómo logra un sistema racional cualquiera inferir correctamente la verdad a partir de la información que posee. Es muy frecuente comprobar que eso es exactamente lo que hace la mente inconsciente de los seres humanos.

Algunos de los mayores avances jamás efectuados en las ciencias cognitivas se lograron gracias a la aplicación de esta estrategia. Sin embargo, dichos avances han permanecido ignorados, invisibles en el ámbito de la cultura popular —una cultura que, comprensiblemente, se ha sentido mucho más preocupada por el sexo y la violencia de otras psicologías de carácter mucho más evolutivo (como es el caso de Freud, que también ofrece

una película más trepidante)—. Las ciencias de la visión estudian la forma en que logramos transformar el caos de estímulos que llega hasta nuestra retina en una percepción coherente y precisa del mundo exterior. Se trata muy probablemente de la rama que más éxitos científicos está cosechando hoy en día, tanto en el ámbito de la ciencia cognitiva como en el de la neurociencia. Dichas ciencias parten de la idea de que nuestro sistema visual se dedica a establecer, de una forma totalmente inconsciente, inferencias racionales basadas en los datos retinianos que recibe a fin de hacerse una idea concisa del aspecto que tienen los objetos. Los científicos comenzaron por imaginarse cuál podía ser el mejor método para tratar de resolver el problema de la visión, descubriendo después, y de forma muy detallada, el modo exacto en que el cerebro realiza dichos cálculos.

La idea de la existencia de un inconsciente racional también ha transformado la comprensión científica que tenemos de aquellos seres a los que ha solido negárseles tradicionalmente el disfrute de una verdadera racionalidad, como es el caso de los niños pequeños y los animales. Y cabe esperar que modifique asimismo la forma en que entendemos nuestra vida cotidiana. La imagen de las teorías freudianas adjudica a los niños un inconsciente de tipo fantasioso e irracional. Hasta la

clásica perspectiva piagetiana señala que los niños pequeños se comportan de un modo profundamente ilógico. No obstante, las investigaciones contemporáneas señalan que existe una enorme brecha entre aquello que los niños alcanzan a formular verbalmente —y entre lo que en realidad experimentan, presumiblemente— y las proezas que realizan, con espectacular precisión, aunque inconscientemente, en los terrenos del aprendizaje, la inducción y el razonamiento. El inconsciente racional abre una puerta que nos permite comprender cómo logran aprender tantas cosas los recién nacidos y los niños pequeños, sobre todo teniendo en cuenta que en términos conscientes parecen entender muy poco.

Otra de las formas que tiene el inconsciente racional de relacionarse con el pensamiento cotidiano es mediante su capacidad de actuar como puente entre la experiencia consciente y los pocos cientos de gramos de materia gris que contienen nuestros cráneos. La distancia que separa nuestra experiencia de la estructura y el funcionamiento de nuestro cerebro es tan grande que la gente oscila entre el asombro y la incredulidad cada vez que sale un nuevo estudio en el que se afirma que el saber, el amor o la bondad tienen «realmente su sede en el cerebro» (aunque, ¿dónde iban a estar si no?). Hay ya investigaciones de notable relevancia que unen el inconsciente racional tanto

con la experiencia consciente como con la neurología.

Tenemos la impresión, puramente intuitiva, de conocer nuestras mentes —de que nuestra experiencia consciente es un reflejo directo de lo que está sucediendo bajo la superficie—. Sin embargo, buena parte de los más interesantes trabajos que se realizan actualmente en los campos de la psicología cognitiva y social demuestran que existe un abismo entre la racionalidad inconsciente de nuestra mente y la experiencia consciente. La forma en que comprendemos conscientemente la probabilidad, por ejemplo, es verdaderamente desastrosa, pese al hecho de que hacemos constantes y sutiles cálculos probabilísticos de manera inconsciente. El estudio científico de la conciencia nos ha permitido comprender lo compleja, impredecible y tenue que es la relación que existe entre nuestra mente y nuestra experiencia.

Al mismo tiempo, y si quiere alcanzar a procurarnos una auténtica explicación de los hechos, la neurociencia ha de rebasar los límites de «la nueva frenología», que simplemente se contenta con situar las funciones psicológicas en una concreta región del cerebro. El inconsciente racional nos ofrece la posibilidad de entender los cómos y los porqués del cerebro y no debe circunscribirnos únicamente al dónde. Y ha sido nuevamente la ciencia de la visión la que se ha situado a

la vanguardia del empeño, realizando elegantes estudios empíricos que muestran que un conjunto de redes de neuronas muy concretas pueden operar al modo de un ordenador, resolviendo de manera racional el problema de la visión.

Como es lógico, el inconsciente racional tiene sus límites. Las ilusiones visuales demuestran que la pasmosa precisión de nuestro sistema visual también se equivoca en ocasiones. La reflexión consciente puede resultar a veces engañosa, pero también tiene la capacidad de ofrecernos toda una serie de prótesis cognitivas —una especie de equivalente intelectual de las gafas de lentes correctoras—, y de ese modo contribuye a compensar las limitaciones del inconsciente racional. Y eso es exactamente lo que también hacen las instituciones científicas.

Si comprendiéramos el inconsciente racional obtendríamos como ventaja la demostración de que el descubrimiento racional no es un impenetrable y especializado privilegio del puñado de personas que merecen ser denominadas científicos, sino, muy al contrario, un derecho de nacimiento que la evolución nos ha concedido a todos. Es posible que el hecho de profundizar con toda intensidad en las modalidades de nuestra visión interna, explorando al mismo tiempo el

aprendizaje del niño que llevamos dentro, no aumente nuestra felicidad ni nuestro equilibrio psíquico, pero nos induce a apreciar, sencillamente, lo inteligentes que somos.

SOMOS INCAPACES DE PERCIBIR GRAN PARTE DE CUANTO CONFIGURA NUESTRA VIDA MENTAL

ADAM ALTER
Psicólogo; profesor auxiliar de mercadotecnia de la Escuela de Empresariales Stern; adscrito profesionalmente al Departamento de Psicología de la Universidad de Nueva York

El cerebro humano es una herramienta de una complejidad inconcebible. Mientras nos mantenemos atareados en las labores de la vida cotidiana, nuestro cerebro procesa una enorme cantidad de información bajo la superficie de nuestra consciencia vigil. Entretanto, este trabajo de procesamiento de la información periférica moldea de forma sutil tanto nuestros pensamientos como nuestros sentimientos y nuestras acciones, dando así forma a algunas de las deducciones más decisivas de nuestra vida. Voy a ilustrar a continuación este extremo ofreciendo tres breves ejemplos entresacados de un más amplio conjunto de casos pertenecientes a los trabajos de preparación del libro que me propongo publicar en breve con la editorial Penguin.

1. El color

Los colores son una característica omnipresente en el entorno, pese a que rara vez nos fijemos en ellos, a no ser que sean particularmente brillantes o se aparten espectacularmente de lo esperable. Lo cierto, no obstante, es que pueden dar forma a toda una gama de efectos o consecuencias: un reciente estudio realizado por Andrew Elliott y Daniela Niesta, de la Universidad de Rochester, ha logrado mostrar que las mujeres se sienten ligeramente más atraídas por los hombres que visten camisas de color rojo, siéndoles en cambio más indiferentes los demás colores. Y lo mismo les ocurre a los hombres, que juzgan más seductoras a las mujeres si las fotografías en que aparecen presentan un borde de color encarnado. El rojo constituye una señal tanto de la intención romántica de la potencial pareja como del carácter dominante de esa persona, que se alzaría así sobre los otros miembros de la especie. Y se trata además de una señal que se aplica tanto a los hombres como a las mujeres. Esta relación entre el color rojo y una posición dominante explica los hallazgos de los antropólogos evolutivos Russell Hill y Robert Barton, de la Universidad de Durham. En su obra del año 2005, estos constataban que «en una amplia gama de deportes», los atletas que visten de rojo tienden a obtener mejores resultados que los que utilizan otros colores. Sin embargo, el rojo tampoco se revela invariablemente beneficioso, ya que también se asocia con los errores y con la necesidad de aplicar alguna medida de precaución, de manera que a pesar de incitarnos a mostrarnos más vigilantes, también puede contribuir a reducir nuestra creatividad (véase, por ejemplo, el artículo titulado «Blue or Red? Exploring the Effect of Color on Cognitive Task Performances», de Ravi Mehta y Rui Zhu, publicado en el número del 27 de febrero de 2009 de la revista *Science*).

Todos estos efectos encuentran un sólido fundamento en la biología y la psicología humanas, aunque eso no determina que resulten menos notables ni sorprendentes.

2. El clima y la temperatura ambiente

A nadie le sorprende que la soleada calidez del verano contribuya

a hacer que la gente se sienta más feliz, pero lo cierto es que tanto las condiciones climáticas como la temperatura ambiente tienen otros efectos en nuestra vida mental —unos efectos realmente más inesperados—. Con el clima lluvioso tendemos más a la introspección y a mostrarnos reflexivos, circunstancia que a su vez contribuye a mejorar nuestra memoria (véase Joseph Forgas y otros, *Journal of Experimental Social Psychology*, 2009). En el estudio de Forgas se revelaba que la gente lograba recordar con mayor exactitud las características de una determinada tienda en los días de lluvia que en las jornadas soleadas. La bolsa tiende a subir en los días hermosos y bañados por el sol, mientras que los días fríos y pasados por agua fomentan la pereza y tienden a provocar breves bajadas de los valores bursátiles (véase por ejemplo, David A. Hirshleifer y Tyler Shumway, *The Journal of Finance*, 2001; junto con Edward Saunders, *American Economic Review*, 1993). Todavía más sorprendente resulta el hecho de que exista una relación entre los cambios de tiempo y los índices de suicidio, depresión, irritabilidad y diversos tipos de accidentes. Todo ello provocado, según se dice, como reacción a la ocurrencia de cambios en la situación eléctrica de la atmósfera (véase J. M. Charry y F. B. W. Hawkinshire, *Journal of Personality and Social Psychology*, 1981).

La asociación entre las temperaturas cálidas y la amabilidad humana es algo más que una metáfora. Varios estudios recientes han mostrado que la gente tiende a juzgar que los desconocidos le resultan más agradables si se forma sus primeras impresiones en torno a una taza de café (véase por ejemplo, Lawrence E. Williams y John A. Bargh, *Science*, 2008). La metáfora que vincula la calidez con la amabilidad se hace incluso extensiva a la exclusión social, puesto que la gente siente frío, literalmente, cuando queda socialmente excluida.

3. Símbolos e imágenes

En los paisajes urbanos puede constatarse la presencia de miles de símbolos e imágenes que, inadvertidamente, influyen en el modo en que pensamos y nos comportamos. Mis colegas y yo hemos

descubierto que las personas que se consideran cristianas tienden a mostrar conductas más honestas cuando se les presenta la imagen de un crucifijo, aun en aquellos casos en que no conservan ningún recuerdo consciente de haber visto dicho símbolo. En el año 1989, el psicólogo Mark Baldwin, del Centro de Investigación en Dinámica de Grupos de la Universidad de Míchigan, realizó un experimento mediante el que consiguió mostrar que el sentimiento de virtud de los cristianos disminuía tras exponérseles a la visualización subliminal de una imagen del papa Juan Pablo II, dado que esa fotografía les recordaba la imposibilidad de ceñirse a las elevadas exigencias de virtud que les exigía esa autoridad religiosa.

En otro orden de cosas, bastante más festivo, se ha constatado que las personas tienden a pensar de un modo más creativo cuando contemplan subliminalmente el logotipo de la compañía de ordenadores Apple (según los experimentos realizados por Gráinne M. Fitzsimons y otros, publicados en el año 2008 en el *Journal of Consumer Research*), o en caso de que trabajen bajo una bombilla de tipo incandescente (véanse los trabajos de Slepian y otros, 2010, publicados en el *Journal of Experimental Social Psychology*). La imaginación popular acostumbra a asociar con la creatividad estos dos elementos, tanto el icono característico de la marca Apple como la bombilla encendida, lo que unido a los experimentos nos permite afirmar que los símbolos que se hallan profundamente anclados en el imaginario social pueden configurar la forma en que pensamos.

Una lógica asociativa de carácter muy similar sugiere que las banderas nacionales suscitan en la gente un sentimiento de unidad y, de hecho, se ha constatado que los individuos de una muestra de población integrada tanto por israelíes de partidos de izquierdas como por compatriotas suyos militantes de formaciones de derechas se revelaron mejor dispuestos a contrastar sus distintos puntos de vista políticos tras verse expuestos a la observación subliminal de una imagen de la bandera de Israel (véase Hassin y otros, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2007).

De manera similar, existen también informes que señalan que los

miembros de una muestra de estadounidenses sentados frente a una amplia bandera de los Estados Unidos terminan por defender un conjunto de actitudes más positivas hacia los musulmanes (según los datos aportados por Butz y otros, en el *Personality and Social Psychology Bulletin*, 2007).

Estos tres ejemplos —el de los colores, el de las condiciones climáticas y el de los símbolos y las imágenes— no son los únicos posibles: hay decenas de casos alternativos diferentes en los que también se observa la existencia de mecanismos dotados de la sorprendente facultad de influir en nuestro modo de pensar, de sentir, de comportarnos y de tomar decisiones. Y una vez que hayamos comprendido en qué consisten esos factores de predisposición y la forma en que inciden en nuestra vida mental nos encontraremos mejor pertrechados, ya sea para aprovechar sus virtudes o para desechar su influencia.

EL INSTINTO DEL APRENDIZAJE

W. TECUMSEH FITCH
Biólogo evolutivo; profesor de biología cognitiva de la Universidad de Viena, Austria; autor de The Evolution of Language

Una de las ideas equivocadas más perjudiciales que acostumbran a darse en el campo de la ciencia cognitiva es la que gira en torno a la convicción de que existe una dicotomía entre la naturaleza y la cultura, o entre lo innato y lo adquirido. Son muchos los psicólogos, los lingüistas y los científicos sociales —por no hablar de los divulgadores de la prensa popular— que siguen enfocando la relación entre lo innato y lo adquirido como un enfrentamiento polarizado entre ideologías antagónicas en vez de considerar que se trata de dos perspectivas que se complementan mutuamente. A los ojos de ese tipo de personas, la idea de que algo pueda ser a un tiempo innato y aprendido, o simultáneamente biológico y cultural, constituye un absurdo manifiesto. No obstante, la mayoría de los biólogos actuales reconocen que la comprensión del comportamiento exige entender la interacción existente entre los procesos cognitivos innatos (como, por ejemplo, los relacionados con el aprendizaje y la memoria) y la

experiencia individual. Esto deviene particularmente significativo en el caso del comportamiento humano, y no solo porque las facultades cognitivas que permiten el lenguaje y la cultura son algunas de las adaptaciones clave que caracterizan a nuestra especie, sino porque en nosotros el desarrollo implica la intervención de un conjunto de elementos irreductibles que pertenecen tanto al ámbito de la biología como a la esfera de lo que nos rodea, esto es, tanto al mundo de lo innato como al universo de lo adquirido.

El contrapunto del pensamiento dicotómico que opone lo innato a lo adquirido pasa por reconocer tanto la existencia como la importancia del «instinto de aprendizaje». Fue Peter Marler, uno de los padres de la investigación científica del canto de las aves, quien acuñó esta expresión. Mientras se hallan todavía en el nido, las jóvenes aves cantoras se dedican a escuchar con la máxima atención el trino de los adultos de su misma especie. Meses después, habiéndose desarrollado ya por completo, los pájaros en cuestión comienzan a emitir a su vez un canto, modulando esos tanteos sonoros iniciales en función de las pautas que les indican los tempranos recuerdos que han almacenado en la memoria. A lo largo de todo este período de «entrenamiento lírico a media voz», el ave va refinando y perfeccionando gradualmente

su propio canto hasta que, una vez alcanza la edad adulta, se encuentra al fin en condiciones de defender un territorio y de atraer a sus posibles parejas con la entonación de los trinos propios de la especie —y con una serie de modulaciones peculiares del pájaro en sí que, en ocasiones, pueden ser únicas.

El progreso vocal de las aves cantoras constituye un ejemplo clásico para ilustrar el instinto del aprendizaje. El impulso que induce a los paseriformes a escuchar el canto de los adultos y a cantar después ellos mismos, modelando los tonos en función de las pautas tonales escuchadas en el nido es un proceso completamente instintivo. El pájaro no necesita de tutela de ninguna clase, del mismo modo que tampoco precisa de ninguna indicación de refuerzo por parte de sus padres para ir pasando por todas las etapas que integran su pleno desarrollo vocal. Con todo, el canto que finalmente aprende cada pájaro se transmite de generación en generación por medios culturales. Las aves cuentan con dialectos locales, con vocalizaciones que varían de forma aleatoria de una región a otra. Si el ave joven no llegara a escuchar en ningún caso los cantos que emiten los adultos, todo cuanto alcanzaría a emitir sería un triste conjunto de graznidos, no el canto típico de la especie.

Uno de los elementos importantes a tener en cuenta

en este sentido es el hecho de que únicamente algunos pájaros poseen esta capacidad para el aprendizaje de las vocalizaciones y los gorjeos de los adultos —según ocurre, por ejemplo, con las aves cantoras y los loros—. Otras especies de aves —como las gaviotas, los pollos o los búhos— no tienen que aprender las vocalizaciones que emiten, puesto que sus llamadas se desarrollan sin mayores contratiempos pese a la ausencia de todo ejemplo acústico. Las voces que dan estas aves son auténticamente instintivas, y se oponen aquí claramente a los cantos aprendidos. Sin embargo, en el caso de los pájaros que sí son capaces de aprender a vocalizar, el canto del ave adulta es el resultado de una compleja interacción entre el instinto (consistente en escuchar, ensayar y perfeccionar las pautas existentes) y el aprendizaje (hasta llegar a igualar el canto de los adultos de la especie a la que pertenezca el pájaro).

Resulta interesante, y posiblemente sorprendente, constatar que la mayoría de los mamíferos carecen de la facultad de realizar un aprendizaje vocal tan complejo como este. Las investigaciones en curso sugieren que, dejando a un lado a los seres humanos, únicamente cuentan con dicha capacidad los mamíferos marinos (como las ballenas, los delfines y las focas), además de los murciélagos y los elefantes. Entre los primates, da la

impresión de que los seres humanos somos la *única* especie dotada de la facultad de oír nuevos sonidos en el entorno y reproducirlos después. Esta habilidad parece depender del hecho de que, durante la infancia, pasamos por una fase dedicada a los balbuceos, esto es, por un período de jugueteos vocales tan instintivos como los entrenamientos líricos de las aves cantoras. Según parece, en el transcurso de dicha fase perfeccionamos el control de nuestras vocalizaciones de modo que, al salir de la primera infancia y convertirnos en niños, podamos escuchar y reproducir las palabras y las frases que oímos pronunciar a los adultos que se ocupan de nosotros.

Por consiguiente, podemos preguntarnos: ¿es el lenguaje humano el resultado de un proceso instintivo o se debe a los esfuerzos de un aprendizaje? La cuestión misma presupone ya la existencia de una dicotomía, de modo que se revela intrínsecamente engañosa. Todas las palabras que somos capaces de pronunciar los seres humanos, en cualquiera de las seis mil lenguas que maneja nuestra especie, son aprendidas. Y, sin embargo, la *capacidad* de aprender dicho lenguaje es uno de los instintos humanos, algo con lo que nace todo niño normal y que no posee en cambio ningún chimpancé ni ningún gorila.

El instinto que nos impulsa a aprender un idioma es,

de hecho, innato (lo que únicamente significa que se desarrolla de forma fiable en nuestra especie), pero todas las lenguas son aprendidas. Como diría Charles Darwin en *El origen del hombre*: «El lenguaje es un arte, como la fabricación de cerveza o de pan; pero [...] [c]iertamente, no es un instinto verdadero, porque cada idioma debe aprenderse. Sin embargo, difiere mucho de todas las artes ordinarias, porque el hombre tiene una tendencia instintiva a hablar, tal como vemos en el balbuceo de nuestros niños; pero ningún niño tiene una tendencia instintiva a elaborar cerveza, cocer pan o escribir».*

¿Y qué pasa con la cultura? Son muchos los que opinan que la cultura tiene toda la pinta de ser la antítesis misma del instinto. Y, sin embargo, parece ser necesariamente cierto que el lenguaje desempeña un papel clave en toda cultura humana. El lenguaje es el principal medio para la transmisión del conocimiento históricamente acumulado, así como para la comunicación de los gustos, los sesgos y los prejuicios ideológicos y las modalidades de comportamiento que determinan que cada una de las tribus y las naciones humanas constituyan una entidad única y preciosa. Y si la mejor forma de concebir la realidad del lenguaje humano es comprenderlo al modo de un instinto de aprendizaje, ¿por qué no entender de la misma manera la naturaleza de la cultura misma?

En el curso de la pasada década hemos asistido a un notable proceso de desvelamiento de nuestra estructura genética y neural, y los próximos diez años prometen avances todavía más notables. Cada uno de los seis mil millones de seres humanos es genéticamente único (con la fascinante excepción de los gemelos idénticos). La singularísima dotación genética que poseemos cada uno de nosotros influye en lo que somos, aunque no lo determine.

Si lo que deseamos es lidiar de forma seria y eficaz con la realidad de la biología y la genética humanas tendremos que deshacernos de las dicotomías superadas, como la de la tradicional distinción entre lo innato y lo adquirido. En sustitución de esos viejos conceptos tendremos que colocar y asumir la realidad de los muchos instintos de aprendizaje que nos permiten devenir humanos, como los que nos llevan a interiorizar el lenguaje, la música, la danza o la cultura, por ejemplo.

De ahí que concluya que la expresión «instinto de aprendizaje» —una expresión que en sí misma niega la existencia de la mencionada dicotomía— merece ocupar un lugar en el instrumental cognitivo de toda aquella persona que, en el alborear de la era de los genomas individuales, abrigue la esperanza de comprender a un tiempo la cultura y la naturaleza humanas, situándolas

además en el contexto de la biología que nos es propia. El lenguaje y la cultura humanas no son instintos; sí son, en cambio, un conjunto de instintos de aprendizaje.

HAY QUE PENSAR DE ABAJO ARRIBA, NO DE ARRIBA ABAJO

MICHAEL SHERMER
Editor de la revista Skeptic; profesor adjunto de la Universidad de Posgrado Claremont; autor de The Believing Brain: From Ghosts and Gods to Politics and Conspiracies—How We Construct Beliefs and Reinforce Them as Truths

Una de las abstracciones taquigráficas de carácter plenamente general y que, en caso de ser adoptada, se revelaría capaz de perfeccionar el equipamiento cognitivo de la humanidad es la que expresamos con el siguiente aforismo: «Hay que pensar de abajo arriba, no de arriba abajo». Casi todas las cosas importantes que tienen lugar tanto en la naturaleza como en la sociedad se producen de abajo arriba, no de arriba abajo. El agua es una propiedad autoorganizada y emergente que surge de abajo arriba entre el hidrógeno y el oxígeno. La vida es igualmente una propiedad autoorganizada y emergente que surge de abajo arriba a partir de moléculas orgánicas que se unen para formar cadenas proteicas, unas moléculas que comenzaron a proceder de ese modo nada menos que a expensas del aporte de energía recibido en su momento en el sistema

formado por los elementos constitutivos del entorno primitivo de la Tierra. Las complejas células eucariotas que conforman nuestras propias estructuras corporales proceden, a su vez, de una serie de células mucho más sencillas, denominadas procariotas, que acabaron fusionándose de abajo arriba mediante un proceso de simbiosis que tiene lugar de forma espontánea siempre que se unen los genomas de dos organismos distintos. La evolución misma es un proceso de abajo arriba por el que los organismos se limitan a tratar de sobrevivir y a tratar de transmitir sus genes a la generación siguiente. Y de ese sencillo proceso surge el variopinto abanico de formas de vida compleja que hoy observamos.

De manera análoga, toda economía es un proceso autoorganizado y emergente que surge de abajo arriba entre un determinado número de personas que simplemente se limitan a tratar de ganarse la vida y a transmitir sus genes a la generación siguiente. Y de ese sencillo proceso brota la polimorfa panoplia de productos y servicios que hoy encontramos a nuestro alcance. Y por poner otro ejemplo de carácter similar, la democracia es también un sistema político emergente que surge de abajo arriba con el específico propósito de derribar los reinos, las teocracias y las dictaduras que se organizan de arriba abajo. Los sistemas económicos y políticos son el

resultado de las acciones humanas, no la consecuencia de los propósitos de un determinado y reducido grupo de individuos.

No obstante, la mayoría de la gente tiende a contemplar el mundo desde arriba en lugar de verlo desde abajo. La razón de este estado de cosas reside en el hecho de que nuestros cerebros han evolucionado para detectar los propósitos que existen en el mundo, de modo que la experiencia que hemos ido acumulando en relación con los objetos derivados de un propósito nos indica que estos obedecen a los designios de un particular sujeto (nosotros), al que consideramos inteligente. Por consiguiente, la mayoría de la gente comprende intuitivamente que todo aquello que en la naturaleza parezca obedecer a algún propósito ha de ser por fuerza consecuencia de una iniciativa venida de arriba abajo, y no de abajo arriba. La idea de que el razonamiento pueda constituir un proceso de abajo arriba resulta antiintuitiva. Esta es la razón de que existan tantas personas que crean que la vida obedece a un designio concebido desde arriba, y el motivo también de que tanta gente piense que las economías hayan de obedecer a un propósito o que los países deban ser gobernados de arriba abajo.

Una de las formas de conseguir que la gente haga suya la idea contenida en la abstracción taquigráfica de

«abajo arriba», incorporándola a su instrumental cognitivo, consiste en hallar ejemplos que hayan evolucionado de abajo arriba —de acuerdo a lo que *sabemos* a ciencia cierta—, y que no hayan sido concebidos de arriba abajo. El lenguaje es uno de esos ejemplos. Nadie se propuso jamás que el inglés tuviera hoy el aspecto gráfico y la sonoridad vocal que hoy en día posee (ni que los adolescentes emplearan la voz «*like*» en todas y cada una de sus frases). La lengua inglesa viene evolucionando de abajo arriba desde la época de Chaucer, impulsada por la acción de los hablantes nativos, que han estado empleando desde entonces un matizado conjunto de estilos propios destinados a satisfacer las necesidades inherentes a su particular forma de vida y cultura. De manera similar, la historia de la génesis del conocimiento es el resultado de una larga trayectoria que la ha llevado a pasar de un movimiento vertical de arriba abajo a un desarrollo contrario que avanza de abajo arriba. Desde los antiguos sacerdotes y los eruditos medievales a los catedráticos del mundo académico y los editores universitarios de nuestros días, la democratización del conocimiento ha constituido un empeño parejo al de la democratización de las sociedades, decididas a liberarse de los grilletes intelectuales que implica el control de una perspectiva

nacida de las altas esferas y dirigida hacia abajo. En este sentido cabría proceder a comparar, por ejemplo, las enciclopedias de los siglos pasados, con su elevado número de volúmenes y su aureola de autoridad intelectual tan indiscutible como última en materia de conocimiento fiable, y la labor de los enciclopedistas individuales que han venido a desplazar este antiguo modelo usando el conjunto de herramientas informáticas de la wiki, capaz de convertir a todo el mundo en un experto por derecho propio.

Gracias a este hecho, Internet se ha convertido en la más reciente red autoorganizada y emergente que surge de abajo arriba por la acción de millones de usuarios de ordenadores que intercambian información a través de los distintos servidores. Y pese a que existen todavía unos cuantos controles que, emanados de lo alto, muestran una orientación descendente —como sucede en la mayor parte de los sistemas económicos y políticos que se rigen por estructuras que proceden de abajo arriba—, la fuerza de la libertad digital deriva del hecho de que nadie tiene el control global del proceso en sí. En el transcurso de los últimos quinientos años, la humanidad ha ido pasando, gradual pero irremisiblemente, de los sistemas de arriba abajo a los de abajo arriba, y ello por la sencilla razón de que tanto la información como las personas exigen

libertad.

PATRONES FIJOS DE CONDUCTA

IRENE PEPPERBERG
Investigadora asociada de la Universidad de Harvard; profesora asociada adjunta de psicología de la Universidad Brandeis; autora de Alex & Me: How a Scientist and a Parrot Discovered a Hidden World of Animal Intelligence—and Formed a Deep Bond in the Process

El concepto que encabeza este artículo se lo debemos a los primeros etólogos, es decir, a científicos como Oskar Heinroth y Konrad Lorenz, autores que definieron dicha noción como una respuesta instintiva, compuesta en términos generales por una serie de pautas de conducta predecibles, que acostumbra a verificarse en presencia de un fragmento específico de información de entrada al que muy a menudo se le da el nombre de «desencadenante». Se entendía por entonces que en la verificación de los patrones fijos de conducta, como se denomina a esas pautas de comportamiento troquelado, no intervenían en modo alguno los procesos de carácter cognitivo. No obstante, con el paso del tiempo hemos comprendido que los patrones fijos de conducta no tienen ni mucho menos un carácter tan inamovible como pensaban los etólogos, pero el concepto ha seguido formando parte de la

literatura histórica —al modo de un recurso con el que poder describir de manera científica lo que en el lenguaje corriente podríamos identificar quizá con los denominados «actos reflejos»—. El concepto de los patrones fijos de conducta, pese a resultar muy simple, puede revelarse útil como fórmula metafórica con la que estudiar el comportamiento humano e intentar modificarlo.

Si nos adentramos en la literatura relacionada con los patrones fijos de conducta observaremos que muchas de esas respuestas instintivas son en realidad aprendidas, basándose su adquisición en la interpretación de un conjunto de señales total y absolutamente elementales. Pondré un ejemplo: se ha descubierto que el supuesto patrón fijo de conducta del pollo de la gaviota argéntea americana recién salido del cascarón, consistente en golpear el punto rojo que presenta el pico de sus progenitores para provocar el reflejo de regurgitación y así poder comer, es en realidad mucho más complejo de lo que se había imaginado. El ornitólogo y etólogo Jack P. Hailman demostró que lo innato era únicamente la tendencia a picotear un objeto oscilante cualquiera que se interpusiera en el campo de visión del polluelo. La habilidad para impactar efectivamente en el pico, y más aun, en la mancha encarnada de dicho apéndice, pese a constituir un patrón conductual de desarrollo uniforme y

de aparición bastante rápida, se adquiere por vía de la experiencia. Está claro que algunas de las características de la sensibilidad a los estímulos han de ser forzosamente innatas, pero es muy probable que los factores específicos que determinan que esa sensibilidad se desarrolle y dé lugar a distintos actos conductuales dependan tanto de la forma en que el organismo en cuestión interactúe con su entorno inmediato como del tipo de respuesta que retroalimente sus acciones. No hay por qué concebir necesariamente el sistema —y menos aún en el caso de los seres humanos— a la manera de un simple mecanismo de respuesta condicionada R a un estímulo dado S, ya que también es posible entender que se halla más bien vinculado con la evaluación de la mayor cantidad posible de información entrante.

En este caso, si queremos entender la razón de que los seres humanos actuemos frecuentemente, en tanto que tales, de ciertas formas predecibles (y particularmente si abrigamos el deseo, o contemplamos la necesidad, de modificar esas respuestas conductuales), lo más relevante es recordar nuestro legado animal y buscar los posibles desencadenantes que mejor parezcan estimular nuestros patrones fijos de conducta. ¿Podría darse el caso de que esos patrones fijos de conducta fuesen de hecho una respuesta aprendida con el paso del tiempo y relacionada

en un principio con algo aún más básico de lo que ahora mismo alcanzamos a imaginar? En caso de que así fuera, las consecuencias podrían incidir en varios aspectos de nuestra vida, desde nuestras interacciones sociales a los procesos de toma rápida de decisiones en que nos vemos embarcados al desempeñar nuestros respectivos roles profesionales. Asumiendo que tenemos ya una comprensión adecuada de nuestros patrones fijos de conducta, así como una clara visión de los que rigen el comportamiento de aquellos individuos con los que interactuamos, podremos empezar a repensar nuestras pautas de conducta —dado que poseemos la elevada capacidad de procesamiento de datos que caracteriza a los seres humanos.

http://educaciondemillonarios.blogspot.com

POTENCIAS DE DIEZ

TERRENCE SEJNOWSKI
Neurocientífico computacional; titular de la cátedra Francis Crick del Instituto Salk; coautor (junto con Patricia Churchland) de The Computational Brain

Un importante aliciente de mi instrumental cognitivo pasa por disponer de los útiles necesarios para pensar en los objetos del mundo desde la perspectiva de una amplia gama de magnitudes y de escalas temporales. Esto implica, en primer lugar, comprender lo que son las potencias de diez; en segundo lugar, visualizar los datos en un vasto abanico de magnitudes reflejadas en distintos gráficos realizados en función de una o más escalas logarítmicas; y en tercer lugar, valorar el significado de las escalas de magnitud, como la escala de los decibelios que mide la intensidad de los sonidos, o la escala de Richter que determina la fuerza destructiva de los temblores de tierra.

Todo el mundo podría integrar este equipamiento cognitivo en su forma de pensar. Sin embargo, he descubierto que, lamentablemente, las personas que no poseen una formación científica, pese a ser en ocasiones

muy cultas, acostumbran a quedar desconcertadas ante las escalas logarítmicas, de modo que tienen que limitarse a aprehender de forma muy vaga la diferencia existente entre un terremoto de grado seis en la escala de Richter y otro de grado ocho (en el que la energía liberada es mil veces mayor). La capacidad de pensar en potencias de diez es una competencia intelectual de carácter tan fundamental que debería enseñarse al mismo tiempo que los números enteros en la escuela primaria.

La presencia de las leyes escalares puede constatarse en todo el reino natural. En el año 1638, Galileo señaló que, para soportar el peso de un ser vivo, los huesos de las patas de los animales de gran tamaño tenían un grosor desproporcionadamente superior al de la osamenta de las extremidades de los animales pequeños. Cuanto más pesado fuera el animal, tanto más sólidos tenían que ser sus miembros. Esta constatación permitiría establecer la predicción de que el grosor de los huesos de las patas de los animales debía corresponder al largo del hueso elevado a 3/2, o lo que es lo mismo: tenía que ser equivalente a la raíz cuadrada del cubo de dicha longitud.

Otra interesante ley de las magnitudes escalares es la que media entre el volumen de la materia blanca del córtex cerebral —los largos axones neuronales que conectan las distintas áreas corticales— y la cantidad de

materia gris —el lugar en el que se procesan los datos—. En el caso de los mamíferos cuyo peso corporal queda comprendido en una horquilla de cinco órdenes de magnitud —lo que nos coloca frente a un abanico que abarca desde la musaraña enana al elefante—, las magnitudes escalares del crecimiento de la materia blanca equivalen al volumen de materia gris elevado a 5/4, es decir, a la cuádruple raíz de la potencia quinta de esa misma materia. Esto significa que cuanto mayor sea el cerebro, tanto más desproporcionadamente grande será la fracción de volumen cerebral que necesiten los axones neuronales encargados de la comunicación entre las células nerviosas en comparación con el espacio reservado a las estructuras dedicadas al cálculo.

Me preocupa que los estudiantes a los que imparto clases hayan perdido la capacidad de entender el arte de valorar las cantidades relativas en función de las potencias de diez. Cuando yo mismo estudiaba en la universidad acostumbraba a utilizar una regla de cálculo para realizar las operaciones, pero en la actualidad los alumnos recurren a la calculadora. Una regla de cálculo le permite a uno efectuar una larga serie de multiplicaciones y divisiones mediante el simple expediente de sumar y restar los logaritmos de los números correspondientes. Sin embargo, al finalizar la operación se hacía preciso

evaluar las potencias de diez por medio de una estimación aproximada. Una calculadora se ocupa de este extremo por sí sola, ahorrándoselo al usuario, pero si nos equivocamos al teclear un solo número podemos alejarnos del resultado correcto en más de diez órdenes de magnitud —error al que habrán de verse abocados justamente aquellos estudiantes que hayan perdido la capacidad de percibir las diferencias existentes entre los distintos órdenes de magnitud.

Una última razón que acaso contribuya a explicar por qué las potencias de diez podrían mejorar el equipamiento cognitivo del común de los mortales radica en el hecho de que dicha comprensión nos ayuda a entender tanto nuestra propia vida como el mundo en el que vivimos:

¿CUÁNTOS SEGUNDOS DURA POR TÉRMINO MEDIO UNA VIDA HUMANA?: 10^9 SEGUNDOS

Un segundo es una unidad de tiempo perfectamente arbitraria, pero tiene a su favor el hecho de que se basa en nuestra experiencia. Nuestro sistema visual sufre un tremendo bombardeo de imágenes, ya que estas se suceden con una cadencia aproximada de tres instantáneas por segundo. Su origen se encuentra en un conjunto de movimientos oculares rápidos a los que damos el nombre de «ritmo sacádico». Es frecuente que los atletas ganen o pierdan una carrera por una diferencia de una fracción de

segundo. Si uno recibiera un euro por cada segundo de su período vital acabaría siendo multimillonario. Sin embargo, a veces un segundo puede parecernos eterno si nos encontramos frente a un público exigente, mientras que por el contrario, un plácido fin de semana puede esfumarse en un instante. Cuando era niño, el verano parecía no acabarse nunca, pero ahora tengo la impresión de que esa misma estación llega a su fin casi antes de haber empezado. William James expresó la conjetura de que la medición del tiempo subjetivo se produce cuando se tienen experiencias nuevas, y lo cierto es que estas se vuelven cada vez más infrecuentes a medida que se van cumpliendo años. Es posible que vivamos nuestra vida en una escala logarítmica, y que esta se comprima cuanto más se acerque a su final.

¿CUÁL ES EL PRODUCTO INTERIOR BRUTO MUNDIAL?: 10^{14} DÓLARES

Hubo un tiempo en el que mil millones de dólares constituían un buen montón de dinero, pero hoy en día hay una larga lista de mil millonarios. Hace poco, el gobierno de los Estados Unidos decidió estimular la economía mundial pidiendo a los bancos un préstamo de varios billones de dólares. Se hace difícil imaginar cuánto dinero es en realidad un billón de dólares (es decir, 10^{12}), aunque en YouTube pueden encontrarse varios vídeos

ilustrativos que lo explican —tecleando como palabras clave las presentes en la expresión «billón de dólares»—.* Dichos vídeos recurren tanto a distintas comparaciones físicas (como la consistente en mostrar un gigantesco montón de billetes de cien dólares) como a exposiciones de lo que puede llegar a hacerse con esa enorme suma (por ejemplo, sufragar durante una década entera los costes de la respuesta militar de los Estados Unidos a los atentados del 11 de septiembre del año 2001). No obstante, si se pone uno a pensar en términos de economía mundial, los billones de dólares empiezan a desfilar rápidamente. Un billón aquí, otro billón allá, y antes de que nos demos cuenta estaremos empezando a manejar cantidades verdaderamente grandes de efectivo. Sin embargo, no hay hasta la fecha ningún billonario.

¿CUÁNTAS SINAPSIS HAY EN EL CEREBRO HUMANO?: 10^{15}

Dos neuronas pueden comunicarse recíprocamente por medio de una sinapsis, que viene a ser como la unidad computacional del cerebro. El diámetro de las sinapsis corticales comunes mide menos de un micrón de diámetro (es decir, 10^{-6} metros), lo cual se aproxima a los límites de la resolución máxima del microscopio óptico. Si el ejercicio consistente en imaginarnos las cifras de la economía mundial nos exigía ya un considerable esfuerzo,

la sola idea de pensar en el conjunto de las sinapsis que encierra nuestra cabeza resulta sobrecogedora. Si poseyera un dólar por cada una de las sinapsis que integran mi cerebro, podría sostener durante diez años la totalidad de los gastos que genera actualmente la economía mundial. Por término medio, las neuronas corticales se activan una vez por segundo, lo cual implica un ancho de banda de unos 10^{15} bits por segundo aproximadamente, cifra que supera el ancho de banda total del sistema que integra la red troncal de Internet.

¿CUÁNTOS SEGUNDOS DE VIDA LE QUEDAN AL SOL?: 10^{17} SEGUNDOS

Nuestro Sol lleva luciendo varios miles de millones de años y seguirá activo durante otros tantos miles de millones de años más. Cuando se observa a la escala temporal de una vida humana, el universo parece estático e inmutable, pero al considerar períodos de tiempo más dilatados se revela que el cosmos se halla repleto de acontecimientos de una enorme violencia. Las escalas de magnitud espaciales son igualmente inmensas. La curva que describe nuestra particular trayectoria espacio-temporal no es más que una minúscula parte de la que traza el conjunto del universo, pero al menos podemos empezar a sumarle potencias de diez a las cifras que nos resultan significativas y contemplar con cierta perspectiva

las cantidades cósmicas.

http://educaciondemillonarios.blogspot.com

EL CÓDIGO DE LA VIDA

JUAN ENRÍQUEZ
Director gerente de la empresa Excel Venture Management; autor de As the Future Catches You: How Genomics & Other Forces Are Changing Your Life, Work, Health & Wealth; y coautor (junto con Steve Gullans) de Homo Evolutis: Please Meet the Next Human Species

Todo el mundo está familiarizado con los códigos digitales y con lo que de forma taquigráficamente abstracta denominamos «tecnologías de la información». Sin embargo, está cerca el día en que todos empecemos a hablar del código de la vida.

Se ha necesitado tiempo para aprender a descifrar el código de la vida. El primer manual de Gregor Mendel fue en su día pasado en gran medida por alto. Darwin conocía aquel material, pero durante varias décadas se negó a publicar unos textos tan controvertidos. Incluso el ADN, un término que actualmente se encuentra al alcance de cualquier panfleto propagandístico del departamento de relaciones públicas de la menos profesional de las empresas y que puede verse impreso en los pantalones vaqueros o en las páginas de los libros de autoayuda psicológica, fue ignorado de forma casi completa tras ser

descubierto en el año 1953. Durante prácticamente una década muy pocos autores citaron a James Watson y a Francis Crick. Hasta después del año 1960 no hubo ni una sola voz que se atreviera a nominarles como candidatos al Premio Nobel, pese a que habían descubierto el lenguaje en el que aparecen codificadas las claves de la vida.

Esta doble acción, primero de la ignorancia, y más tarde del espíritu polémico, seguiría cerniéndose sobre el código de la vida cuando la humanidad pasó de poder leerlo a empezar a copiarlo. En 1952 se realizó ya la clonación de unos renacuajos, y, sin embargo, hasta el año 1997 el proceso apenas conseguiría interesar a nadie —y no estará de más recordar que en esa fecha se anunció la clonación de la oveja Dolly, hecho que vendría a suscitar una mezcla de pasmo, consternación y miedo—. Algo muy parecido acabaría ocurriendo con la persona de Louise Brown y con la fecundación *in vitro*, un importantísimo avance que se haría acreedor al Premio Nobel en el año 2010, nada más y nada menos que treinta y dos años después del nacimiento de Brown, el primer ser humano nacido gracias a dicho método. En la actualidad, el copiado de los genes de decenas de especies, que ha permitido que surjan centenares de miles de ejemplares casi idénticos, es una práctica corriente. La última polémica suscitada no gira ya en torno a la pregunta:

«¿Qué hemos de hacer con los clones?», sino a este otro interrogante: «¿Deberíamos incorporar su carne a nuestra dieta?».

El proceso que nos ha llevado a descifrar y a copiar el código de la vida ha resultado notablemente instructivo, pero todavía no se ha entendido suficientemente bien la evolución de los últimos acontecimientos. Y, sin embargo, es precisamente esta tercera fase, la consistente en escribir y en reescribir el código de la vida, la que mayor importancia y hondura tiene —mucha más que cualquiera de las anteriores.

Por el momento, son pocas las personas que se percatan de que el código de la vida está divulgándose de manera notable entre las compañías industriales, en las diferentes economías y en un gran número de países y culturas. Y justamente al comenzar a reescribir las características de la vida existente hasta la fecha empiezan a surgir extrañas posibilidades. De pronto es posible programar ciertas bacterias para dotarlas de la capacidad de resolver sudokus. Los virus comienzan a crear circuitos electrónicos. Y mientras nos ponemos a reescribir las bases de la vida desde sus cimientos, personas como el biólogo y empresario John Craig Venter, el científico y Premio Nobel Hamilton Smith y algunos de sus colegas se asocian con la compañía

petrolera Exxon para tratar de modificar la dinámica de los mercados energéticos mundiales. La aparición de los genes de diseño producidos por diferentes retrovirus, la creación de órganos prácticamente de la nada y el surgimiento de las primeras células sintéticas son testimonios de que se está produciendo un cambio gigantesco.

Cada vez se generan más y más productos en campos versados en las distintas técnicas de modificación del código de la vida como los de la energía, las fibras textiles, las sustancias químicas, las tecnologías de la información y la comunicación, las vacunas, los fármacos, la exploración espacial, la agricultura, la moda, las finanzas o la propiedad inmobiliaria. De este modo, aunque de forma gradual, el concepto de «código de la vida» —una noción que en el año 2000 únicamente conseguía movilizar quinientas cincuenta y nueve búsquedas en Google, y menos de cincuenta mil en 2009 — empieza a convertirse en un elemento presente en el discurso público cotidiano.

Algo muy similar ha sucedido en el transcurso de las últimas décadas con la idea del «código digital», que dio lugar a la aparición de empresas como las de Digital, Lotus, Hewlett-Packard, IBM, Microsoft, Amazon, Google y Facebook. Muchas de las compañías llamadas a figurar

en la próxima década en la lista de las quinientas más prósperas del mundo, según el baremo que publica la revista *Fortune*, encontrarán el fundamento de su éxito en una correcta comprensión y aplicación del código de la vida.

Sin embargo, esto no es más que el principio. La verdadera transformación empezará a hacerse patente cuando comencemos a reescribir el código de la vida para modelar las características de la especie humana. De hecho, ya estamos inmersos en la transición que habrá de llevarnos del humanoide tallado por su entorno (y capaz a su vez de modificar el medio ambiente) al *Homo evolutis*, esto es, a una especie dotada de la facultad de diseñar directa y deliberadamente su propia evolución, configurando no solo su destino sino también el de las demás especies.

LA SATISFACCIÓN DE RESTRICCIONES

STEPHEN M. KOSSLYN
Director del Centro de Estudios Avanzados en Ciencias de la Conducta de la Universidad de Stanford; autor de Image and Mind

El concepto de «satisfacción de restricciones» resulta crucial para entender y perfeccionar las formas en que razonamos y tomamos decisiones los seres humanos. Una «restricción» es una condición que ha de tenerse en cuenta cada vez que se resuelve un problema o se adopta una decisión, y la «satisfacción de la restricción» es el proceso por el cual se atienden las limitaciones más relevantes. La idea clave consiste en que muy a menudo no existe sino un reducido abanico de fórmulas para satisfacer de manera simultánea la totalidad de un conjunto de restricciones dado.

Por ejemplo, cuando nos mudamos a una nueva casa, mi esposa y yo tuvimos que decidir la disposición de los muebles del dormitorio. Teníamos en la cama un viejo cabezal que estaba tan destartalado que era preciso reclinarlo contra la pared para que se mantuviera en pie. Y al tratar de hallar una posición adecuada para dicho cabezal, esa necesidad se convertía en una restricción.

Los demás muebles también tenían sus propias particularidades (o restricciones), todas ellas relacionadas con el lugar en el que resultaba posible colocarlos. Por ceñirme a lo concreto, diré que teníamos dos pequeñas mesillas de noche que tenían que ir situadas a ambos lados del cabezal; una silla que debíamos acomodar en algún punto de la habitación; una lámpara de pie que tenía que estar junto a la silla; y un antiguo sofá al que le faltaba una de las patas traseras y que había que sujetar por tanto con un par de libros —y la cuestión era que queríamos colocar el susodicho mueble de tal manera que la gente no alcanzara a ver el apaño de los libros—. Y lo más notable de todos nuestros ejercicios de diseño de interiores es que logramos constatar que prácticamente siempre sucedía lo siguiente: tan pronto como elegíamos la pared en la que debía ir el cabezal, ¡*paf* !, la configuración entera de la habitación quedaba fijada. Una vez hecha esa elección, no quedaba ya más que una única pared con la suficiente anchura como para albergar nuestro sofá, lo que a su vez no dejaba más que un único hueco para la silla y la lámpara.

Por regla general, cuanto mayor sea el número de restricciones, menor será la cantidad de fórmulas que alcancen a satisfacerlas todas al mismo tiempo. Y esto es especialmente cierto en el caso de que haya un elevado

volumen de restricciones «fuertes». Una restricción fuerte es, por ejemplo, la relacionada con la colocación de las mesillas de noche. Hay muy pocas formas de satisfacer las restricciones de ese tipo. Por el contrario, una restricción «débil», como la de la ubicación de la cabecera de la cama, puede satisfacerse de muchos modos. (Son muchas las posiciones válidas que pueden hallarse, y además las podemos encontrar en diferentes paredes.)

¿Qué ocurre cuando algunas de esas restricciones se revelan incompatibles con otros requerimientos que nos proponemos satisfacer? Imaginemos, por ejemplo, que vivimos lejos de una gasolinera y que por ese motivo decidimos adquirir un automóvil eléctrico. Sin embargo, se da el caso de que ese tipo de vehículos cuestan más de lo que estamos dispuestos a pagar. No todas las restricciones poseen la misma importancia, de modo que podrá afirmarse que hemos alcanzado una solución adecuada si se han conseguido satisfacer «suficientemente bien» las restricciones más importantes. En este caso, y a pesar de que la solución óptima para nuestras necesidades de transporte pueda consistir efectivamente en la compra de un coche eléctrico, podría concluirse que una solución suficientemente buena sería adquirir un vehículo híbrido capaz de hacer un gran número de kilómetros cuando utilice el motor de combustión.

Además, una vez iniciado el proceso de la satisfacción de restricciones, podemos aumentar su eficacia tratando de encontrar nuevos elementos limitantes. Por ejemplo, si lo que tenemos que decidir es qué coche nos conviene comprar, podemos empezar considerando las limitaciones asociadas con a) nuestro presupuesto y b) la intensidad de nuestro deseo de evitar la obligación de tener que acercarnos hasta una estación de servicio. Después, podemos pasar a sopesar las dimensiones que debería tener el vehículo capaz de satisfacer nuestros objetivos, valorar la duración de la garantía que ofrece el fabricante y poner sobre la balanza los aspectos estéticos del coche. Puede que descubramos, por ejemplo, que estamos dispuestos a aceptar ciertos compromisos —como, pongo por caso, el hecho de que al satisfacer determinadas restricciones de manera altamente solvente (relacionadas, digamos, con un bajo consumo de carburante) demos en considerar aceptable una satisfacción más reducida de otros aspectos (como, por ejemplo, la línea general de la carrocería)—. No obstante, el mero hecho de incluir un conjunto de restricciones adicionales puede llegar a convertirse en el factor crítico capaz de precipitar la decisión. La satisfacción de restricciones tiende a revelarse omnipresente. Será mejor que pongamos algunos ejemplos:

- Así es como resuelven los detectives los casos que se les encomiendan —ya se trate de Sherlock Holmes o del protagonista de la serie de televisión *El Mentalista*—, puesto que lo que suelen tratar cada una de las pistas que consiguen como una restricción, procediendo después a acumularlas y a buscar una solución que se revele capaz de satisfacerlas todas.
- Esto es también lo que los servicios de citas románticas se esfuerzan en lograr, dado que se dedican a estudiar las restricciones que aplica o solicita un determinado cliente, para pasar a continuación a identificar las restricciones que la persona interesada, sea hombre o mujer, juzga más relevantes, para averiguar seguidamente cuál de los candidatos incluidos en la base de datos se adecua mejor a las limitaciones vinculadas con la solicitud en cuestión.
- Esto es lo que solemos hacer cuando buscamos un nuevo domicilio en el que instalarnos, puesto que lo normal es sopesar la importancia relativa de las distintas restricciones implicadas, como por ejemplo las dimensiones de la casa, su precio, la situación del edificio y el tipo de

vecindario en el que se encuentra.

- Y eso es también lo que sucede al vestirnos por las mañanas, porque tendemos a elegir una ropa que «conjunte bien», tanto por su color como por su estilo.

Si la satisfacción de restricciones es un proceso que se manifiesta en todas partes se debe en parte al hecho de que no requiere la obtención de ninguna solución «perfecta». Es incumbencia de cada cual decidir qué restricciones merecen juzgarse más relevantes, del mismo modo que la determinación del número de restricciones generales que deberán hallar necesariamente una satisfacción (y la calidad de esta) también será un asunto de índole estrictamente personal. Es más, la satisfacción de restricciones no tiene por qué ser forzosamente lineal, ya que podemos procurarnos una perspectiva general y simultánea de la totalidad de las restricciones que aspiramos a satisfacer para echarlas después todas juntas al puchero mental y dejar que se vayan cociendo y madurando poco a poco. De hecho, no es necesario que esta actividad tenga un carácter consciente. Según parece, lo que solemos llamar «meditar» sobre algo, o «darle vueltas» a un asunto, consiste justamente en embarcarse en un proceso casi inconsciente de satisfacción de restricciones.

Por último, hemos de añadir que buena parte de la creatividad de que hacemos gala los seres humanos brota de este tipo de patrones relacionados con la satisfacción de restricciones. Son muchas las recetas de cocina novedosas creadas por los grandes cocineros al descubrir que tenían que ceñir el contenido del menú a una gama particularmente reducida de ingredientes —dado que esa circunstancia puede obligarles bien a sustituir los condimentos o las materias primas que echan en falta, bien a inventar desde la base un plato totalmente diferente—. La creatividad también puede manifestarse cuando uno decide modificar, excluir o añadir una determinada restricción. Einstein realizó uno de sus mayores descubrimientos al comprender que el tiempo no tenía por qué transcurrir con un ritmo constante. Aunque pueda resultar paradójico, hay ocasiones en que el hecho de ir añadiendo restricciones mejora *de facto* la creatividad —y lo cierto es que si una determinada tarea se revela excesivamente abierta o carente de estructura, puede darse el caso de que esa misma falta de restricciones haga difícil encontrar cualquier tipo de solución.

CICLOS

DANIEL C. DENNETT
Filósofo; catedrático y codirector del Centro de Estudios Cognitivos de la Universidad Tufts; autor de Romper el hechizo: la religión como un fenómeno natural

Todo el mundo está familiarizado con la vasta escala temporal y espacial de los ciclos de la naturaleza: al día le sigue la noche y a esta el nuevo día, las estaciones se suceden (verano-otoño-invierno-primavera-verano-otoñoinvierno-primavera...), y el agua describe un ciclo de evaporación y precipitación que colma nuestros lagos, renueva nuestros ríos y restaura los componentes líquidos de todos los seres vivos del planeta. Sin embargo, no todo el mundo se da cuenta de que el conjunto de esos ciclos —es decir, la totalidad de las escalas de magnitud, tanto espaciales como temporales, desde el plano atómico a la inmensidad astronómica— son, de un modo bastante literal, los motores ocultos que impulsan los pasmosos fenómenos que nos ofrece la naturaleza.

En el año 1861, Nikolaus Otto construyó y comenzó a comercializar el primer motor de combustión interna a gasolina del mundo, mientras que Rudolf Diesel sacó a la

luz en 1897 el motor de su invención a cuyo sistema y combustible habría de dar nombre. Estos dos deslumbrantes inventos no tardarían en cambiar el mundo. Cada una de las dos modalidades de propulsor viene a explotar un ciclo, el ciclo de cuatro tiempos de Otto y el ciclo de dos tiempos del primitivo motor Diesel. Ambas modalidades de ciclo realizan un determinado trabajo para después volver a situar el sistema en su posición original a fin de que se encuentre en situación de volver a realizar un nuevo trabajo. Los detalles que rigen el funcionamiento de estos ciclos constituyen una notable muestra de ingenio, y hace cientos de años que el principio que lo gobierna fue descubierto y ha sido optimizado mediante la aplicación de otro ciclo: el de la investigación y desarrollo, que ha permitido hacer evolucionar sus aplicaciones prácticas. Otro motor, miniaturizado al máximo y todavía más elegante, es el llamado ciclo de Krebs, descubierto en el año 1937 por Hans Krebs, pero ideado en el transcurso de los millones de años de evolución que han transcurrido desde el surgimiento de los primeros destellos de vida. Se trata de una reacción química de ocho tiempos que convierte el combustible en energía mediante un proceso conocido con el nombre de metabolismo, que resulta esencial para cualquier forma de vida, ya se trate de una bacteria o de

una secuoya.

Los ciclos bioquímicos, como el de Krebs, son los responsables de toda forma de movimiento, crecimiento, autorreparación y reproducción que pueda darse en la esfera viviente: una especie de engranaje engarzado en otro engranaje, inserto a su vez en un engranaje más, y así sucesivamente, hasta configurar un gigantesco mecanismo compuesto por varios billones de partes móviles. Por si fuera poco, es preciso «dar cuerda» a todos y a cada uno de esos mecanismos a fin de devolverlos a su posición inicial para que puedan reiniciar el ciclo desde el principio. Ha sido el grandioso ciclo darwiniano de la reproducción el que ha optimizado, generación tras generación, todos estos portentos, aprovechando aleatoriamente las mejoras fortuitas surgidas sucesivamente a lo largo de eones.

A una escala completamente diferente, nuestros antepasados descubrieron la eficacia de los ciclos al efectuar uno de los mayores avances de toda la prehistoria humana: el papel que desempeña la repetición en la fabricación de utensilios. Si cogemos un palo y lo frotamos con una piedra no ocurre prácticamente nada —el único signo de cambio será, quizá, la aparición de unos cuantos arañazos—. Si lo frotamos unas cien veces tampoco se producirá nada demasiado espectacular.

Ahora bien, frotémoslo del mismo modo unos cuantos miles de veces y podremos acabar convirtiéndolo en un astil de flecha increíblemente recto. Mediante la acumulación de una larga serie de incrementos imperceptibles, los procesos cíclicos generan cosas completamente nuevas. La previsión y el autocontrol que requería la materialización de este tipo de proyectos ya constituían en sí mismos una novedad, una inmensa mejora respecto de los procesos de construcción y moldeado que efectuaban otros animales —los cuales, siendo igualmente repetitivos, resultan en gran medida instintivos y ciegamente mecánicos—. A su vez, dicha novedad, que era, obviamente, producto del ciclo darwiniano, acabaría por ser perfeccionada como consecuencia de otro ciclo de más rápido desarrollo, el de la evolución cultural, un ciclo en el que la reproducción de la técnica no se transmite a la descendencia a través de los genes, sino por medio del truco de la imitación —lo cual implica que las novedades podrían pasarse, además, a semejantes carentes de toda relación de consanguinidad con el transmisor.

El primero de nuestros antecesores que se reveló capaz de pulir una piedra para convertirla en un hacha de mano de espléndida simetría debió de haber parecido un perfecto estúpido a los ojos de sus congéneres antes de

culminar su obra. Todos podían verle ahí sentado, golpeando y frotando una piedra durante horas y horas, sin ningún efecto aparente. Sin embargo, oculto en los intersticios de todas aquellas absurdas repeticiones se agazapaba un proceso de perfeccionamiento gradual prácticamente invisible a simple vista, ya que la evolución ha diseñado el ojo humano para detectar otro tipo de cambios: aquellos que se verifican a una velocidad mucho más elevada. De hecho, en ocasiones esa misma apariencia de futilidad de un particular intento ha venido a confundir incluso a los más sofisticados biólogos. En su elegante libro titulado *Wetware*, Dennis Bray, un conocido biólogo molecular y celular, describe del siguiente modo los ciclos que tienen lugar en el sistema nervioso:

> En una vía de transducción de señales característica, las proteínas se ven sometidas a un continuo proceso de modificación y pérdida de la modificación. Las quinasas y las fosfatasas trabajan sin descanso, como las hormigas de un hormiguero, añadiendo constantemente nuevos grupos fosfato a las proteínas y volviendo a deshacer después los enlaces de esas mismas uniones. Parece un ejercicio inútil, sobre todo si tenemos en cuenta que cada uno de los ciclos de adición y eliminación de los grupos fosfato le cuesta a la célula una molécula de ATP —esto es, una unidad de valiosa energía—. De hecho, en un principio se llegó a la conclusión de que las reacciones cíclicas de este tipo resultaban «inútiles». Se trata, sin embargo, de un adjetivo engañoso. La adición de grupos fosfato a las proteínas no solo es la reacción más común que se opera en las células sino que también es la que proporciona un sustrato material a muchos de

los cálculos efectuados por ellas. Lejos de revelarse inútil, esta reacción cíclica brinda a la célula un recurso esencial: el de poder contar con un dispositivo flexible y rápidamente ajustable.

La palabra «cálculos» está muy bien elegida, puesto que resulta que toda la «magia» de la cognición depende —como sucede con el proceso vital mismo— de una serie de ciclos que se desarrollan en el seno de otros ciclos, vinculados a su vez con un conjunto de procesos recurrentes, reentrantes y de información y transformación reflexiva —desde los que se dan a escala bioquímica en el interior de la neurona a los vinculados con el conjunto del ciclo onírico del cerebro y las ondas de actividad y recuperación cerebral que nos revelan los electroencefalogramas—. Los programadores informáticos llevan menos de un siglo explorando el espacio de los cálculos posibles, pero entre las invenciones y los descubrimientos que han venido cosechando hasta la fecha figuran los millones de bucles, dentro de otros bucles, dentro de más bucles, que han logrado explorar ya. El ingrediente secreto de todo avance es siempre el mismo: práctica, práctica y más práctica.

Llegados a este punto, conviene recordar que la evolución darwiniana no es más que un tipo de ciclo de perfeccionamiento acumulativo. Hay otros muchos ciclos de esta clase. El problema del origen de la vida puede

terminar presentando un aspecto insoluble (o de «complejidad irreducible») si se argumenta, como han solido hacer los defensores de la teoría del diseño inteligente, que el hecho de que la evolución por medio de la selección natural dependa de la reproducción determina que no pueda hallarse una solución darwiniana al problema del surgimiento del primer ser vivo dotado de capacidad reproductiva. Debió de ser, prosigue esta teoría, un proceso de pasmosa complejidad y bellísimo diseño —en suma: tuvo que haber sido un milagro.

Si caemos en el error de pensar que el mundo prebiótico anterior a la aparición de las capacidades reproductivas era una especie de caos informe de sustancias químicas y pretendemos explicar sobre esa base la aparición de la vida reproductiva nos encontraremos en un caso similar al de imaginar que una tormenta huracanada pudiera venir a ensamblar adecuadamente las desparramadas piezas de un desdichado avión de línea accidentado, y entonces, indudablemente, el problema se erigirá ante nosotros con unas proporciones más que desalentadoras. Sin embargo, si conservamos la cabeza fría y logramos tener presente que el proceso clave de la evolución es la repetición cíclica (un tipo de repetición del que la replicación genética constituye un ejemplo particularmente

perfeccionado y optimizado), podremos empezar a vislumbrar una salida y a comprender que resulta posible convertir ese misterio en un rompecabezas: ¿cómo lograron todos esos ciclos estacionales, todos esos ciclos hídricos, geológicos y químicos, activos durante innumerables millones de años, reunir gradualmente las condiciones previas necesarias para dar inicio a los ciclos biológicos? Es muy probable que los primeros miles de «intentos» se revelaran inútiles, poco menos que fracasos totales. Pero pensemos ahora en lo que pudo haber sucedido —como nos recuerda la melódica y sensual canción de George Gershwin y Buddy DeSylva—* si el intento se volvió a repetir una vez, y otra, y otra...

Por consiguiente, una buena regla práctica que podemos aplicar cuando nos vemos confrontados al aparente carácter mágico del mundo de la vida y de la mente es la siguiente: tratemos de descubrir los ciclos que se encargan del trabajo duro.

LOS CONSUMIDORES CLAVE

JENNIFER JACQUET
Investigadora posdoctoral en economía medioambiental de la Universidad de la Columbia Británica

Si hablamos de los recursos que compartimos, la ausencia de cooperación imposibilita el control del consumo. En el ya clásico artículo de Garrett Hardin sobre la «tragedia»,* todo el mundo consume en exceso, contribuyendo por igual al declive de los recursos comunes. Sin embargo, un puñado relativamente reducido de personas puede privar de un determinado recurso al resto del mundo.

Los biólogos están familiarizados con la expresión «especies clave», acuñada en el año 1969 a raíz de los experimentos de exclusión intermareal de Robert Paine. Paine descubrió que si eliminaba de la orilla del mar a los pocos equinodermos de cinco brazos que la habitan —como la estrella púrpura de mar, o *Pisaster ochraceus*— podía provocar que la población de las especies de las que esta se alimenta —como los mejillones— crecieran desmesuradamente, generándose de este modo un marcado descenso de la biodiversidad. Al desaparecer las estrellas de mar, los mejillones superaban en la competencia

trófica a las esponjas. Al no haber esponjas tampoco se observaba la presencia de ningún nudibranquio. Las anémonas morían igualmente de inanición, dado que estas criaturas acostumbran a ingerir los organismos que las estrellas de mar desalojan de sus escondrijos. La *Pisaster ochraceus* era, por tanto, la piedra angular que mantenía la cohesión de la comunidad intermareal. Sin ella, todo cuanto podía verse eran mejillones, mejillones y más mejillones. La expresión «especies clave», que vendría a sugerir la constatación de los efectos de la desaparición de la estrella púrpura de mar, alude a todas aquellas especies cuya presencia ejerce sobre el medio ambiente en el que vive un efecto no proporcional a su abundancia numérica.

Pienso que en el ámbito de la ecología humana, las enfermedades y los parásitos desempeñan un papel similar al de la *Pisaster* del experimento de Paine. Si eliminásemos las enfermedades (e incrementásemos la cantidad de alimento) constataríamos que el *Homo sapiens* se erigiría en la especie dominante. Resulta inevitable que los seres humanos reestructuren su entorno. Sin embargo, no todos los seres humanos consumen por igual. Si al hablar de una determinada especie clave nos referimos a una muy concreta, esto es, a aquella que estructura el ecosistema, yo considero que los

consumidores claves pertenecen a un grupo particular de seres humanos: el de aquellos que cuentan con la posibilidad de estructurar el mercado de un recurso dado. El hecho de que un puñado de individuos ejerzan una intensa demanda puede poner al borde mismo de la extinción a la flora y la fauna de una determinada zona.

Hay consumidores clave en los mercados del caviar, de las orquídeas conocidas con el nombre de zapatillas de dama, de los penes de tigre, del plutonio, de los primates usados como mascotas, de los diamantes, de los antibióticos, de los todoterreno Hummer y de los caballitos de mar. Los nichos de mercado que han conseguido abrirse las ancas de rana en ciertas regiones muy concretas de los Estados Unidos, Europa y Asia están esquilmando las poblaciones de batracios de Indonesia, Ecuador y Brasil. Los aficionados a los mariscos que acuden a los restaurantes de lujo están provocando que se desplomen las poblaciones de algunas especies de peces que llevaban ya varios millones de años prosperando en las aguas del planeta, como el pez reloj anaranjado del Atlántico o el bacalao austral de los mares antárticos. El anhelo que tienen los consumidores chinos acaudalados por degustar una sopa de aletas de tiburón ha desembocado en la drástica reducción demográfica de varias especies de escualos.

Una de cada cuatro especies de mamíferos (o lo que es lo mismo, mil ciento cuarenta y una especies de mamíferos de las cinco mil cuatrocientas ochenta y siete especies de esa misma clase que pueblan el planeta) se halla en peligro de extinción. Desde el siglo XVI se han extinguido ya, como mínimo, unas setenta y seis especies de mamíferos —y muchas de ellas, como el tigre de Tasmania, el alca gigante y la vaca marina de Steller, como consecuencia de una caza intensiva realizada por un grupo de individuos relativamente reducido—. Se ha comprobado que una reducida minoría de personas puede provocar la desaparición de una especie entera.

El consumo de recursos no vivientes también muestra un desequilibrio similar. El quince por ciento de la población mundial que puebla las regiones de Norteamérica, Europa occidental, Japón y Australia consume treinta y dos veces más recursos —entre ellos combustibles fósiles y metales— y genera una polución treinta y dos veces superior a la del mundo en vías de desarrollo, que es donde vive el ochenta y cinco por ciento restante de la población humana. Las personas que habitan en las ciudades consumen más que las que viven en el campo. Un estudio reciente ha conseguido determinar que la huella ecológica del habitante medio de la población de Vancouver, en la Columbia Británica, es

trece veces superior a la de su equivalente de los barrios periféricos o del ámbito rural.

Países desarrollados, urbanitas, coleccionistas de objetos de marfil... Quién es el consumidor clave depende del recurso en cuestión. En el caso del agua, la agricultura es la responsable del ochenta por ciento del consumo de este recurso en los Estados Unidos, de modo que las inmensas granjas de producción agrícola a gran escala son en este caso los consumidores clave. ¿Por qué se centran tan a menudo entonces los esfuerzos encaminados al ahorro de este recurso en los hogares particulares en lugar de incidir en una mayor eficiencia en el uso del agua en las granjas? El concepto de «consumidor clave» ayuda a establecer en qué punto del proceso han de concentrarse los esfuerzos conservacionistas para conseguir que el beneficio de las inversiones correctoras sea mayor.

Como ya ocurriera en el caso de las especies clave, también los consumidores clave vienen a ejercer sobre el medio ambiente en el que habitan un impacto no proporcionado a su abundancia numérica. Los biólogos señalan que las especies clave han de centrar las prioridades del afán conservacionista, puesto que su desaparición podría provocar la pérdida de otras muchas especies. Y en el mercado, la prioridad debería girar en torno a los consumidores clave, dado que su desaparición

podría permitir que el recurso afectado se recuperara. Los seres humanos han de ofrecer protección a las especies clave y poner coto a los consumos clave. De ello depende la vida de un gran número de especies y personas.

EL ERROR ACUMULATIVO

JARON LANIER
Músico e informático; precursor de la realidad virtual; autor de You Are Not a Gadget: A Manifesto

Estamos ante un asunto propio de los juegos infantiles. La gracia del juego del teléfono consiste en que un grupo de niños puestos en corro se susurran unos a otros al oído un determinado mensaje secreto que su receptor final anuncia en voz alta. Lo que suele ocurrir entonces, para regocijo de todos, es que el mensaje suele quedar transformado en algo completamente nuevo y extraño, por más que los jugadores se hayan mostrado tan sinceros como cuidadosos en la transmisión de su contenido original.

Da la impresión de que el humor es la forma que tiene el cerebro de motivarse a sí mismo —dado que le produce placer— a fin de ponerse en disposición de prestar atención a las discrepancias y los sesgos que median entre la realidad y su percepción del mundo. En el juego del «teléfono» lo que nos hace disfrutar es el hecho de romper de manera chusca las expectativas más probables —y de ese modo constatamos que lo que pensamos que debiera de mostrar un carácter fijo resulta

ser en realidad un fenómeno de naturaleza fluida.

El hecho de que un cerebro se equivoque en algo tan común como para que la percepción del fallo alcance a convertirse en la clave de bóveda de un sencillo juego infantil nos indica con toda seguridad que la cognición humana adolece de un problema del que vale la pena ocuparse. Lo cierto es que esperamos que, de algún modo, la información se comporte de acuerdo con las pautas platónicas y se revele fidedigna a su fuente, con independencia de la particular peripecia que pueda haber venido a alterarla.

Si la ilusión de la información platónica nos induce a confusión se debe al hecho de que dicha información puede burlar nuestra natural tendencia al escepticismo. Si una de las niñas del juego anterior sospechara que el mensaje es demasiado raro como para poderlo considerar auténtico, lo cierto es que tiene la posibilidad de comparar fácilmente sus anotaciones mentales con el chiquillo que se halle más próximo, esto es, con el que recibió el mensaje justo antes que ella. En tal caso, esa niña podría descubrir alguna pequeña variación, pero en la mayoría de los casos la información parecerá poder confirmarse, de modo que la niña de nuestro ejemplo topará con la verificación aparente de un aserto que en realidad es falso.

Otro delicioso pasatiempo es el de exagerar las transformaciones que vienen a imprimirse a un artefacto informativo por medio de un algoritmo digital hasta convertirlo en algo francamente extraño —una práctica que resulta útil, al menos siempre que se emplee con moderación—. Pondré un ejemplo: se puede utilizar cualquiera de los servicios de traducción automática de Internet para proceder a traducir una determinada frase, haciéndola pasar por toda una serie de idiomas y devolviéndola así, de traducción en traducción, a la lengua original a fin de comprobar qué es lo que se termina obteniendo. En solo cuatro pasos, el actual traductor automático de Google transforma la oración «*The edge of knowledge motivates intriguing online discussions*» («Las fronteras del conocimiento generan debates fascinantes en la Red») en «*Online discussions in order to stimulate an attractive national knowledge*» («Discusiones en línea a fin de estimular un atractivo conocimiento nacional») —para ello, basta pasar del inglés al alemán, del alemán al hebreo, de ahí al chino simplificado y regresar después al inglés—. Este tipo de cosas se nos antojan chistosas, como ocurría en el caso de los niños enfrascados en el juego del teléfono —y está bien que así sea, porque se trata de algo que viene a recordarnos que las expectativas que tienen nuestros

cerebros acerca de la transformación de la información son escasamente realistas.

Aunque la tecnología de la información es capaz de revelarnos algunas cosas ciertas, también es verdad que puede llegar a generar ilusiones más sólidas de lo que solemos creer. Por ejemplo, los sensores que se hallan repartidos por todo el mundo y que están conectados mediante un conjunto de nubes de cómputo tienen la facultad de hacer sonar la alarma en caso de detectar uno o más patrones de cambio apremiante en los datos climáticos. Sin embargo, la existencia de una interminable cadena de reenvíos cibernéticos también puede hacer que una enorme cantidad de personas caiga en la ilusión de pensar que los datos originales forman parte de un engaño.

La ilusión de la información platónica es una plaga omnipresente en el mundo de las finanzas. Los instrumentos financieros se están convirtiendo, a múltiples niveles, en derivados de las acciones que ocurren sobre el terreno —acciones que en último término se suponen impulsadas y optimizadas por las finanzas mismas—. La razón de que se financie la compra de una casa debiera hallar su fundamento, al menos en parte, en conseguir que se adquiera efectivamente dicha casa. Sin embargo, durante los prolegómenos de la Gran Recesión que estamos padeciendo, las acciones de la inmensa legión de

especialistas que hoy operan a través de los hipertrofiados servicios de informática en la nube han conseguido mostrar que si se dota de suficiente complejidad a los instrumentos financieros, estos pueden acabar desvinculándose por completo del objetivo último para el que fueron concebidos.

En el caso de las herramientas financieras complejas, el elemento que desempeña el papel que antes reservábamos a cada uno de los niños de nuestro juego del teléfono no corresponde ahora a una serie horizontal de puestos informáticos encargados de transmitir el mensaje sino a una secuencia vertical de transformaciones cuya fiabilidad no es mayor que la de los protagonistas infantiles del primer ejemplo. Las transacciones acaban amontonándose unas encima de otras. Cada una de esas transacciones está basada en una fórmula que transforma los datos de las transacciones que se encuentran bajo ella en el montón. De ese modo, una determinada transacción podría llegar a basarse en la posibilidad de que la predicción de una particular predicción hubiera sido predicha de manera inadecuada.

La ilusión de la información platónica reaparece también en forma de creencia: la que sostiene que los resultados de una representación mejoran, necesariamente, cuanto más alto es el nivel de esa representación. Sin

embargo, cada vez que se juzga el valor de una transacción en función de la estimación del riesgo implícito en otra transacción —aun en el caso de que todo se efectúe en una estructura vertical— se inyecta en el sistema, como mínimo, una pequeña dosis de error y de artificio. Y tras un determinado lapso de tiempo, esto es, una vez que se han ido acumulando unas cuantas capas de estimación, la información se vuelve rara.

Por desgracia, el bucle de retroalimentación que determina si una transacción tiene éxito o no se basa únicamente en las interacciones que unen a dicha transacción con sus vecinas más inmediatas en el fantasmagórico y abstracto patio de recreo de las finanzas. Por consiguiente, una determinada transacción puede generar ganancias en función del modo en que interactúe con las demás transacciones a las que hace referencia directa, pese a no guardar relación alguna con los acontecimientos reales que tienen lugar en el mundo real en el que, en último término, vienen a hundir sus raíces todas las transacciones. Este proceder es idéntico al de la niña que trataba de hacerse una idea de si un mensaje había sido alterado o no preguntándoselo única y exclusivamente a los niños que tiene a su lado.

En principio, Internet permite que la gente conecte directamente con las fuentes de información pertinentes a

fin de evitar caer en las mismas ilusiones que se daban en el juego del teléfono. Y ciertamente eso es lo que sucede. Ha habido millones de personas, por ejemplo, que han podido experimentar directamente lo que captaban las cámaras de los vehículos todoterreno enviados a Marte.

Sin embargo, tal y como ha evolucionado la economía de Internet, lo que se constata es que la Red incentiva la presencia de agregadores informáticos. Esto significa que nos hallamos todos embarcados en un nuevo juego del teléfono, un juego en el que uno habla con el bloguero, quien a su vez se comunica con el agregador de blogs, que interactúa con la red social, que contacta con el anunciante, que dialoga con el comité de acción política, y así sucesivamente. Cada uno de los puestos informáticos intermedios piensa que el mensaje que se le transmite tiene sentido, puesto que el alcance de su visión es tan limitado como el de la niña escéptica de nuestro corro de chiquillos, de modo que al final el sistema entero termina absorbiendo una cierta dosis de información absurda.

Si se repiten hasta la saciedad, los chistes dejan de resultar graciosos. Es urgente dar a conocer universalmente la falacia cognitiva de la información platónica, y no menos apremiante resulta la necesidad de diseñar unos sistemas de información pensados para reducir la presencia de errores acumulativos.

ATRACTORES CULTURALES

DAN SPERBER
Catedrático de filosofía y ciencias cognitivas de la Universidad Centroeuropea de Budapest

En el año 1967, Richard Dawkins comenzó a divulgar la idea del «meme», esto es, de la unidad teórica de transmisión cultural capaz de replicarse a sí misma y de sufrir un proceso de selección de carácter darwiniano. La noción de «meme» se ha convertido en un elemento de notable éxito de entre los muchos que se han añadido al instrumental cognitivo común. Y en este sentido, quisiera sugerir que el concepto de meme debería ser, si no sustituido, sí al menos completado con la idea de lo que yo denomino un atractor cultural.

El éxito mismo de la palabra «meme» constituye por sí solo, o eso parece, un ejemplo de la idea de meme: a estas alturas la palabra se ha empleado ya miles de millones de veces. Ahora bien, debemos plantearnos la siguiente pregunta: ¿cabe afirmar que la noción de meme se replica cada vez que se emplea dicho vocablo? Lo cierto es que no. No se trata ya únicamente de que los «memetistas»* cuenten con un gran número de definiciones

diferentes del concepto de «meme», sino también de que la mayoría de las personas que emplean el término —y esto es mucho más importante— no tienen una idea clara de lo que constituye en realidad un meme. Se emplea esta voz con un significado vago, que solo adquiere relevancia en unas circunstancias particulares. Estos significados se superponen, pero no son réplicas unos de otros. ¡A fin de cuentas, la idea de meme, en tanto que opuesta a la propia palabra «meme», podría no constituir un ejemplo tan bien buscado como pudiera parecer!

El caso de la idea de meme ilustra un desconcertante rompecabezas de alcance más general. Las culturas contienen efectivamente un conjunto de elementos —ideas, normas, relatos, recetas, bailes, ritos, herramientas, prácticas, etcétera— que tienen la particularidad de producirse de forma repetida. Dichos elementos conservan poco más o menos su apariencia en el espacio-tiempo social. A pesar de sus variantes, un estofado irlandés es siempre un estofado irlandés, Caperucita Roja no deja de ser Caperucita Roja y la samba sigue siendo la samba. La manera más obvia de explicar esta estabilidad observable en el macronivel de la cultura consiste en suponer, o esa impresión tenemos, que existe una cierta fidelidad al elemento original en el plano micro de la transmisión interindividual. La peripecia de Caperucita

Roja ha tenido que haberse replicado con la suficiente fidelidad en la mayoría de las ocasiones para que el relato haya conservado su apariencia tras varios siglos de transmisión oral, puesto que de lo contrario el cuento habría experimentado todo tipo de derivas, con lo que la historia misma habría terminado por desvanecerse, como el agua que cae sobre la arena. La macroestabilidad implica la existencia de una microfidelidad, ¿no es cierto? Pues bien, no, no es cierto. Lo que observamos al estudiar los microprocesos de transmisión —dejando a un lado aquellos que utilizan técnicas de replicación en sentido estricto, como ocurre con los elementos impresos o con los reenvíos de Internet— es una mezcla de preservación del modelo y de construcción de una versión adaptada a las facultades y los intereses del transmisor. Puede que de una versión a otra los cambios se revelen de escasa entidad, pero cuando se producen en el conjunto de toda una población, su efecto acumulativo debiera poner en peligro la estabilidad de los elementos culturales. Sin embargo —y en esto reside el aspecto desconcertante del rompecabezas al que me refería—, no es eso lo que sucede. Si no es la fidelidad lo que explica la estabilidad, ¿qué es entonces lo que permitiría dar cuenta de ella?

Veamos. Los bits culturales —o los memes, si se prefiere diluir el concepto y asignarle ese término— no

conservan su apariencia porque se repliquen una y otra vez, sino porque las variaciones que se producen prácticamente a cada paso en su reiterado proceso de transmisión no dan lugar a «alejamientos aleatorios» que se aparten radialmente del modelo inicial, alejándose de él en todas direcciones, sino que tienden a gravitar en torno a un conjunto de atractores culturales. El hecho de poner el punto final al cuento de Caperucita Roja en el momento en que el lobo devora a la niña convertiría el relato en una historia más fácil de recordar, pero el final feliz es un atractor cultural demasiado potente. Si a alguien se le hubiera contado únicamente el cuento que termina con el banquete del lobo, me atrevo a conjeturar una de estos dos desenlaces para la situación: o bien esa persona se habría abstenido por completo de volver a referir la historia (generándose así una selección), o bien habría optado por modificarlo y reconstruirlo, asignándole un final feliz (obedeciendo así a la atracción a la que me refiero). Si el cuento de Caperucita Roja se ha mantenido estable a lo largo del tiempo no ha sido únicamente por el hecho de haber sido replicado fielmente en todo ese proceso, sino también por la circunstancia de que las variaciones presentes en todas sus versiones han tendido a cancelarse unas a otras.

¿Cuál es el motivo que explica, si hay alguno, la

existencia de atractores culturales? Lo cierto es que si observamos la presencia de dichos atractores es porque hay en nuestras mentes, en nuestros cuerpos y en nuestro entorno una serie de factores modificadores que inciden en la forma en que interpretamos y re-producimos las ideas y las conductas. (Si escribo la palabra «reproducimos» con un guión intermedio es porque, en la mayoría de los casos, lo que producimos es una nueva muestra simbólica de tipo idéntico al original sin que haya una reproducción en el sentido habitual de la palabra, esto es, en el sentido de que se verifique el copiado de la muestra previa, sea esta la que sea.) En aquellos casos en que los miembros de una determinada población comparten estos factores modificadores, lo que se constata es el afloramiento de atractores culturales. Pondré a continuación unos cuantos ejemplos rudimentarios.

Los números redondos son atractores culturales, ya que resultan más fáciles de recordar y nos proporcionan un elemento simbólico más apto para apreciar las magnitudes. Esta es la razón de que celebremos el veinticinco aniversario de una boda, el número cien de una determinada publicación, el hecho de que un disco venda un millón de copias, etcétera. Esto, a su vez, genera un atractor cultural específico de los precios de las cosas,

característicamente situado inmediatamente por debajo de las cifras redondas —como sucede por ejemplo con 9,99 euros o con 9.990 euros, dos etiquetas que nada tienen de infrecuente—, a fin de evitar la evocación de una magnitud más alta.

En la difusión de las técnicas y los artefactos, la eficacia resulta un potente atractor cultural. Los cazadores de la era paleolítica que aprendían de sus mayores la forma de utilizar el arco y las flechas no se proponían tanto copiar a los ancianos como adquirir ellos mismos toda la destreza posible en el arte de lanzar los dardos. Es esa atracción del deseo de eficacia, sobre todo teniendo en cuenta que no existen demasiadas maneras de resultar eficaz, la que explica —mucho mejor que la idea de una replicación fidedigna— la estabilidad cultural (y también las transformaciones históricas) de las distintas tradiciones técnicas.

En principio, no tendría por qué haber límite alguno a la diversidad de los seres sobrenaturales que los seres humanos somos capaces de imaginar. Sin embargo, como bien ha argumentado el antropólogo Pascal Boyer, las religiones humanas no explotan más que un reducido número del total potencial de seres de este tipo. Los integrantes de esta clase de entidades —esto es, los espectros, los dioses, los espíritus de los antepasados, los

dragones y otras cosas por el estilo— comparten los dos rasgos siguientes:

1. Todos ellos violan alguna de las principales expectativas intuitivas que albergamos respecto de las cualidades inherentes a los seres vivos: la expectativa de que sean mortales, la de que pertenezcan a una única especie, la de tener un acceso limitado a la información, etcétera.
2. Todos ellos satisfacen el resto de nuestras expectativas intuitivas y resultan ser por tanto, pese a su carácter sobrenatural, bastante predecibles.

¿A qué obedece este hecho? Pues se debe a que la circunstancia de ser «mínimamente antiintuitivo» (por emplear la expresión del propio Boyer) no solo contribuye a la construcción de «misterios relevantes» (en este caso, el término es mío) sino que también constituye un atractor cultural. Los seres imaginarios cuyo carácter antiintuitivo sea superior o inferior a lo definido por esta horquilla caracterológica caerán en el olvido o sufrirán una transformación que los encamine en la dirección de este atractor.

¿Y cuál es el atractor en torno al cual gravita el «meme» meme? Si la idea de meme —o mejor dicho la

constelación de versiones banalizadas de dicha noción— ha terminado convirtiéndose en una unidad de extraordinario éxito en la cultura contemporánea no se debe únicamente al hecho de que se haya replicado de manera fidedigna una y otra vez, sino a que nuestras conversaciones tienden a girar con mucha frecuencia (y en ello reside el atractor cultural) en torno a los fragmentos culturales que se han demostrado capaces de cosechar un éxito notable —fragmentos que, en una época marcada por los medios de comunicación de masas y la red de Internet, se revelan propensos a surgir cada vez más a menudo y a mostrarse *de facto* notablemente relevantes en el marco de nuestra comprensión del mundo—. Dichos fragmentos atraen nuestra atención incluso —o quizá fuera mejor decir especialmente— en aquellos casos en que no alcanzamos a comprender exactamente en qué consisten y cómo han logrado aflorar. Por este motivo, el significado de «meme» ha terminado apartándose de la concisa idea científica que expresara en su momento Dawkins para convertirse en una forma de aludir a esos objetos tan asombrosos como desconcertantes.

Esta es la respuesta que doy a la pregunta inicial, así que permítanme que concluya planteando una pregunta (que el tiempo se encargará de contestar): ¿puede decirse que la propia idea del «atractor cultural» se halla a su vez

lo suficientemente próxima de un atractor cultural como para que una versión de la misma acabe transformándose a su vez en un «meme»?

ANÁLISIS DE ESCALA

GIULIO BOCCALETTI
Físico; científico especializado en el estudio de la atmósfera y los océanos; director del Departamento de expertos asociados de la empresa de asesoría de gestión
McKinsey & Company

Hay un dicho muy conocido: clasificar el universo en dos grupos, el de las cosas que son lineales y el de las cosas que no lo son es prácticamente lo mismo que dividirlo en la categoría de los objetos que son plátanos y los objetos que no son plátanos. Son muchas las cosas que no son plátanos.

La no linealidad es uno de los sellos distintivos del mundo real. La no linealidad se produce siempre que se revela imposible expresar los datos de salida de un sistema en función de la suma de sus datos de entrada, multiplicados todos y cada uno de ellos por una constante simple —circunstancia que ocurre rara vez en el plan general del universo—. La presencia de la no linealidad no implica necesariamente una gran complejidad, del mismo modo que la linealidad tampoco la excluye, pero lo cierto es que la mayor parte de los sistemas reales sí que muestran alguna característica no lineal que termina

derivando en la aparición de una conducta compleja. Algunos ejemplos, como el del flujo turbulento de agua que brota de nuestros grifos, ocultan la no linealidad bajo un manto de doméstica simplicidad, mientras que otros como el clima poseen un carácter evidentemente no lineal incluso para el más distraído de los observadores. La dinámica no lineal compleja se encuentra por todas partes: se puede constatar en los sistemas de variabilidad impredecible, en los puntos de inflexión, en los súbitos cambios de conducta y en la histéresis: en todos estos casos nos encontramos ante síntomas muy frecuentes de un mundo no lineal.

La complejidad no lineal posee asimismo la desafortunada característica de resultar notablemente difícil de manejar, incluso a pesar de que hoy disponemos de ordenadores de gran potencia, dado que tiende a carecer de la generalidad de las soluciones lineales. En consecuencia, somos propensos a contemplar el mundo en términos de modelos de índole lineal, prácticamente por la misma razón que determina que pueda llegar a tener sentido buscar las llaves que hemos perdido bajo una farola (aunque no las hayamos extraviado en ese lugar) debido a que esa es justamente la zona bien iluminada. Según parece, la comprensión de un problema requiere de un proceso de simplificación, un proceso en el que la

complejidad se reduce invariablemente —siempre que sea posible hacerlo—, preservándose de este modo solo las porciones más tangibles del problema.

Una de las pasarelas más sólidas que median entre el ámbito lineal y el no lineal, o entre lo simple y lo complejo, es el análisis de escala, el análisis dimensional de los sistemas físicos. Gracias al análisis de escala podemos muchas veces hallar sentido a los fenómenos no lineales complejos, al poder entenderlos en función de lo que nos indican otros modelos más simples. El núcleo del análisis de escala plantea dos interrogantes. El primero de ellos nos insta a averiguar cuáles son las cantidades que revisten mayor importancia para el problema que estemos considerando (pregunta cuya respuesta tiende a resultar menos evidente de lo que uno quisiera). El segundo nos impulsa a determinar cuál es la magnitud y —lo que es más importante— cuáles son las dimensiones esperables de dichas cantidades. Este segundo interrogante posee una relevancia muy particular, dado que capta el hecho fundamental de que la conducta física debiera ser invariable, o dicho de otra forma, que no debiera manifestar modificaciones en función de las unidades que empleemos para medir dichas cantidades. Es posible que esto suene a consideración abstracta, pero, si nos despojáramos de toda jerga científica, podríamos

realmente decir que el análisis de escala consiste en «centrar sistemática y únicamente la atención en aquello que más importancia reviste en un tiempo y un espacio dados».

El análisis de escala contiene algunas sutiles verdades que lo convierten en una herramienta más potente que la de la simple comparación de los órdenes de magnitud. En este sentido, el ejemplo más notable es el que nos hace ver que el análisis de escala puede aplicarse —mediante el uso sistemático de las dimensiones— incluso en aquellos casos en que se desconozcan las ecuaciones precisas que vienen a regir la dinámica de un determinado sistema. El gran físico británico Geoffrey Ingram Taylor —figura cuyo prolífico legado acostumbra a gravitar obsesivamente sobre el ánimo de todo aspirante a científico— hizo una célebre demostración de este enfoque tan engañosamente sencillo. En la década de 1950, esto es, en una época en que la potencia explosiva de la bomba nuclear constituía un secreto celosamente guardado, el gobierno de los Estados Unidos cometió la imprudencia de dar a conocer negligentemente una serie de fotografías no consideradas confidenciales en las que podía observarse una explosión nuclear. Taylor comprendió que si bien los detalles del asunto tenían que ser necesariamente complejos, los fundamentos del

problema debían regirse únicamente en función de un puñado de parámetros. Partiendo de una argumentación dimensional, Taylor postuló que tenía que haber por fuerza un número que, además de mostrar una invariancia de escala, viniera a vincular entre sí el radio de la explosión, el tiempo transcurrido desde la detonación, la energía liberada en la deflagración y la densidad del aire circundante. Basándose en lo que alcanzaba a ver en las fotografías, Taylor consiguió realizar una estimación del radio de la explosión y del tiempo transcurrido desde la detonación, obteniendo así una valoración notablemente precisa —e incómodamente pública— de la energía liberada en la deflagración.

Desde luego, no hay duda de que la capacidad deductiva de Taylor se hallaba fuera de lo común, ya que lo cierto es que el análisis de escala rara vez produce resultados tan elegantes. No obstante, también es verdad que posee una gama de aplicaciones asombrosamente amplia, además de contar con una ilustre historia como instrumento capaz de orientar la investigación en el campo de las ciencias aplicadas, desde la ingeniería estructural a la teoría de las turbulencias.

Pero ¿qué puede decirse de sus aplicaciones de orden general? El análisis de escalas y dimensiones puede ayudarnos a comprender muchos problemas complejos, de

modo que debería formar parte del instrumental cognitivo del conjunto de la gente. En la planificación empresarial y en el análisis financiero, por ejemplo, el empleo de proporciones y referencias comparativas constituye ya un primer paso hacia el análisis de escala. Desde luego no es ninguna coincidencia que se convirtieran en una herramienta corriente en el ámbito de la gestión durante el período álgido del taylorismo (y no me refiero aquí al Taylor anterior, es decir, a Geoffrey Ingram, sino a otro Taylor, Frederick Winslow, el padre de la moderna teoría de la organización racional del trabajo), esto es, en una época en la que tanto la «gestión científica» como los términos derivados de ella comenzaron a dejar su impronta. No se trata, no obstante, de una analogía exenta de problemas, y de hecho sería necesario explicarla con un grado de detalle para el que no disponemos aquí de tiempo suficiente —ya que en caso contrario podríamos exponer, por ejemplo, el uso de las dimensiones para inferir la existencia de relaciones entre distintas cantidades—. Sin embargo, los conceptos de rotación de existencias, de margen de beneficio, de coeficiente de deuda y de patrimonio neto, o aun de productividad de la mano de obra y del capital, son otros tantos parámetros dimensionales capaces de proporcionarnos una gran cantidad de información relativa a la dinámica

fundamental de la economía empresarial, aun en el caso de que no poseamos un conocimiento pormenorizado del comportamiento de los mercados ni de la dinámica cotidiana que rige las transacciones concretas.

De hecho, en su forma más simple, el análisis de escala puede aplicarse prácticamente a cualquiera de los aspectos cuantitativos de la vida diaria, desde las escalas temporales básicas que determinan las expectativas que albergamos respecto al rendimiento de nuestras inversiones hasta la intensidad energética de nuestras vidas. En último término, el análisis de escala es una forma particular de la aritmética elemental —una forma en la que tanto la magnitud relativa como las dimensiones de las cosas que nos rodean vienen a orientar nuestra comprensión del significado que tienen y de la evolución que experimentan—. El análisis de escala posee prácticamente la misma universalidad y coherencia que el *Atlas Mnemosyne*[*] de Abraham Moritz Warburg: un sistema unificado de clasificación en el que las remotas relaciones existentes entre objetos aparentemente dispares pueden generar un flujo ininterrumpido de nuevos modos de enfocar los problemas, alcanzado de este modo a revelar en muchas ocasiones una serie de posibilidades de investigación inesperadas —gracias a la utilización del símil y de la dimensionalidad.

Como es obvio, cada vez que se transpone la esencia de un sistema complejo al marco de otro más simple hay una pérdida de información. La creatividad potencial del análisis de escala se corresponde exactamente con la que pueda poseer la persona que lo utiliza. En sí mismo, este tipo de análisis no ofrece respuestas a nuestras preguntas, y no puede erigirse en sustituto de una investigación más honda. Sin embargo, sí que constituye una lente de notable potencia que nos permite contemplar con detalle la realidad y comprender «el orden de las cosas».

LOS ESTRATOS OCULTOS

FRANK WILCZEK
Físico del Instituto Tecnológico de Massachusetts; ganador del Premio Nobel de Física del año 2004; autor de La ligereza del ser

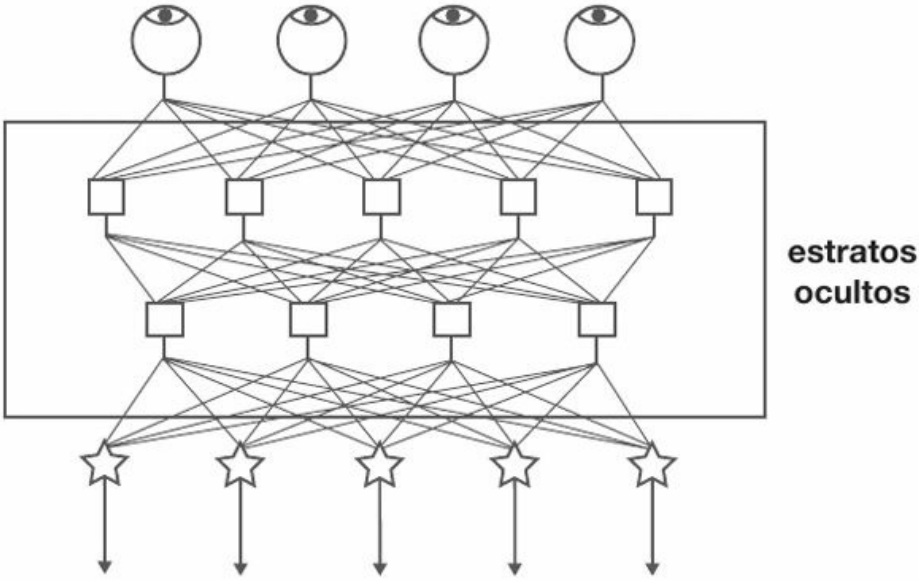
La primera vez que di lecciones de piano, el simple hecho de acertar en cada una de las notas requería toda mi atención. Con la práctica comencé a emplear fraseos y acordes musicales. Y al final conseguí tocar una música de muy superior calidad y con muchísimo menos esfuerzo consciente.

Algo muy intenso había sucedido en mi cerebro.

Evidentemente, este tipo de experiencias resulta extremadamente común. Algo similar sucede, por ejemplo, cada vez que alguien aprende un nuevo idioma, alcanza a dominar un juego que desconocía o logra sentirse más cómodo en un entorno nuevo. Es altamente probable que en todos estos casos intervenga un mismo mecanismo. Y creo además que resulta posible identificar, siquiera a grandes rasgos, cuál es ese mecanismo: lo que hacemos es generar un conjunto de *estratos ocultos*.

El concepto científico de un estrato oculto surgió del estudio de las redes neurales. En este caso una pequeña

imagen vale más que mil palabras.



En dicha imagen, el flujo de la información avanza de arriba abajo. Las neuronas sensoriales —es decir, los globos oculares de la parte superior del dibujo— toman los datos de entrada del mundo exterior y los codifican de la manera adecuada (que en este ejemplo es un conjunto de impulsos eléctricos, dado que eso es lo que transmiten las neuronas del cerebro, y una serie de datos numéricos en el caso de las «neuronas» informáticas de las redes neurales artificiales). Las neuronas sensoriales transmiten esta información codificada a otras neuronas, las situadas en el estrato inmediatamente inferior. Las neuronas

efectoras —esto es, las estrellas situadas en la parte baja del croquis— envían las señales a los dispositivos de salida, que por regla general son los músculos si hablamos de las neuronas biológicas, o los terminales de un ordenador si nos encontramos en el contexto de una red neural creada por el ser humano. En el medio se encuentran una serie de neuronas que ni perciben el mundo exterior ni actúan sobre él. Estas interneuronas se comunican únicamente con otras neuronas, y son las integrantes de los estratos ocultos.

Las primeras redes neurales artificiales carecían de estratos ocultos. Sus datos de salida eran, por consiguiente, una función relativamente simple de sus datos de entrada. Esos «perceptrones» compuestos por dos capas neurales, una de entrada y otra de salida, presentaban un abrumador cuadro de limitaciones. No hay forma, por ejemplo, de diseñar un perceptrón que, puesto frente a una serie de imágenes diferentes integradas por una secuencia de círculos negros sobre un fondo blanco, alcance a contar el número de círculos. Hubo que esperar hasta la década de 1980, esto es, transcurridas ya más de dos décadas y media desde que se realizaron los primeros trabajos en este campo, para que la gente comprendiese que el simple hecho de incluir siquiera uno o dos estratos ocultos podía incrementar enormemente las capacidades

de las redes neurales. En la actualidad, este tipo de redes de múltiples capas se utilizan, por ejemplo, para extraer las pautas de comportamiento que se registran tras las explosiones de partículas surgidas de las colisiones de alta energía que se provocan en el Gran Colisionador de Hadrones de Ginebra. Estas redes son capaces de efectuar esta clase de tareas de un modo mucho más rápido y fiable que cualquier ser humano.

En el año 1981, David Hubel y Torsten Wiesel fueron galardonados con el Premio Nobel por haber alcanzado a comprender la labor que realizan las neuronas del córtex visual. Estos dos autores conseguirían mostrar que los sucesivos estratos ocultos del sistema comienzan por desgajar, de las escenas visuales con las que entran en contacto, aquellas características provistas de una elevada probabilidad de resultar significativas (como, por ejemplo, la ocurrencia de cambios acusados de brillo o de color, dado que esto es lo que acostumbra a indicar el perfil que limita la silueta de los objetos) para luego proceder a ensamblar todos esos datos hasta constituir un conjunto de totalidades coherentes (es decir, los objetos subyacentes).

En todos y cada uno de los instantes de nuestra vida consciente adulta estamos traduciendo las pautas que agrupan los fotones que impactan en nuestra retina al

modo de una materia prima sin desbastar —unos fotones que llegan, además, de todas partes, procedentes de un auténtico caos de fuentes no clasificadas, y que por añadidura se proyectan sobre una superficie bidimensional— y construyendo con ellas el ordenado mundo visual en tres dimensiones que experimentamos. Dado que todo este proceso no implica ningún esfuerzo consciente, tendemos a no dar la menor importancia a este milagro cotidiano. Sin embargo, cuando los ingenieros tratan de replicar este fenómeno en el ámbito de la visión robótica se ven obligados a aceptar una buena cura de humildad. Desde el punto de vista humano, la visión de los robots sigue siendo en nuestros días una facultad notablemente primitiva. Hubel y Wiesel nos mostraron en su momento la arquitectura que ha empleado la naturaleza para dar solución al problema. Y se trata justamente de una arquitectura generada a base de estratos ocultos.

Los estratos ocultos se encarnan en una concreta y específica modalidad física de idea de la emergencia, popular a la par que vaga y abstracta. Todas y cada una de las neuronas que integran uno de esos estratos ocultos posee una plantilla. Al activarse, la neurona envía señales generadas por ella misma al siguiente estrato, y esto además en el preciso instante en el que la pauta de la información que está recibiendo esa neurona del estrato

anterior coincide (con cierto margen de tolerancia) con las especificaciones de dicha plantilla. No obstante, esto equivale a decir, en la jerga propia de los sistemas de habilitación de precisión, que la neurona define, y por consiguiente crea, un nuevo concepto emergente.

Al reflexionar sobre los estratos ocultos resulta importante distinguir entre la eficiencia rutinaria de una buena red neural y la potencia de la misma, por un lado (una vez que dicha red ha sido creada), y el difícil problema de cómo crearla, por el otro (y que obviamente es la primera tarea a efectuar). Dicha distinción se refleja en la diferencia a la que antes aludíamos entre la experiencia de tocar el piano (o si se quiere, la de montar en bicicleta o la de nadar) una vez que ya se ha aprendido a hacerlo (esto es, cuando ya resulta fácil) y el proceso de aprendizaje por el que habremos tenido que iniciar esa particular andadura (y que revela ser la parte difícil). Uno de los grandes problemas irresueltos de la ciencia estriba justamente en alcanzar a comprender exactamente cómo llegan a establecerse los nuevos estratos ocultos en el conjunto general de los circuitos neurales. No resisto la tentación de decir que se trata de la mayor de las cuestiones pendientes.

Liberado de su origen —que se encuentra anclado en las redes neurales—, el concepto de los estratos ocultos

ha terminado convirtiéndose en una versátil metáfora dotada de una auténtica capacidad explicativa. Pondré un ejemplo: en el ámbito de los trabajos que realizo en física he tenido la oportunidad de observar muchas veces el impacto que tiene idear nuevos nombres para las cosas. Al inventar Murray Gell-Mann la noción de «quarks», lo que estaba haciendo era asignar una denominación concreta a un paradójico patrón de acontecimientos. Una vez admitida la existencia de dicho patrón, los físicos se enfrentaron al reto de perfeccionar la idea, convirtiéndola en un elemento de precisión y coherencia matemáticas —¡sin embargo, el paso crucial que permitiría que los científicos se propusieran resolver ese problema consistía, claro está, en identificarlo!—. Asimismo, al imaginar yo la palabra «anyones» para denotar aquellas partículas teoréticas que únicamente pueden existir en dos dimensiones, sabía que había puesto el dedo en una llaga: la de un conjunto de ideas coherentes, pero desde luego no alcanzaba a prever la maravillosa evolución que iban a experimentar esas ideas ni cómo se encarnarían en el mundo real. En casos como este, los nombres crean nuevos nodos en los estratos ocultos del pensamiento.

Estoy convencido de que el concepto general de estratos ocultos capta varios aspectos profundos de la forma en que las distintas mentes —ya sean humanas,

animales o extraterrestres; pasadas, presentes o futuras— realizan la labor que les ha sido encomendada. Las mentes crean conceptos útiles al conferirles una corporeidad específica, a saber, la de elementos susceptibles de ser reconocidos por los estratos ocultos. ¡Y no me digan que no es hermoso que la noción misma de «estratos ocultos» resulte ser, a su vez, un concepto extremadamente útil que merece ser incorporado al conjunto de los estratos ocultos que pululan por doquier!

«CIENCIA»

LISA RANDALL
Físico de la Universidad de Harvard; autora de Universos ocultos: un viaje a las dimensiones extras del cosmos

La mejor respuesta a la pregunta que plantea este año la revista *Edge* podría ser justamente la propia palabra «ciencia». La idea de que podemos comprender sistemáticamente ciertos aspectos del mundo y tomar decisiones basadas en lo que conocemos de él —valorando y categorizando al mismo tiempo la magnitud y las limitaciones de lo que ya sabemos— desempeña un papel muy importante en la forma en que pensamos. Son muchas las palabras y expresiones que resumen la naturaleza de la ciencia, como por ejemplo las de «causa y efecto» o las de «predicción» o «experimento» —a las que habría que añadir aquellas voces que señalan la existencia de resultados probabilísticos, como «media», «mediana» o «desviación estándar», por no hablar de la propia noción de «probabilidad»—. Todas estas palabras nos ayudan a entender de un modo más concreto lo que queremos decir al hablar de «ciencia», contribuyendo asimismo a definir el modo en que interpretamos el mundo

y la conducta que puede observarse en él.

La noción de «teoría efectiva» es una de las más importantes que existen tanto en el ámbito científico como fuera de él. La idea consiste en determinar aquello que está efectivamente en nuestra mano medir y decidir —dada la precisión y la exactitud de los instrumentos de medición con que contamos— a fin de hallar una teoría que se adecue a esas cantidades mensurables. Una teoría que se revele operativa no tiene por qué ser la expresión de la verdad última, pero sí que será una aproximación lo más ajustada posible a la verdad —lo suficientemente ajustada como para satisfacer nuestras necesidades científicas—, además de limitar lo que podemos comprobar en un momento determinado. Entra dentro de lo razonable que la gente discrepe respecto de todo cuanto rebasa el alcance de la teoría efectiva, pero en un ámbito en el que la hayamos comprobado y confirmado, ha de entenderse que la teoría es cierta, al menos en la medida en que haya sido sometida a prueba.

Un buen ejemplo de ello son las leyes del movimiento de Newton, que funcionan todo lo bien que podamos desear, sean cuales sean las circunstancias, cuando se aplican a la descripción de lo que le sucede a una pelota cuando la lanzamos al suelo. Pese a que hoy sabemos que en ese proceso interviene, en último término,

la mecánica cuántica, lo cierto es que esta no tiene consecuencias visibles en la trayectoria de la pelota. Las leyes de Newton forman parte de una teoría efectiva que, en última instancia, queda subsumida en la mecánica cuántica. Con todo, las leyes de Newton no pierden por ello su carácter de teoría práctica y verdadera en el concreto ámbito en el que alcanzan validez. Esta situación se rige por una lógica similar a la que aplicamos cuando contemplamos un mapa. Somos nosotros quienes decidimos la escala apropiada del viaje que deseamos realizar —¿estamos desplazándonos campo a través, nos dirigimos al norte de una determinada región o simplemente queremos llegar al supermercado más próximo?—, y somos nosotros también los que utilizamos la escala geográfica más apropiada para responder a la pregunta planteada.

Hay ocasiones en que los términos que hacen referencia a unos resultados científicos concretos resultan eficaces, pero también existe la posibilidad de que sean engañosos si se consideran fuera de su contexto y no se ven avalados por una auténtica investigación científica. No obstante, los métodos científicos que nos capacitan para buscar, comprobar e identificar respuestas, permitiéndonos al mismo tiempo comprender las limitaciones de los resultados de nuestra investigación,

siempre constituirán una forma fiable de adquirir conocimiento. Si conseguimos comprender mejor la solidez y las limitaciones de lo que la ciencia establece, así como la fiabilidad y el carácter relativo de las conclusiones y las predicciones de los análisis probabilísticos, quizá logremos también que el mundo acabe convirtiéndose en un lugar habitado por personas capaces de tomar decisiones acertadas.

LA EXPANSIÓN DEL ENDOGRUPO

MARCEL KINSBOURNE
Neurólogo y neurocientífico cognitivo de la Universidad The New School; coautor (junto con Paula Kaplan) de Children's Learning and Attention Problems

El constante crecimiento que experimenta hoy en todo el globo no solo la dispersión de la información sino también la de la población es el fenómeno social más relevante de nuestra época. Lo que estamos observando, lamentablemente, es que las culturas se someten a un proceso de homogeneización. Sin embargo, también es cierto que asistimos a un proceso que desmitifica las diferencias culturales y produce un aumento de los matrimonios mixtos, es decir, aquellos que determinan la unión de personas procedentes de grupos étnicos distintos de un determinado país, así como de individuos de etnias diferentes de cualquier parte del mundo. Los efectos de este estado de cosas son potencialmente beneficiosos, ya que pueden mejorar nuestras capacidades cognitivas desde dos puntos de vista diferentes. Podríamos designar los efectos derivados de la concreción de esas dos perspectivas, respectivamente, con los nombres de

«expansión del endogrupo» y «vigorización híbrida».

En teoría, sería posible eliminar el doble rasero por el que se sanciona la validez de las uniones e interacciones entre personas en función de que se realicen de forma intragrupal o extragrupal, un doble rasero que ha tenido y tiene todavía conocidas consecuencias catastróficas. Para eliminar esa idea, y siempre desde el punto de vista teórico, bastaría con considerar que todas las personas vivas pertenecen a un mismo endogrupo común al conjunto de los seres humanos. La materialización de esta utópica perspectiva ha de contemplarse a muy largo plazo, pero lo cierto es que la expansión del concepto del endogrupo ampliaría, al mismo tiempo, el abanico de comportamientos amistosos, solidarios y altruistas. Este efecto podría estar ya operando claramente como impulsor de las conductas y las actividades caritativas que se promueven para ayudar a las poblaciones extranjeras que se ven golpeadas por alguna catástrofe natural. Lo que hace posible esta evolución es que los donantes se identifican cada vez más con los receptores de la ayuda. El aumento de las adopciones internacionales también indica que las barreras erigidas por los prejuicios discriminatorios y nacionalistas empiezan a dar muestras de permeabilidad.

El otro beneficio potencial es de orden genético. El

fenómeno de la «vigorización híbrida» de la descendencia —al que también se conoce con el nombre de «ventaja heterocigótica»— ocurre cuando se produce un cruzamiento entre padres de carga genética distinta. Se trata de una realidad bien establecida experimentalmente, y los beneficios de proceder a la mezcla de dos patrimonios genéticos dispares se manifiestan tanto en el plano de las mejoras físicas como en un incremento del desarrollo mental. Por consiguiente, los matrimonios mixtos constituyen una promesa de ulteriores ventajas cognitivas. De hecho, es posible que este fenómeno haya contribuido ya al llamado «efecto Flynn», esto es, el conocido incremento mundial del promedio de la inteligencia, hasta el extremo de que las cifras del cociente intelectual han estado aumentando en tres puntos por década desde principios del siglo XX.

Todo cambio relevante puede tener también consecuencias inesperadas. Dichas consecuencias pueden ser beneficiosas, perjudiciales o ambas cosas a la vez. Los beneficios sociales y cognitivos derivados de la mezcla de personas y poblaciones no constituyen una excepción a esta regla, y no sabemos si tendrán alguna contrapartida negativa, aún desconocida, que reduzca o incluso supere el amejoramiento logrado. No obstante, por imprevistas que puedan revelarse esas consecuencias, es

muy posible que el proceso de la globalización ya esté dejándonos sentir no solo los beneficios sociales derivados de la implantación potencial de la idea del endogrupo sino también los beneficios cognitivos del aumento de la frecuencia de los matrimonios mixtos.

LOS SUPERORGANISMOS CONTINGENTES

JONATHAN HAIDT
Psicólogo social de la Universidad de Virginia; autor de La hipótesis de la felicidad: la búsqueda de verdades modernas en la sabiduría antigua

Los seres humanos somos una especie de jirafas del altruismo. Somos unos bichos raros de la naturaleza, capaces de prestar al grupo (en el mejor de los casos) todo un conjunto de servicios similares a los que realizan las hormigas. Nos mostramos siempre muy dispuestos a unir nuestras fuerzas a fin de crear enormes superorganismos, pero a diferencia de los insectos eusociales lo hacemos de una manera muy particular, ya que no solo nos desentendemos flagrantemente del parentesco sino que lo hacemos, además, de forma temporal y contingente, bajo determinadas circunstancias (especialmente en el caso de los conflictos intergrupales, como podemos ver en el caso de las guerras, de los deportes y de los negocios).

Desde que, en el año 1966, George Christopher Williams publicó su clásica obra titulada *Adaptation and*

Natural Selection, los biólogos se han unido a los científicos sociales para erigir una sociedad en la que el altruismo quede desacreditado. Así, se explicaría todo acto humano o animal que presente características altruistas argumentando que, en realidad, se trata de acciones egoístas camufladas, vinculadas en último término con la llamada «selección de parentesco» (esto es, con el hecho de que los genes se las arreglen para lograr realizar copias de sí mismos) o con el altruismo recíproco (por el que los agentes se procuran ayuda únicamente en la medida en que cabe esperar una recompensa positiva, incluyendo una mejora de su reputación).

Sin embargo, en los últimos cinco años ha comenzado a aceptarse cada vez más la doble idea de que «la vida es una jerarquía de niveles dotados de la facultad de autorreplicarse» y de que la selección natural opera en múltiples planos a la vez, como bien han afirmado Bert Hölldobler y Edward Osborne Wilson en su más reciente libro, titulado *The Superorganism*. Los superorganismos se forman cada vez que se resuelve el llamado «problema del polizón» en uno de los niveles de la jerarquía, y siempre que se consigue que los agentes individuales logren unir sus respectivos destinos y sobrevivir o perecer como grupo. Ese tipo de «grandes transiciones»

son poco frecuentes en la historia de la vida, pero, cuando han sucedido, los superorganismos resultantes suelen alcanzar un éxito increíble. Las células eucariotas, los organismos multicelulares y las colonias de hormigas son todos ellos ejemplos de esta clase de transiciones.

Basándonos en las conclusiones que establecen Hölldobler y Wilson en su obra sobre las sociedades de insectos, podemos afirmar que un «superorganismo contingente» es un grupo de personas que forman una unidad funcional integrada por miembros que están en todos los casos dispuestos a sacrificarse por el bien del grupo a fin de superar un determinado desafío o una amenaza, procedente por regla general de otro superorganismo contingente. Es la más noble facultad humana, a la vez que la más aterradora. En ella reside el secreto del éxito de las organizaciones de tipo similar a las colmenas, desde las corporaciones jerárquicas de la década de 1950 a las mucho más fluidas empresas con sede electrónica de nuestros días. Ese es también el objetivo de la instrucción básica que acostumbra a proporcionar el ejército. Y es, asimismo, la recompensa que determina que mucha gente desee formar parte de una hermandad, del cuerpo de bomberos o de un grupo de rock. Y ese es, igualmente, el sueño del fascismo.

El hecho de incluir la expresión «superorganismo

contingente» entre las herramientas de nuestro instrumental cognitivo podría contribuir a superar los cuarenta años de reduccionismo biológico que hemos venido padeciendo, y podría, a la vez, ayudarnos a tener una visión más acertada tanto de la naturaleza humana como del altruismo de que somos capaces y del potencial que nuestra especie aún no ha desarrollado. Y podría explicar igualmente la tendencia que nos empuja a sumarnos, de manera temporal y contingente, a una unidad más amplia que la que nosotros mismos constituimos —una tendencia que, de otro modo, parecería de todo punto desaforada.

EL PRINCIPIO DE PARETO

CLAY SHIRKY
Investigador en topología de redes tecnológicas y sociales; profesor adjunto del Programa de Telecomunicaciones Interactivas de la Escuela de Posgrado de la Universidad de Nueva York; autor de Excedente cognitivo: creatividad y generosidad en la era conectada

Se trata de una pauta que puede observarse en todas partes: el uno por ciento de las personas más acaudaladas del planeta controla el treinta y cinco por ciento de la riqueza mundial. En Twitter, el dos por ciento de los usuarios es el responsable del envío del sesenta por ciento de los mensajes circulantes. Y en el sistema nacional de salud de los Estados Unidos, el tratamiento de la quinta parte de los pacientes sujetos a las terapias más costosas genera las cuatro quintas partes del gasto global. Siempre que se traen a colación estas cifras es para ponerlas como ejemplo de una situación chocante, como si ese estado de cosas alterara el orden normal de los acontecimientos, o como si la aparición de algo distinto a una distribución enteramente lineal del dinero, los mensajes o el esfuerzo económico constituyera una sorpresa de la más elevada magnitud.

Lo cierto es que no tiene nada de asombroso. O mejor dicho, no debería tenerlo.

Hace un siglo, el economista italiano Vilfredo Pareto se embarcó en un estudio de las economías de mercado y descubrió que, en todos los países, el quintil integrado por la parte más rica de la población era justamente el que controlaba la mayor parte de la riqueza nacional. Son muchos los nombres que se han adjudicado a los efectos de esta distribución de Pareto: *regla del ochenta-veinte*, *ley de Zipf*, distribución de la *ley de potencias*, norma de que *el ganador se lo lleva todo*... Sin embargo, el perfil básico de la distribución subyacente es siempre el mismo: los participantes más ricos, los más atareados o los más conectados de un determinado sistema son también los que generan una parte de riqueza, actividad y conectividad muy, pero que *muy* superior a la media de los intervinientes.

Además, este tipo de pauta es recursiva. En el seno del veinte por ciento de personas que ocupan la franja más alta de una distribución de Pareto, el veinte por ciento superior de esa fracción también será el que se responsabilice de una cantidad desproporcionadamente mayor del factor que se esté valorando, sea cual sea, y así sucesivamente. El elemento situado en la cúspide de un sistema de este tipo tendrá un peso sobre el conjunto de la

distribución muy superior al que pueda ejercer siquiera el elemento colocado en la segunda posición de esa misma clasificación. Por ejemplo, la partícula «*the*» no es solo la palabra más corriente de la lengua inglesa: es también un vocablo que aparece el doble de veces que la segunda voz más común, que es «*of*».

Este patrón estadístico resultaba tan habitual que Pareto decidió darle el nombre de «desequilibrio previsible». No obstante, y a pesar de que este rasgo de optimismo se manifestó hace ya un siglo y es omnipresente, lo cierto es que todavía hoy somos incapaces de predecir su ocurrencia.

Parte de nuestra torpeza a la hora de esperar lo esperable radica en el hecho de que se nos haya inculcado que la distribución paradigmática que suelen mostrar los sistemas de gran magnitud es la distribución gaussiana, conocida comúnmente con el nombre de campana de Gauss. En una distribución normal o gaussiana —como la que describen las estaturas de los individuos—, la media y la mediana (esto es, el punto medio del sistema) coinciden. La estatura media de un centenar de mujeres estadounidenses elegidas al azar se situará aproximadamente en un metro y sesenta y dos centímetros, y la talla de la mujer que ocupe el puesto número cincuenta de esa tabla será también de un metro y sesenta

y dos centímetros.

Las distribuciones de Pareto no se parecen en nada a estas: la recursividad del peso estadístico de la regla del ochenta-veinte implica que la media se halla lejos del centro. Y esto, a su vez, implica que en esos sistemas la mayoría de la gente (o el elemento que se esté ponderando) se encuentra por debajo de la media, patrón que capta adecuadamente el viejo chiste económico: «Bill Gates entra en un bar y todo el mundo se vuelve automáticamente millonario en promedio».

La distribución de Pareto se manifiesta en una gama de sistemas complejos notablemente amplia. En conjunto, las palabras «*the*» y «*of*» integran el diez por ciento de la totalidad de voces empleadas en la lengua inglesa. El día en el que un determinado mercado de valores registra el mayor índice de volatilidad bursátil de su historia se revela característicamente dos veces más volátil que el de la segunda jornada más inestable, y diez veces más volátil que el día situado en décima posición. El índice de frecuencia de etiquetado de fotografías en las páginas de Flickr obedece igualmente al régimen de las distribuciones de Pareto, y lo mismo puede decirse de la magnitud de los temblores de tierra, de la popularidad de los libros, del tamaño de los asteroides y de las relaciones sociales de nuestros amigos. El principio de

Pareto es un elemento tan fundamental en el ámbito científico que el papel cuadriculado especial para gráficos en el que se muestran las distribuciones de Pareto en forma de líneas rectas en lugar de con un pronunciado perfil curvo se fabrica en grandes cantidades.

Y, sin embargo, pese a que llevamos ya un siglo familiarizándonos con este tipo de distribuciones, es habitual presentar las muestras que dibujan una distribución de Pareto como si se tratara de anomalías que nos impiden concebir claramente la realidad del mundo. Debemos dejar de pensar que los ingresos de una familia media y la mediana de los ingresos familiares de una población dada sean cantidades vinculadas por algún tipo de relación, o que los usuarios más entusiastas de los instrumentos de comunicación y los que utilizan dichos medios de manera más normal estén haciendo cosas parecidas, o aun que el número de relaciones sociales que mantienen las personas extrovertidas no sea sino moderadamente superior a las cifras de relación que manejan los individuos corrientes. Debemos dejar de pensar que el mayor terremoto del futuro o la peor jornada de pánico bursátil vayan a limitarse a igualar las magnitudes de los máximos temblores y desplomes económicos vividos hasta ahora en la historia. Cuanto más tiempo se prolongue la duración de un sistema dado, tanto

más probable resulta que ocurra un acontecimiento cuya intensidad o alcance dupliquen los registrados en todos los casos anteriores.

Esto no significa que este tipo de distribuciones superen la capacidad que tenemos de influir en ellas. La pendiente con la que declina una curva de Pareto, desde su punto más elevado a su valor más bajo, puede ser más o menos pronunciada, y en algunos casos las intervenciones políticas o sociales logran influir en dicha pendiente. Las políticas fiscales tienen la capacidad de elevar o disminuir el porcentaje de ingresos netos que percibe el uno por ciento de la población más acaudalada de un grupo o región dados, del mismo modo que también existen medios para restringir la volatilidad general de los mercados, o para reducir el margen de fluctuación de los costes de la atención sanitaria de un país.

Sea como fuere, hasta que no aceptemos que esta clase de sistemas *son* distribuciones de Pareto, y que seguirán siéndolo por más intervenciones que queramos hacer, no habremos empezado siquiera a concebirlos de manera adecuada. Si procedemos de ese modo, es más que probable que lo que estemos intentando hacer sea colocar un tapón de Pareto en un boquete gaussiano. Pues bien, cien años después del descubrimiento de este desequilibrio previsible deberíamos tratar de rematar la

faena y empezar a esperar que este tipo de cosas sucedan.

ENCUENTRA ESE MARCO

WILLIAM CALVIN
Neurobiólogo teorético; profesor emérito de la Facultad de Medicina de la Universidad de Washington; autor de Global Fever: How to Treat Climate Change

La automática inclusión de una fase dedicada a «establecer comparaciones y contraposiciones» en un ensayo mejoraría la mayor parte de las funciones cognitivas, y no solo la nota de un trabajo académico. Uno establece una comparación relacionada, digamos, con el hecho de que las entrelazadas melodías del rock and roll se asemejan al modo en que ha de girar uno cuando se encuentra bailando en un barco en el preciso instante en el que la proa cabecea de arriba abajo con un ritmo distinto al de los bandazos de la nave.

La comparación es uno de los procedimientos importantes de que disponemos para poner a prueba las ideas, ya sea con la intención de valorar las dimensiones que adquiere su exposición, con el propósito de volver a traer a la memoria algún recuerdo relacionado con ellas o a fin de ejercer un escepticismo constructivo. De otro modo, podríamos vernos atrapados en el marco que otras

personas desarrollen para abordar un determinado problema. Es frecuente que necesitemos saber, por ejemplo, de dónde viene una persona —y en este sentido hemos de tener presente que, a pesar de que la comparación y la contraposición puedan constituir nuestra mejor herramienta, es muy posible que también necesitemos hallar el marco cognitivo—. Los elementos que hayan quedado fuera del marco podrían inducir a los incautos a realizar una inferencia errónea, como sucede cuando estas personas imprudentes dan por supuesto que lo que se deja a un lado carece de importancia. Por ejemplo, cuando oigo la afirmación de que «La temperatura del planeta podría elevarse en dos grados centígrados en el año 2049», me dan ganas de exclamar: «¡Siempre y cuando no se produzca otro brusco cambio climático que nos coloque directamente en esa situación el año que viene!».

La intensificación que está experimentando el calentamiento global, con el subsiguiente aumento de la temperatura, representa justamente el aspecto de la transformación climática que los meteorólogos alcanzan a calcular en la actualidad —ya que esos son sus datos de partida—. Y a pesar de que esto puede generar una serie de datos concluyentes —que conducen a conclusiones como que ni siquiera una gran reducción de las emisiones

retrasaría más de diecinueve años el incremento de esos dos grados de temperatura global—, lo cierto es que esos cálculos dejan al margen la totalidad de los abruptos vuelcos climáticos que se observan desde el año 1976, como por ejemplo el relacionado con el hecho de que la cantidad de hectáreas afectadas por la sequía se doblara en 1982, saltando del doble al triple en 1997, para regresar después a los niveles del doble en el año 2005. Esta secuencia se parece más a un movimiento escalonado que a una elevación lineal y progresiva.*

Aun en el caso de que llegáramos a comprender en todos sus detalles los mecanismos que desencadenan estos bruscos cambios climáticos como la reorganización del régimen de vientos que desemboca en la incidencia de inundaciones y procesos de sequía al trasladar a zonas no habituales la humedad procedente de los océanos —aunque es preciso admitir que la quema de la selva tropical amazónica también podría desencadenar una súbita mutación meteorológica—, el efecto mariposa que contempla la teoría del caos nos indica que seguimos sin poder predecir en qué momento podría producirse *de facto* un gran cambio en el clima ni qué magnitud cabría esperar que alcanzara esa modificación. Esto significa que los cambios climáticos pueden ser tan sorpresivos como los ataques cardíacos. No es posible predecirlos. No hay

forma de saber si tendrá consecuencias pequeñas o, por el contrario, catastróficas. Sin embargo, es frecuente prevenirlos —y en el caso del clima, además, bastaría con eliminar el exceso de anhídrido carbónico que padece el planeta.

La reducción de las cifras de anhídrido carbónico es otro de los factores que suelen quedar excluidos del marco actual de los estudios climáticos. El empeño en reducir las emisiones nocivas es equiparable a echar el pestillo a la puerta de la cuadra después de que el caballo se haya escapado, o puede ser un gesto que merezca la pena realizar, pero no equivale a la recuperación de lo perdido. Por regla general, a los políticos les encanta cerrar con siete candados los portones de los establos, ya que de ese modo se transmite la sensación —y con un coste mínimo— de que se están tomando medidas. La reducción de las emisiones no consigue más que ralentizar el ritmo de la evolución negativa de los acontecimientos, dado que la acumulación de anhídrido carbónico continúa creciendo. (La gente suele confundir la cifra de las emisiones anuales con la acumulación de gases que generan el problema.) Por otra parte, es cierto que al eliminar el exceso de anhídrido carbónico el planeta se refrigera, se invierte el proceso de acidificación de los océanos y se revierte incluso el porcentaje de dilatación

térmica imputable al incremento del nivel de los mares.

Hace poco he tenido ocasión de escuchar las quejas de un biólogo que lamentaba la forma en que se construyen los modelos con los que se aborda el estudio del comportamiento de los insectos sociales: «No se menciona ninguno de los parámetros que plantean verdaderas dificultades. Únicamente calculan aquellos elementos que son de fácil determinación». Y así es: lo primero que hacen los científicos es precisamente aquello que saben hacer. Sin embargo, los resultados cuantitativos que obtienen no pueden sustituir la trascendencia de una explicación cualitativa en toda regla. Cada vez que se deja algo de lado debido a que se revela inabordable con los instrumentos de cálculo disponibles (como ocurre con las transformaciones repentinas del clima), o a que la solución se mueve en el campo de las meras conjeturas (como es el caso de la eliminación del anhídrido carbónico), es frecuente que los científicos ni siquiera se tomen la molestia de mencionar la posible incidencia de esos extremos en sus conclusiones. El hecho de que «todo el mundo [de nuestro campo de conocimiento] sepa perfectamente que eso es así» no tiene la menor relevancia cuando lo que sucede es que la gente que no es experta en la materia se muestra atenta a todas y a cada una de las palabras que pronuncia el científico de turno.

Por consiguiente, mi consejo es el siguiente: busquen el marco de análisis del problema y pregúntense qué es lo que se ha dejado fuera. Como acabamos de ver que sucede en los casos de los bruscos cambios climáticos, o en los procesos de eliminación del exceso de anhídrido carbónico, eso que falta podría ser la consideración más importante de todas.

PROBLEMAS ESPINOSOS

JAY ROSEN
Profesor de periodismo de la Universidad de Nueva York, autor de *What Are Journalists For?*

Hay un problema que por fuerza ha de suscitar más de una interrogante a toda persona que haya vivido en la ciudad de Nueva York: es imposible conseguir un taxi entre las cuatro y las cinco de la tarde. La razón de este estado de cosas no constituye ningún misterio, ya que el preciso momento en el que se produce un pico de demanda resulta ser también el lapso de tiempo que los taxistas tienden a elegir para cambiar de turno. De ese modo, el número de taxis que se dirigen a los garajes de Queens se revela excesivo, debido a que al tener que circular un mismo vehículo durante veinticuatro horas al día gracias a contar con dos conductores, es lógico que el cambio de turno se produzca en torno a las cinco de la tarde. Ahora bien, esta situación constituye un problema para la Comisión de Taxis y Limusinas de la ciudad de Nueva York —y un problema de difícil solución, cabría añadir—, pero no puede decirse que represente un problema espinoso, por la sencilla razón de que su descripción no reviste gran

dificultad, como acabo de mostrar. Ese solo extremo basta para expulsarlo directamente de la categoría de los problemas espinosos.

Algunos científicos sociales manejan como término jergal este mismo concepto —el que alude a que algo constituya un problema espinoso—. Sin embargo, nos iría muchísimo mejor si alcanzáramos a entender en qué consisten los problemas espinosos y aprendiésemos a distinguirlos de los problemas corrientes (o «mondos y lirondos»).

Los problemas espinosos poseen varias características. No solo resulta difícil establecer en qué consiste el problema mismo, sino que cuesta definirlo claramente, o señalar dónde empieza y dónde acaba. No existe una forma «correcta» de enfocar el problema en cuestión, ni puede dársele una formulación definitiva. El modo en el que se estructure modificará el aspecto de lo que consideremos como su solución. Siempre podrá haber alguien que diga que ese problema no es más que el síntoma de otro problema distinto, y de hecho ese alguien no andará descaminado. Son muchos los proponentes de soluciones, y todos ellos enmarcan el problema a su manera, tendiendo a considerar que su particular enfoque es el único que cabe juzgar correcto. Si se les pregunta en qué consiste el problema en sí se comprobará que cada

uno de ellos viene a ofrecer una respuesta distinta. El problema revelará hallarse interconectado a un montón de problemas diferentes, y lo cierto es que resulta prácticamente imposible desenmarañar la madeja que forman.

Peor aún: todo problema espinoso es único, de modo que en cierto sentido no existen antecedentes ni historial que puedan servir de referencia —y además la resolución de uno de esos problemas no nos servirá de ayuda cuando tratemos de solucionar los otros—. Nadie tiene «derecho a equivocarse», es decir, nadie cuenta con la legitimidad o el suficiente apoyo de las partes interesadas como para probar cosas que es prácticamente seguro que habrán de fracasar en su primer intento. Lo que ocurre es todo lo contrario: el fracaso es objeto de furibundos ataques, de modo que se termina juzgando imposible conceder una segunda oportunidad a la persona que se ha atrevido a realizar el osado intento fallido. El problema no deja de cambiar ante nuestras narices, afectándonos directamente. Nunca obtiene una solución definitiva. Sencillamente acabamos por perder la paciencia, o se nos acaba el tiempo, o el dinero. No es posible proceder primero a una comprensión del problema y luego a su resolución, antes al contrario: lo que sucede es que al tratar de solucionarlos no conseguimos sino empezar a descubrir

nuevas dimensiones de la problemática misma. (¿Cuál es el secreto del éxito de las personas a las que «se les dan bien» los problemas espinosos?)

¿Conoce algún problema de ese tipo? Seguro que sí. Probablemente, el mejor ejemplo que pueda encontrarse en nuestra época es el del cambio climático. ¿Qué otra cuestión podría mostrar un mayor número de interconexiones? Siempre habrá alguien que pueda decir que el cambio climático no es más que el síntoma de otro problema mayor —el vinculado con la totalidad de nuestro modo de vida, quizá—, y lo cierto es que esa persona, sea hombre o mujer, no se estará engañando. Desde luego, está claro que nunca hemos resuelto nada de esa índole con anterioridad. ¿Y cuáles son en este caso las partes interesadas? Pues todos los habitantes del planeta, todas las naciones, todas las empresas...

En los años en que la General Motors estuvo a punto de ir a la quiebra y se vio obligada a dejar a miles de trabajadores en el paro se tuvo la impresión de que aquel era un enorme problema, tan estridente que no tardaría en aterrizar, y con razón, en el mismísimo escritorio del presidente de los Estados Unidos. Pero lo cierto es que no se trataba de un problema espinoso. Los asesores de Barack Obama tendrían oportunidad de ofrecerle una cierta gama de opciones. Si, por un lado, el presidente

tenía en su mano la decisión de asumir o no los riesgos políticos implícitos en la iniciativa, optando por implicarse en el salvamento de la General Motors e impedir así la suspensión de pagos, lo cierto era que tenía que estar razonablemente seguro, por otro, de que las acciones que se le habían recomendado podían dar frutos. Y en caso contrario, siempre podría intentar poner en marcha otras medidas más drásticas.

En cambio, las características de la reforma del sistema sanitario no tenían nada que ver con el problema en que se había visto sumida la General Motors. En los Estados Unidos, los crecientes costes de la atención médica constituyen un clásico ejemplo de problema espinoso. No hay una forma «correcta» de enfocarlo. Toda solución que pueda proponerse viene acompañada de un marco de críticas y de objeciones inseparables de la propuesta misma. Las partes interesadas son muy numerosas, y ninguna de ellas define el problema de la misma manera que las demás. Si el número de personas carentes de seguro médico disminuye pero los costes se incrementan, ¿qué ventaja habremos obtenido? Ni siquiera somos capaces de responder a esta pregunta.

¡Francamente espinoso!

Con todo, podríamos considerarnos en mejor situación si supiésemos en qué casos nos enfrentamos a un

problema espinoso, distinguiéndolos claramente de los problemas corrientes. Si pudiésemos determinar que algunos problemas pertenecen efectivamente a la categoría de «espinosos», quizás alcanzáramos a comprender que los enfoques «normales» con los que solemos tratar de abordar la resolución de problemas no funcionan en esos casos. No es posible definir el problema, evaluar las posibles soluciones, elegir la mejor de todas ellas, contratar a un equipo de expertos en la materia y llevar a la práctica la solución pensada. Por mucho que deseemos atenernos a un planteamiento de ese tipo, lo cierto es que no triunfará. Es posible que las instituciones exijan procedimientos de esa clase, puede incluso que el hábito los favorezca o que el jefe nos ordene emprender ese camino, pero todo eso dejará impertérritos a los problemas espinosos mismos.

Si los debates presidenciales distinguieran los problemas espinosos de los problemas que hemos denominado «mondos y lirondos», más sencillos, esos debates serían muy distintos —y de mayor calidad, en mi opinión—. Los periodistas que decidan enfocar el modo en que informan acerca de los problemas de carácter espinoso de un modo distinto demostrarán ser unos periodistas más inteligentes de lo habitual. Y las instituciones que acierten a distinguir los problemas

espinosos de aquellos no incluidos en esa categoría terminarán por comprender los límites de la autoridad y el control que ejercen.

Los problemas espinosos exigen la intervención de individuos creativos, pragmáticos, flexibles y proclives a la colaboración. Por regla general, tendrán que ser personas que no inviertan demasiadas energías en las ideas que se les pasen por la cabeza, puesto que sabrán a ciencia cierta que no les quedará a la postre más remedio que modificarlas. Sabrán también que no existe un punto de partida correcto para iniciar las pesquisas, de modo que tendrán que estar dispuestas a limitarse a empezar por algún lado y a esperar a ver qué es lo que sucede después. Deberán aceptar el hecho de que lo más probable es que acierten a comprender el problema una vez que se haya resuelto —y no antes—. No acariciarán tampoco la expectativa de obtener una buena solución, así que continuarán trabajando hasta topar con algo que les parezca lo suficientemente válido. No deberán abrigar en ningún caso la convicción de que sus conocimientos solventarán el problema, de modo que se pasarán el tiempo contrastando sus ideas con varias de las partes interesadas a fin de comprobar la solidez de sus planteamientos.

¿Conoce a alguien que responda a esta descripción?

Tal vez podríamos conseguir que se interesara en la atención sanitaria...

EL PENSAMIENTO ANTROPOCÉNICO

DANIEL GOLEMAN
Psicólogo; autor de Inteligencia emocional

¿Conoce usted cuál es el PDF del champú que utiliza? En este caso, PDF son las siglas inglesas de «*partially diminished fraction*» con las que se indica la «reducción parcial» que sufre un determinado ecosistema, y si su champú contiene aceite de palma cultivado en una explotación enclavada, pongamos por caso, en plena jungla de Borneo (con la deforestación correspondiente), ese valor será muy elevado. ¿Y qué ocurre con el DALY de ese mismo champú? Esta unidad de medida es un término tomado del sistema de salud público que significa «años de vida potencialmente perdidos por discapacidad» (o «*disability-adjusted life years*»), esto es, la fracción de período vital que una persona puede acabar perdiendo en caso de sufrir una enfermedad discapacitante debida, digamos, a los efectos acumulativos que puede tener el hecho de haberse visto expuesta durante toda la vida a una determinada sustancia química de carácter industrial. Por consiguiente, si su champú favorito contiene dos ingredientes comunes y corrientes, como el 1,4-dioxano

—que es carcinógeno— o el BHA* —un disruptor endocrino—, el DALY del producto que usted utiliza para lavarse la cabeza será también muy elevado.

El PDF y el DALY se cuentan entre los miles de medidas que se emplean en lo que he dado en llamar el pensamiento antropocénico, un pensamiento que contempla la forma en que los sistemas humanos afectan a los sistemas de carácter global que dan sustento a la vida. Esta forma de percibir las interacciones que existen entre el mundo artificial, construido por el hombre, y el mundo natural deriva de las ciencias geológicas. Si hubiese más gente que abrazara este modo de concebir las cosas, este ángulo de visión nos ayudaría a identificar soluciones frente a los singulares peligros a que ha de enfrentarse nuestra especie: nada menos que los vinculados con la extinción de nuestro nicho ecológico.

Con el comienzo de la agricultura y de los cultivos, y tras el acelerón de la Revolución Industrial, nuestro planeta dejó atrás el período holocénico para adentrarse en lo que los geólogos denominan el Antropoceno, un período en el que los sistemas humanos erosionan los sistemas naturales que sustentan la vida. Cuando se contemplan las cosas a través de la lente antropocénica, descubrimos que el operar cotidiano de la red energética, de los distintos medios de transporte, de la actividad de la

industria y de los movimientos del comercio deteriora inexorablemente la situación en que se encuentran los sistemas biogeoquímicos globales, como los asociados con los respectivos ciclos del carbono, el fósforo y el agua. Los datos más preocupantes sugieren que desde la década de 1950, los empeños humanos no han conducido sino a una explosiva aceleración de este estado de cosas —un estado de cosas que alcanzará su punto crítico en pocas décadas, a medida que los diferentes sistemas vayan llegando a un punto decisivo a partir del cual no habrá ya retorno posible—. Por ejemplo, aproximadamente la mitad del incremento de la concentración del anhídrido carbónico atmosférico se ha producido en los últimos treinta años —y de todos los sistemas que sustentan la vida en el plano global, el que más cerca se halla del punto de no retorno es el del ciclo del carbono—. Pese a que estas «verdades incómodas» sobre el ciclo del carbono son el principal icono del suicidio a cámara lenta que está perpetrando nuestra especie, lo cierto es que no conforman sino una reducida porción de un cuadro de mucha más envergadura, dado que los ocho sistemas que sustentan la vida en el planeta están siendo objeto de las agresiones que generan nuestros hábitos cotidianos.

El pensamiento antropocénico nos indica que el

problema no es una cualidad necesariamente intrínseca a ciertos sistemas, como los del comercio y la energía, y que no hay motivo para llegar por fuerza a la conclusión de que esas actividades comerciales y energéticas sean las causantes de la degradación de la naturaleza. Personalmente, tengo la esperanza de que todos esos sistemas puedan llegar a modificarse a fin de alcanzar a convertirlos en procesos capaces de sustentarse a sí mismos, gracias a la introducción de avances innovadores y a la energía de los emprendedores. La verdadera raíz del dilema antropocénico se encuentra en nuestra estructura neural.

Ocurre que nos vemos obligados a abordar la amenaza del Antropoceno con un cerebro al que la evolución ha configurado para sobrevivir en una época geológica anterior, la del Holoceno, una era en la que las señales de peligro venían dadas por la detección de gruñidos o crujidos en la espesura y en la que nuestros mecanismos de aviso nos hacían aborrecer de forma consciente tanto a las arañas como a las serpientes. Nuestros sistemas de alarma neurales siguen estando sintonizados para percibir este tipo de peligros, hoy en gran medida anticuados.

A esta falta de ajuste con las amenazas actuales debemos añadirle el punto ciego que se halla

inherentemente unido a nuestra constitución física: no disponemos de una estructura neural capaz de registrar directamente los peligros propios del período antropocénico, cuyo carácter es excesivamente macro o micro para las capacidades de nuestro aparato sensorial. Por eso nos mostramos ajenos, por ejemplo, a los elementos que lastran nuestro potencial fisiológico, como ocurre, pongo por caso, con la perjudicial acumulación de un conjunto de productos químicos industriales en nuestros tejidos como consecuencia de habernos mantenido toda la vida en contacto con ellos.

Desde luego, existen métodos que nos permiten valorar el incremento de las tasas de anhídrido carbónico en la atmósfera o los niveles que tenemos de hidroxibutilanisol en sangre. Sin embargo, en la inmensa mayoría de los casos esas cifras ejercen muy poca o ninguna influencia emocional en la gente. Nuestra amígdala cerebral* se encoge de hombros.

La búsqueda de fórmulas que permitan contrarrestar las fuerzas que nutren el efecto antropocénico debería tenerse muy en cuenta cada vez que haya que asignar prioridades a los esfuerzos de la ciencia. La geociencia, desde luego, abarca la totalidad de la cuestión, pero no ataca la raíz del problema, que reside en la conducta humana. De hecho, son precisamente las ciencias que más

tienen que ofrecer en este terreno las que menos han fomentado el pensamiento antropocénico.

De entre los campos del saber que poseen las claves de las posibles soluciones cabe destacar la economía, la neurociencia, la psicología social y la ciencia cognitiva, junto con sus diversos derivados híbridos. Al estar centradas en la teoría y en la práctica antropocénicas, todas ellas podrían contribuir perfectamente a proporcionarnos un enfoque capaz de salvar a la especie. Sin embargo, para ello tendrán que recoger primero este guante, ya que hasta el momento ha sido un tema que ha permanecido fundamentalmente ajeno a sus respectivos órdenes del día.

¿Cuándo se decidirá la neuroeconomía, por ejemplo, a abordar la cuestión de la pasmosa indiferencia que mostramos los seres humanos ante las noticias que hablan del calentamiento global? ¿O cuando piensa ocuparse esta misma ciencia a averiguar la forma de contrarrestar la existencia de un punto ciego neural? ¿Alcanzará la neurociencia cognitiva a ofrecernos alguna idea capaz de transformar el modo en que tomamos colectivamente nuestras decisiones, alejándonos así de nuestra inexorable progresión hacia el abismo, a la manera de los lemming? ¿Podría alguna de las ciencias relacionadas con la informática, la conducta o el cerebro ofrecernos una

información que, al modo de una prótesis, invirtiera el curso de los acontecimientos?

Paul Jozef Crutzen, el especialista holandés en química atmosférica que recibió el Premio Nobel en el año 1995 por sus investigaciones sobre la desaparición de la capa de ozono, acuñó hace ya diez años el término «Antropoceno». En tanto que meme, la palabra «Antropoceno» cuenta todavía con escasa influencia en los círculos científicos —salvo en la geología y en las ciencias ambientales—, de modo que no es de extrañar que apenas se conozca en la cultura popular: en el momento en que escribo estas líneas la búsqueda de la voz «Antropoceno» en Google arroja setenta y ocho mil setecientas referencias (principalmente pertenecientes al ámbito de la geociencia), mientras que, por el contrario, el vocablo «placebo», que en su día era un término médico de carácter esotérico, hoy convertido en cambio en un concepto bien arraigado en tanto que meme, muestra más de dieciocho millones de entradas en la Red. Para la recién acuñada idea de «vuvuzela» aparecen tres millones seiscientos cincuenta mil resultados en Google.

HOMO DILATUS *

ALUN ANDERSON
Asesor adjunto, ex jefe de redacción y director editorial de la revista *New Scientist*; autor de *After the Ice: Life, Death, and Geopolitics in the New Arctic*

Podría cambiarse perfectamente el nombre de nuestra especie por el de *Homo dilatus*, esto es, el mono aplazador. En algún punto de nuestra evolución nos dotamos de las circunvoluciones cerebrales necesarias para enfrentarnos a la súbita ocurrencia de una o más crisis y responder a ellas con acciones de carácter urgente. Sin embargo, tanto los lentos procesos de la decadencia física o social como las amenazas que tardan mucho tiempo en gestarse poseen unas características totalmente diferentes. La máxima por la que se rige una especie diseñada para abordar problemas a corto plazo —y no acostumbrada por tanto a bregar con incertidumbres que solo acaban materializándose a largo plazo— es la siguiente: «¿Por qué actuar ahora si el futuro es todavía un horizonte muy lejano?». Este planteamiento constituye en realidad un punto de vista muy práctico para comprender las características de la humanidad, y todos

aquellos que se valen de la ciencia para cambiar las medidas políticas que rigen nuestra vida harían bien en incorporar dicha idea a su caja de herramientas mental, por no mencionar el hecho de que se trata asimismo de una tendencia que refuerza notablemente la infinita postergación de la necesaria lucha contra el cambio climático. La Conferencia de Cancún sigue a la de Copenhague y esta a las estipulaciones del Protocolo de Kioto, pero cuanto más titubeamos sin que se produzca ningún desastre extraordinario tanto más correcta parece la postura dubitativa.

No se trata de un comportamiento que se circunscriba únicamente al problema del cambio climático. Fue necesario que zozobrara el *Titanic* para que se adoptara la medida de poner el suficiente número de botes salvavidas en los barcos de pasajeros, del mismo modo que también hemos tenido que sufrir el inmenso vertido del *Amoco Cadiz* para decidirnos a establecer unas normas internacionales de contaminación marina, y el desastre del *Exxon Valdez* para impulsar el cambio por el que se obliga a los petroleros a disponer de un doble casco. Se observa el mismo patrón de conducta en la industria petrolífera, y en este sentido el vertido ocurrido en el Golfo de México tras la explosión de la plataforma perforadora Deepwater Horizon en el año 2010 no es sino

el último capítulo que ha venido a provocar hasta el momento la mentalidad del *Homo dilatus*, consistente en: «Esperar primero al desastre para imponer después la normativa que hubiera podido impedirlo».

A lo largo de la historia humana se han producido millones de episodios similares. Han sido muchas las grandes potencias y las empresas un día florecientes y dominadoras que han ido apagándose lentamente a medida que decaía su buena estrella, sin que la inexorable crisis subsiguiente las obligara a acometer cambios en su política. Las transformaciones lentas y sostenidas en el tiempo no consiguen sino que la gente se habitúe al cambio, pero no impulsan a tomar medidas. Cualquier caminante que se anime a dar hoy mismo un paseo por la campiña británica no escuchará cantar ni mucho menos al mismo número de aves cantoras que habrían deleitado la excursión de un poeta de la era victoriana, pero sencillamente no somos capaces de percibir esta insidiosa pérdida. Lo único que nos saca del sopor es la irrupción de una crisis en nuestro presente inmediato.

Nuestro comportamiento resulta tan desconcertante que la «psicología del cambio climático» se ha terminado convirtiendo en un campo de investigación por derecho propio, un campo en el que se realizan esfuerzos destinados a identificar los mensajes vitales capaces de

orientar nuestra forma de razonar hacia la ponderación de los problemas a largo plazo, alejándonos del concreto y específico instante presente. Por desgracia, da la impresión de que el *Homo dilatus* tiene la cabeza demasiado dura como para asimilar las bazas que actualmente se nos ofrecen. En el caso del cambio climático, por ejemplo, haríamos bien en centrarnos en los posibles procesos de adaptación posibles, al menos en tanto que no surja una gran crisis capaz de captar por entero nuestra atención. El primer gran zarpazo de esa crisis podría estar causado por la pérdida estival del casquete glacial ártico. Una inmensa capa de rutilante hielo, cuyo tamaño es aproximadamente equiparable al de la mitad del territorio de los Estados Unidos, cubre actualmente el polo norte durante el verano, pero es muy probable que en un par de décadas desaparezca por completo. ¿Conseguirá la conversión en agua de esos millones de kilómetros cuadrados de puro hielo hacernos sentir que nos hallamos ante una crisis? De no ser así, no pasará mucho tiempo antes de que empiecen a declararse penosas y persistentes sequías por toda la superficie de los Estados Unidos, así como por gran parte de África, el Sureste Asiático y Australia.

Puede que entonces acabe aflorando la mejor cara del *Homo dilatus*. Es posible que una crisis de este

calibre logre despertar al Bruce Willis que todos llevamos dentro, de modo que con un poco de suerte tal vez logremos hallar alguna inesperada forma de corregir el rumbo que hemos imprimido al mundo antes de que se nos acabe la cuerda. Y no hay duda de que una vez hecho eso, si lo hacemos, volveremos a tumbarnos a la bartola.

NOS HALLAMOS PERDIDOS EN EL PENSAMIENTO

SAM HARRIS
Neurocientífico; presidente de la fundación Project Reason; autor de The Moral Landscape y El fin de la fe: la religión, el terror y el futuro de la razón

Les invito a que presten atención a algo —puede ser a la imagen de este texto, a la sensación de respirar, a la presión que ejerce sobre su cuerpo la silla en la que se halla usted sentado o a cualquier otra cosa— durante sesenta segundos nada más, sin dejarse distraer, eso sí, por el discurso del pensamiento. Parece una cosa sencillísima: basta con prestar atención. Lo cierto, sin embargo, es que no tardará usted en descubrir que la tarea le resulta irrealizable. Aunque la vida de sus hijos dependiera de ello, le sería a usted imposible centrarse plenamente en algo durante más de unos cuantos segundos —ni siquiera en el frío cortante de un cuchillo en la garganta— antes de que su conciencia volviese a quedar sumergida en el incesante flujo del pensamiento. Esta obligada inmersión en la irrealidad es un problema. De hecho, parece ser justamente el problema del que vienen a

emerger todos los demás problemas que asedian la vida humana.

No estoy negando en modo alguno la importancia de pensar. El pensamiento lingüístico nos resulta indispensable. Es el fundamento de cualquier planificación, de cualquier aprendizaje explícito o de cualquier razonamiento moral, así como de todo un conjunto de capacidades añadidas que son justamente las que nos hacen humanos. El pensamiento es la sustancia misma de todas y cada una de nuestras relaciones sociales y la base de las instituciones culturales que hemos creado. Constituye asimismo el fundamento de la ciencia. Sin embargo, el hecho de que nos identifiquemos habitualmente con el flujo de los pensamientos —esto es, la incapacidad para percatarnos de que nuestros pensamientos son efectivamente eso, pensamientos, fugaces apariciones en el campo de la conciencia— es la principal y más relevante fuente del sufrimiento y la confusión humanas.

De hecho, la relación que mantenemos con nuestro pensamiento resulta muy extraña, incluso paradójica. Cuando vemos caminar a una persona y percibimos que va hablando sola por la calle solemos dar generalmente por supuesto que sufre algún tipo de trastorno mental. Sin embargo, todos nosotros mantenemos una *constante*

conversación con nosotros mismos —ocurre simplemente que tenemos el buen sentido de mantener la boca cerrada —. La realidad de nuestra vida presente apenas alcanza a divisarse entre la espesa bruma de nuestra discursividad: nos contamos a nosotros mismos lo que acaba de ocurrir, lo que ha estado a punto de suceder, lo que debería haberse producido y lo que quizás acabe concretándose. No dejamos de repetirnos una y otra vez las esperanzas y los temores que nos embargan en relación con el futuro. En lugar de limitarnos a existir sencillamente, como lo que somos, parecemos dar por supuesto que debemos entablar una relación con nosotros mismos. Todo sucede como si estuviéramos manteniendo una conversación con un amigo imaginario dotado de una paciencia infinita. Pero ¿a quién nos estamos dirigiendo en realidad?

Pese a que la mayoría nos pasamos la vida entera creyendo que somos nosotros los que concebimos nuestros pensamientos y los que experimentamos nuestras vivencias, cuando se observan todos esos fenómenos desde el punto de vista de la ciencia nos percatamos de que este planteamiento distorsiona la realidad de las cosas. No hay ningún yo ni ningún ego discretos que se agazapen en nuestro interior a la manera de un Minotauro en el laberinto del cerebro. No existe ninguna región del córtex ni ninguna vía de procesamiento neural que ocupe

una posición privilegiada en relación con nuestra personalidad. No existe tampoco ningún inmutable «centro de gravedad narrativo» (por emplear la expresión de Daniel Dennett). Sin embargo, en términos subjetivos, sí que parece existir un núcleo de esa clase —o esa impresión tenemos la inmensa mayoría de nosotros la mayor parte del tiempo.

Nuestras tradiciones contemplativas (la hinduista, la budista, la cristiana, la musulmana, la judía, etcétera) también sugieren, en diversos grados y con mayor o menor precisión, que hoy vivimos enclaustrados en una ilusión cognitiva que nos tiene atrapados. Sin embargo, lo que ocurre casi siempre es que la alternativa a ese cautiverio se presenta casi invariablemente a través de la óptica de un dogma religioso. Una voluntad educada en el cristianismo se dedicará a recitar sin descanso, durante todo un fin de semana, el Padre Nuestro, para terminar experimentando una profunda sensación de claridad y de paz y juzgar que ese estado mental confirma plenamente la doctrina cristiana. Un hinduista podrá pasarse una tarde entera entonando cánticos devocionales en honor a Krishna, llegar a sentirse súbitamente libre de la convencional percepción del yo, y acabar concluyendo que la deidad de su elección le ha cubierto de gracia. Un sufista podrá girar en círculos a toda velocidad durante

horas, descorrer el velo del pensamiento durante un tiempo y quedar convencido de que ha logrado establecer un contacto directo con Alá.

El hecho de que todos estos fenómenos sean de carácter universal refuta toda pretensión sectaria que pudiera esgrimir cualquier gran religión. Y dado que todas las místicas contemplativas argumentan, por regla general, que las experiencias de trascendencia del yo que todas ellas propician son vivencias inseparables de la teología, de la mitología y de la metafísica vinculadas con su misma doctrina, no debe extrañarnos que los científicos y los agnósticos tiendan a considerar que las manifestaciones de los creyentes sean una de estas dos cosas: o bien el resultado de algún desorden mental, o bien una exposición exagerada de un conjunto de estados mentales bastante más comunes —como el del sobrecogimiento científico, la emoción estética, la inspiración artística y otras cosas por el estilo.

Está claro que nuestras religiones son falsas, pese a que merezca la pena vivir algunas de las experiencias clásicamente consideradas religiosas. Si lo que queremos es llegar a comprender *de facto* la realidad de la mente y superar algunas de las más peligrosas y persistentes fuentes de conflicto que atenazan nuestro mundo, hemos de comenzar a pensar en el íntegro conjunto de la experiencia

humana, situándola en el marco de la ciencia.

Sin embargo, el primer paso será darnos cuenta de que nos hallamos perdidos en el pensamiento.

LA TRANSPARENCIA FENOMÉNICA DEL AUTOMODELO

THOMAS METZINGER
Filósofo de la Universidad Johannes Gutenberg de Maguncia y del Instituto de Estudios Avanzados de Fráncfort; autor de The Ego Tunnel

Un automodelo es la representación interna que tienen de sí mismos, en tanto que unidad global, algunos sistemas concebidos para el procesamiento de la información. Y puede decirse que una representación es fenoménicamente transparente siempre que cumpla estas dos condiciones: a) la de resultar consciente y b) la de no poder ser experimentada como tal representación. Por consiguiente, son las representaciones transparentes las que crea la fenomenología del realismo ingenuo, esto es, la sólida e irrevocable sensación de que uno está percibiendo, de forma directa e inmediata, algo que por fuerza ha de ser real. Apliquemos ahora el segundo concepto al primero: un automodelo transparente ha de ser necesariamente el creador de la muy realista experiencia consciente de la individualidad, es decir, el elemento generador de la sensación de estar directa e inmediatamente en contacto

con uno mismo en tanto que unidad íntegra.

Se trata de un concepto importante, puesto que muestra que en un cierto tipo de sistemas de procesamiento de la información resultará inevitable la aparición de una resistente fenomenología consistente en la percepción de ser un yo —pese a que dichos sistemas jamás hayan sido, poseído ni manifestado nada que se parezca, ni siquiera remotamente, a un yo—. Y es empíricamente verosímil pensar que nosotros mismos seamos justamente ese tipo de sistemas.

LA CORRELACIÓN NO ES UN VÍNCULO CAUSAL*

SUE BLACKMORE
Psicóloga; autora de Consciousness: An Introduction

Es posible que los científicos se hallen familiarizados con la oración «La correlación no es un vínculo causal» (o CINAC, según las siglas inglesas de su abstracción taquigráfica: «*Correlation is not a cause*»), pero lo cierto es que, como tal proposición, todavía no ha conseguido permear hasta alcanzar el estrato del habla cotidiana —pese al hecho de que tanto el pensamiento crítico como la comprensión científica mejorarían si se consiguiera que un gran número de personas incorporaran este sencillo recordatorio a su equipamiento mental.

Una de las razones de que la frase no haya adquirido esa popularidad reside en el hecho de que la idea de que «La correlación no es un vínculo causal» puede resultar asombrosamente difícil de aprehender. Tuve ocasión de hacerme una idea de lo compleja que puede llegar a resultar su intelección durante la temporada en que me dediqué a enseñar la asignatura de diseño experimental a un grupo de enfermeras, fisioterapeutas y otros grupos

profesionales de diverso tipo. Por regla general, ninguna de estas personas tenía problemas para entender mi ejemplo favorito: imagínense, les decía yo, que se encuentran contemplando lo que ocurre en una estación de tren. Empieza a llegar gente y más gente, hasta que el andén queda atestado de personas. Entonces —súbita e inesperadamente— se presenta un tren. ¿Puede decirse que la afluencia de gente es la causa de la llegada del tren (*A* es causa de *B*)? ¿Ha sido el tren el que ha determinado que llegara la gente (*B* es causa de *A*)? Ninguna de las dos propuestas es correcta, dado que ambos hechos dependen de un tercero: la tabla de horarios de la compañía ferroviaria (*C* es causa tanto de *A* como de *B*).

No tardaría yo en descubrir que la comprensión de este tipo de relaciones tendía a difuminarse constantemente, hasta que decidí poner en marcha un nuevo método pedagógico y opté por iniciar todas mis conferencias con un ejemplo de mi invención al objeto de obligar a mis oyentes a reflexionar. «Vale —decía yo, por ejemplo—, supongamos que se acaba de descubrir —no pretendo decir que sea cierto, es solo un ejemplo— que los niños más acostumbrados a tomar ketchup tienden a realizar peor los exámenes que aquellos que no consumen esta salsa de tomate. ¿A qué podría deberse esa circunstancia?»

Los alumnos comenzaban a argumentar que la afirmación no era cierta. (Yo volvía a explicar entonces el objeto de los experimentos mentales.)

«Pero si fuera verdad, si el ketchup fuera venenoso, los frascos de ese producto incluirían una advertencia sanitaria.» (Les ruego que se limiten a imaginar por un momento que fuera cierto, nada más.)

Solo entonces comenzaban a utilizar la imaginación: «Significaría que el ketchup contiene alguna sustancia capaz de ralentizar la funcionalidad del tejido nervioso». «El hecho de tomar ketchup te incita a ver más la tele en lugar de dedicarte a hacer los deberes.» «Al ingerir más ketchup se comen más patatas fritas, lo cual le hace engordar a uno y le vuelve perezoso.»

Efectivamente, sin duda, es probable que las respuestas sean falsas, pero eso no impide que todas ellas sean estupendos ejemplos de *A* es causa de *B*. Prosigamos.

Lo mismo cabe decir de estas otras contestaciones: «Las personas poco inteligentes tienen unas papilas gustativas distintas a las de la gente normal y no les agrada el sabor del ketchup». «Es posible que si no apruebas los exámenes, las madres tiendan a darte ketchup.» Y por último: «Las personas pobres son proclives a comer más cantidad de comida basura y obtienen unos resultados peores en el colegio».

A la semana siguiente propongo un nuevo experimento mental: «Supongamos que descubrimos que existe una relación directa entre el número de veces que la gente consulta a los astrólogos y a los videntes y la cantidad de años que vive».

«Eso no puede ser verdad: la astrología no es más que una sarta de sandeces.»

(Hondo suspiro... Les ruego que se limiten a imaginar por un momento que fuera cierto, nada más.)

De acuerdo. «Los astrólogos poseen una energía psíquica especial y son capaces de transmitírsela a sus clientes.» «El hecho de conocer el futuro implica que uno puede evitar las circunstancias que podrían provocarle la muerte.» «La mera circunstancia de consultar el horóscopo hace que uno se sienta más contento y saludable.»

Sí, sí, excelentes ideas, continuemos.

«Cuantos más años van cumpliendo las personas, con tanta mayor frecuencia tienden a acudir a los videntes.» «El hecho de disfrutar de buena salud hace que uno se interese más en los aspectos espirituales, de modo que es lógico que se busque una cierta orientación íntima.»

Muy bien, muy bien, continúen reflexionando, quiero conocer todas esas ideas, ya que en conjunto son susceptibles de comprobación.

Y como colofón: «Las mujeres acuden a los médiums con más frecuencia que los hombres, y por eso viven más que ellos».

La cuestión es que tan pronto como se comienza a acoger con aprobación toda nueva afirmación vinculada con el hecho de que «la correlación no sea un vínculo causal» (CINAC) la imaginación se desboca. Una vez que el receptor empieza a escuchar cualquier nueva proposición científica que se le propone desde ese prisma y de forma un tanto CINAC-ca (palabra que, muy al caso, muestra una sonoridad próxima a la de «cínica»),* se empieza a pensar: «Vale, de acuerdo, si *A* no es la causa de *B*, ¿podría suceder entonces que *B* fuese la causa de *A*?». ¿Podría existir algún elemento diferente que diera en revelarse como agente causal de *A* y de *B*, o es que *A* y *B* resultan ser la misma cosa, pese a que no lo parezca? ¿Qué está pasando? ¿Soy realmente capaz de imaginar otras posibilidades? ¿Podría someter a prueba la verdad de todas esas nuevas posibilidades? ¿Lograría terminar averiguando cuál de ellas es la cierta?». Entonces se empezarán a enfocar con juicio crítico todos los relatos científicos que se nos remitan. Y de ese modo estaremos comenzando a reflexionar a la manera de un científico.

Es muy posible que los relatos vinculados con los temores que genera nuestra preocupación por la salud, o

los asociados con las reivindicaciones de validez de las experiencias parapsicológicas, capten la atención de la gente, pero el hecho de comprender que una correlación no indica la presencia de un lazo causal podría venir a elevar el nivel de los debates que mantenemos en torno a las más imperiosas cuestiones científicas del momento. Sabemos, por ejemplo, que el incremento de la temperatura global guarda relación con la presencia de unos niveles crecientes de dióxido de carbono en la atmósfera, pero ¿a qué se debe dicho correlato? Pensar de forma CINAC-ca implica preguntarse qué variable *A* es la causante de la variable *B*, o si existe algún elemento distinto de *A* y de *B* que sea en realidad la causa de ambas variables, circunstancia que tendría a su vez todo un conjunto de importantes consecuencias, tanto en la acción social necesaria como en el futuro de la vida en la Tierra.

Hay quien sostiene que el mayor misterio al que se enfrenta la ciencia es el vinculado con la naturaleza de la conciencia. Los seres humanos parecemos ser unos yoes independientes dotados de conciencia y libre albedrío, y sin embargo, cuanto mejor alcanzamos a comprender el modo en que opera el cerebro, menos espacio parece quedar para que la conciencia sea realmente el agente causal de nada. Una de las formas más conocidas de tratar de resolver este misterio en la actualidad consiste en

dedicarse a la búsqueda de los «correlatos neurales de la conciencia». Pondré un ejemplo: sabemos que la actividad cerebral de algunas de las regiones de la corteza cerebral y los lóbulos frontales se corresponde con la toma de decisiones conscientes dirigidas a realizar una determinada acción. Ahora bien, ¿son nuestras decisiones conscientes las que provocan la actividad del cerebro, es la actividad cerebral la causa de nuestras decisiones, o acaso ambos procesos obedecen a una tercera causa desconocida?

La cuarta posibilidad sería que la actividad cerebral y las experiencias conscientes fueran en realidad una misma cosa, como ocurre con la luz —que no es causada, según hemos llegado a saber, por la radiación electromagnética, sino que *es* ella misma esa radiación electromagnética—, o con el calor —que ha resultado ser el movimiento de las moléculas presentes en un determinado fluido—. En el momento actual no disponemos de ningún indicio que indique que la conciencia pueda *ser* la actividad cerebral, pero personalmente tengo la corazonada de que terminará revelándose que así es. Y una vez que logremos disipar algunas de las ilusorias ideas que hemos concebido respecto de la naturaleza de nuestra propia mente es posible que consigamos comprender al fin que no existe

ningún hondo misterio y que nuestra experiencia consciente *es* simplemente aquello que sucede en el interior de nuestro cerebro. De ser esto cierto, la conciencia carece de todo correlato neural. No obstante, y con independencia de que la anterior afirmación termine revelándose cierta o no, lo que resulta muy probable es que el doble hecho de recordar la abstracción taquigráfica CINAC —que sostiene que la correlación no es un vínculo causal— y de avanzar lenta y cuidadosamente de los correlatos a las causas sea, en último término, la forma de resolver el enigma.

EL FLUJO DE LA INFORMACIÓN

DAVID DALRYMPLE
Investigador del Laboratorio Mediático del Instituto Tecnológico de Massachusetts

La mejor forma de comprender el concepto de causalidad consiste en figurárnoslo al modo de un flujo de información entre dos acontecimientos vinculados entre sí —orientándose cronológicamente dicho flujo en una dirección concreta: la que va del acontecimiento anterior al posterior—. Decir que «*A* es causa de *B*» parece una proposición precisa, pero en realidad es muy vaga. Yo preferiría ser mucho más concreto y formular eso mismo del siguiente modo: «Provisto de la información que nos indica que se ha producido *A*, puedo establecer el cálculo, con seguridad prácticamente total,* de que habrá de producirse *B*». Esto elimina la posibilidad de que otros factores eviten la ocurrencia de *B* aunque *A* se haya verificado, permitiendo no obstante la posibilidad de que otros factores puedan dar en causar *B* pese a que *A* no haya tenido lugar.

Para abreviar, podemos decir que uno de los conjuntos de la información disponible especifica al otro,

en caso de que este último pueda ser deducido o calculado a partir del primero. Obsérvese que la aplicación de este planteamiento no se limita únicamente a conjuntos de información de un solo bit, como el de la ocurrencia de un acontecimiento específico. También puede aplicarse a las variables simbólicas (como el hecho de que, dada la situación en que se encuentra en este momento la Red, sea la pregunta que nosotros mismos formulemos la que determine los resultados que arroja un determinado motor de búsqueda), a las variables numéricas (por ejemplo, las relacionadas con la circunstancia de que la cifra que acabe señalando un termómetro bien calibrado venga especificada por la temperatura que alcance el sensor), o incluso a las variables conductuales (como la de que sean los bits almacenados en su memoria los que condicionan el comportamiento de un ordenador).

Pero observemos más de cerca las suposiciones que estamos asumiendo aquí. Es muy posible que el lector más perspicaz haya percibido ya que en uno de los ejemplos que acabo de poner doy por supuesto que la situación global en que pueda encontrarse la Red en un momento dado constituye una constante. ¡Qué cosa más ridícula! En la jerga matemática, las suposiciones reciben el nombre de «*a priori*», y en una determinada y muy difundida

escuela de razonamiento estadístico* se considera que dichos *a priori* constituyen el aspecto más importante de todo proceso en el que intervenga de un modo u otro la información. Lo que realmente queremos saber es si, dado un conjunto de *a priori* ya establecidos, el hecho de añadir un elemento informativo nuevo (*A*) permite actualizar la estimación que estamos haciendo de la probabilidad de ocurrencia de otro elemento informativo distinto (*B*). Como es lógico, esto depende de los *a priori* —ya que, por ejemplo, si entre nuestros *a priori* damos cabida a un conocimiento absoluto de *B*, entonces no será posible proceder a ningún tipo de actualización.

Si, como sucede con los conjuntos de *a priori* más razonables, la información que tenemos acerca de *A* nos permite efectivamente actualizar nuestra estimación de *B*, deberemos concluir que parece existir algún tipo de vínculo causal entre ambos. Sin embargo, la forma de dicho vínculo causal permanece sin especificar —principio que muy a menudo viene a enunciarse con la proposición: «La correlación no implica la existencia de un vínculo causal»—. La razón de esta última afirmación radica en el hecho de que la esencia del concepto de causalidad es que tendemos a disponer de la información relativa a los acontecimientos cronológicamente más antiguos antes de contar con cualquier tipo de información

vinculada con los acontecimientos más recientes. (El pleno alcance de las implicaciones y la incidencia que tiene esta noción en la conciencia humana, en la segunda ley de la termodinámica, y en las características del tiempo es realmente muy interesante, pero, lamentablemente, rebasa los límites de este artículo.)

Si fuera efectivamente cierto que en todos los casos la información relacionada con los acontecimientos, fueran estos los que fuesen, se nos presentara en el mismo orden en el que se verifican *de facto* dichos acontecimientos, entonces sí que podríamos afirmar que la correlación implica efectivamente la existencia de un vínculo causal. Sin embargo, en el mundo real no solo sucede que nos vemos obligados a observar acontecimientos acaecidos en épocas pretéritas, sino que puede darse perfectamente la circunstancia de que descubramos de manera desordenada la información relativa a dichos acontecimientos. De este modo, las correlaciones que observamos podrían corresponder a una causalidad inversa (lo que significa que la información relativa al acontecimiento *A* puede permitirnos actualizar la estimación de las probabilidades asociadas con la eventualidad de que se produzca el acontecimiento *B*, pese a que *B* se haya producido antes que *A* y revele ser, por tanto, la causa de ese acontecimiento *A*), pudiendo

darse incluso situaciones de mayor complejidad (como la derivada, por ejemplo, del hecho de que la información relacionada con *A* nos permita actualizar las estimaciones vinculadas con *B*, aunque proporcionándonos al mismo tiempo información sobre *C*, que en este caso no solo sería un hecho acaecido antes de *A* y de *B* sino también la causa de ambos).

El flujo de la información es simétrico: si la información sobre *A* viniera a permitirnos efectivamente actualizar las estimaciones de que se produzca *B*, deberemos concluir que la información sobre *B* habrá de permitirnos actualizar también las estimaciones relativas a la eventual verificación de *A*. Sin embargo, dado que no podemos modificar el pasado ni conocer el futuro, estas limitaciones únicamente se revelarán útiles si logramos ubicarlas en su contexto temporal concreto y si las disponemos en función de su orden de ocurrencia. El flujo de la información avanza en dirección al futuro, procedente del pasado, pero siempre tenemos la posibilidad de invertir en nuestra mente el sentido de algunas de las flechas temporales. La resolución de esta ambigüedad es en esencia el problema que la ciencia tiene la misión de resolver. Si usted logra dominar la técnica consistente en visualizar la totalidad de los flujos informativos y seguir el rastro del conjunto de los *a priori*

empleados, entonces podrá blandir toda la potencia analítica del método científico —y más aún—, ya que habrá conseguido incorporarlo a su instrumental cognitivo.

EL PENSAMIENTO INSCRITO EN EL TIEMPO Y EL PENSAMIENTO EXTERIOR AL TIEMPO

LEE SMOLIN
Físico del Instituto Perimeter de Física Teórica; autor de Las dudas de la física en el siglo XXI: ¿es la teoría de cuerdas un callejón sin salida?

Uno de los hábitos de pensamiento más antiguos y difundidos del mundo consiste en imaginar que la respuesta correcta a cualquiera de las preguntas que nos planteamos reside en algún tipo de ámbito eterno en el que moran las «verdades intemporales». El objetivo de la investigación sería, por tanto, descubrir la respuesta o la solución que aguarda en esa intemporal esfera que existe desde que el mundo es mundo. Por ejemplo, las afirmaciones de los físicos parecen inducirnos a pensar que en algún inmenso e intemporal espacio platónico de objetos matemáticos existe ya una teoría final y perfecta capaz de explicar todos los problemas. Esto es lo que yo llamo pensar de forma exterior al tiempo.

Los científicos inscriben su pensamiento en el tiempo cuando conciben su tarea como un proceso dirigido tanto a

la invención de un conjunto de ideas auténticamente nuevas y concebidas para describir una serie de fenómenos recién descubiertos como a la generación de aquellas estructuras matemáticas novedosas que permiten expresarlas. Cuando los científicos piensan de forma exterior al tiempo, por el contrario, creen que dichas ideas existían de algún modo antes de que nadie alcanzara a concebirlas. Lo cierto es que si mantenemos el pensamiento en el marco temporal no se ve ninguna razón que nos permita dar por buena semejante suposición.

El contraste existente entre el pensamiento inscrito en el tiempo y la reflexión exterior a él puede observarse en muchos de los ámbitos propios del raciocinio y la acción humanas. Pensamos de forma exterior al tiempo cuando, al enfrentarnos a un problema de carácter tecnológico o social, suponemos que los posibles enfoques tendentes a su resolución se hallan ya determinados por un conjunto de categorías absolutas y preexistentes. Y pensamos, por el contrario, dentro del marco temporal cuando comprendemos que el progreso que pueda darse en los campos de la tecnología, la sociedad y la ciencia tiene lugar como consecuencia de la concepción de una serie de ideas, estrategias y formas de organización social verdaderamente innovadoras.

La idea de que la verdad es intemporal y tiene su

sede en algún lugar exterior al universo fue en su momento el elemento esencial de la filosofía platónica, la cual queda adecuadamente ejemplificada en la parábola del esclavo, que viene a decir que, en realidad, todo descubrimiento consiste sencillamente en recordar algo que ya sabíamos pero que habíamos olvidado. Esto se refleja en la filosofía de las matemáticas a la que se da el nombre de platonismo, que sostiene que hay dos formas de existencia: la de los objetos físicos corrientes, que existen en el universo y se hallan sujetos al tiempo y a la transformación, y la de los objetos matemáticos que existen en una esfera atemporal. La división por la que el mundo queda dividido en dos esferas diferenciadas —la de un ámbito terrenal inmerso en la temporalidad con su séquito de vida, muerte, cambio y decadencia, y la del reino celestial de perfecta verdad eterna que envuelve al anterior— es lo que daría en constituir tanto la ciencia antigua como la religión cristiana.

Si imaginamos que la tarea de la física consiste en el descubrimiento de un objeto matemático intemporal que se halla en relación de isomorfismo con la historia del mundo, entonces imaginamos también que la verdad del universo reside fuera del universo mismo. Se trata de un hábito de pensamiento que nos resulta ya tan familiar que no alcanzamos a percibir su carácter absurdo: si el

universo es todo cuanto existe, entonces, ¿cómo podrá existir fuera de él algo que pueda mantener con dicho universo una relación de isomorfismo?

Por otra parte, si consideramos que la realidad del tiempo es evidente en sí misma, entonces no podrá existir ningún objeto matemático que sea perfectamente isomorfo respecto del mundo, puesto que una de las propiedades del mundo real que no es compartida por ningún objeto matemático es la de hallarse invariablemente determinado por el tiempo. De hecho, como observó por primera vez el filósofo estadounidense Charles Sanders Peirce, si queremos comprender de manera racional por qué perdura en el tiempo un particular conjunto de leyes físicas y no otro, es necesario asumir la hipótesis de que las leyes de la física han evolucionado al mismo tiempo que la historia del mundo.

Con frecuencia, el pensamiento exterior al tiempo implica la existencia de un reino imaginario, exterior al universo, en el que habita la verdad. Esta idea es de carácter religioso, puesto que significa que las explicaciones y las justificaciones remiten en último término a algo que es exterior al mundo del que, según nuestra propia experiencia, formamos parte. Si insistimos en que no existe nada que sea exterior al universo, y en que ni siquiera las ideas abstractas y los objetos

matemáticos pueden considerarse ajenos a él, no tendremos más remedio que buscar la causa de todo fenómeno, invariablemente, en el interior de nuestro universo. De este modo, el pensamiento inscrito en el tiempo implica pensar asimismo desde el universo fenoménico que, según muestran todas nuestras observaciones, constituye nuestro hábitat.

De entre los cosmólogos y los físicos contemporáneos, aquellos que sugieren que el universo se halla inmerso en un proceso de expansión eterno y que hablan de una cosmología cuántica intemporal están pensando de forma exterior al tiempo. Quienes por el contrario proponen unos escenarios cosmológicos de carácter evolutivo y cíclico, reflexionan desde el interior del tiempo. Si uno se atiene al pensamiento inscrito en el tiempo, se preocupará por el hecho de que el tiempo desemboque en una serie de singularidades espacio-temporales. Si uno piensa por el contrario de forma exterior al tiempo, podrá pasar por alto la problematicidad de dichas singularidades, puesto que tenderá a creer que la realidad es todo cuanto puede decirse de la historia del mundo.

La biología evolutiva de raíz darwiniana es el prototipo del pensamiento inscrito en el tiempo, dado que su núcleo duro consiste en comprender que los procesos

naturales que adquieren envergadura y desarrollo en el tiempo pueden conducir a la creación de estructuras auténticamente novedosas. De hecho, hasta pueden llegar a surgir leyes nuevas a medida que aparecen las estructuras que habrán de regirse por ellas. La dinámica evolutiva no precisa de vastos espacios abstractos como el de todos los posibles animales viables, todas las secuencias factibles de ADN, todos los conjuntos de proteínas combinables o todas las leyes biológicas concebibles. Las exaptaciones* no son solo demasiado impredecibles sino que se revelan también excesivamente dependientes de la globalidad del subsiguiente conjunto de criaturas vivas como para poder ser analizadas y codificadas como otras tantas propiedades intrínsecas a las secuencias de bases del ADN. Es mejor concebir la dinámica evolutiva, según sugiere el biólogo teorético Stuart Kauffman, como aquel proceso por el que la biosfera explora, en el tiempo, la contigüidad posible.

Lo mismo puede decirse de la evolución de las tecnologías, las economías y las sociedades. La pobre noción de que los mercados económicos tienden a un equilibrio único, independiente de sus respectivas peripecias históricas, muestra lo peligroso que puede resultar el pensamiento exterior al tiempo. Por otra parte, la histéresis que resulta necesaria si se quiere entender el

funcionamiento de los mercados reales —según muestran el economista Brian Arthur y alguno de sus colegas, ilustra el tipo de percepciones que se obtienen al pensar dentro del marco temporal.

El pensamiento inscrito en el tiempo no implica forma alguna de relativismo. Antes al contrario, ya que se trata de una variante del relacionismo. El hecho de que posea límites temporales no impide que la verdad sea objetiva si se aplica a objetos cuya existencia no se materializa sino después de su creación —ya haya surgido esta de la evolución o del pensamiento humano.

Cuando pensamos desde el marco temporal, reconocemos que los seres humanos poseemos la característica habilidad de concebir construcciones y soluciones auténticamente novedosas a los distintos problemas que se nos presentan.

Cuando reflexionamos desde una perspectiva exterior al tiempo acerca de las organizaciones y las sociedades en que vivimos y trabajamos aceptamos de forma acrítica sus facetas más rigurosas y nos avenimos a manipular las palancas de la burocracia como si existiera una razón de orden absoluto que justificara su existencia. Cuando concebimos esas mismas instituciones desde un pensamiento inscrito en el tiempo, comprendemos que todas y cada una de las características que aquellas

presentan son, en realidad, consecuencia de su historia, aceptando que todo cuanto les da forma es, de hecho, negociable y susceptible de mejora, bastando para ello que acertemos a idear algún modo novedoso de hacer las cosas.

LA CAPACIDAD NEGATIVA ES UNA TERAPIA PROFUNDA

RICHARD FOREMAN
Dramaturgo y director; fundador del Ontological-Hysteric Theater

Equivocaciones, errores, lapsus: no dude en aceptarlos enteramente. Son el fundamento de la creatividad.

El punto de referencia por el que me guío (como dramaturgo, no como científico) es la noción de capacidad negativa que divulgó en su momento John Keats en sus *Cartas*. Esta capacidad consiste en saber existir, con lucidez y sosiego, en medio de la incertidumbre, el misterio y la duda, sin proceder a «una búsqueda irritada [y siempre prematura] del hecho y la razón».

Esta noción de la capacidad negativa, que merece ser incorporada a nuestro instrumental cognitivo, constituye una profunda terapia para todo tipo de males —intelectuales, psicológicos, espirituales y políticos—. Personalmente la veo reflejada (y amplificada) en la noción por la que Ralph Waldo Emerson sostiene que «La [mejor forma de concebir] el arte [¿valdría decir toda actividad intelectual?] consiste en verlo como aquella *senda* que conduce al creador *hasta su obra*».

Bacheados y sinuosos caminos. La ciudad de Nueva York está a punto de repavimentar la calle en la que vivo, cubierta de adoquines, echándole encima una capa de liso asfalto. Un puñado de funestos burócratas y de «científicos» de miras estrechas son los responsables: su decisión no va a aportarnos nada, salvo automóviles veloces y otro montón de horteras tiendas exclusivas en el SOHO neoyorquino.

¡Caramba! Apuesto a que mi contribución es la más corta de todas cuantas componen el libro. ¿Se debe esto a mis limitaciones o se trata por el contrario de un importante instrumento cognitivo que se había venido pasando por alto hasta este mismo instante?

PROFUNDIDAD

TOR NØRRETRANDERS
Periodista científico; asesor; conferenciante; autor de The Generous Man: How Helping Others Is the Sexiest Thing You Can Do

La profundidad es aquello que no se ve inmediatamente en la superficie de las cosas. La profundidad es lo que se encuentra bajo esa capa superficial: el agua bajo el espejo de un lago, la intensa vida del subsuelo, la espectacular cadena de razonamientos que se oculta bajo una afirmación simple.

La profundidad es uno de los aspectos más sencillos del mundo físico. La gravedad amontona las cosas, y no todo puede ocupar el lugar más alto. Hay muchas más cosas debajo de lo que se halla arriba, y hemos de excavar para encontrarlas.

Hace un cuarto de siglo, con el surgimiento del estudio científico de los sistemas complejos, la profundidad comenzó a adquirir un significado muy particular. ¿Qué es lo que caracteriza a un objeto complejo? Las cosas que poseen una estructura ordenada, como los cristales, no son complejas, sino simples. Las

realidades intrincadas, como un montón de basura, resultan difíciles de describir, puesto que contienen una gran cantidad de información. La información es una forma de medir el grado de dificultad al que nos hemos de enfrentar cuando tratamos de dar cuenta de la esencia de una cosa. El desorden posee un alto contenido informativo, mientras que el orden cuenta con un contenido informativo bajo. Todo cuanto presenta algún interés en la vida se encuentra entre estos dos extremos, ya se trate de seres vivos, de pensamientos o de conversaciones. La cuestión consiste en no caer en el exceso de información, aunque sin quedarnos tampoco demasiado cortos en términos informativos. Esto significa que el contenido informativo no nos conduce directamente a aquello que presenta un cierto interés o reviste un determinado grado de complejidad. El elemento diacrítico es, más bien, la información que no se encuentra ya en el objeto pero que de algún modo participó en la creación del objeto de nuestro interés. Si queremos descubrir qué cosas damos en considerar interesantes, lo que resulta más relevante es la historia del objeto, no el objeto mismo.

Lo que atrae nuestra curiosidad no es la superficie informacional de la cosa sino su hondura. Ha sido necesario superar un largo y complejo proceso para que el objeto de nuestro interés se halle aquí presente, ante

nuestros ojos. En las cosas profundas lo importante no reside en lo que hay sino en lo que ha habido. La profundidad nos habla justamente de eso mismo.

El concepto de profundidad en el estudio científico de los sistemas complejos se ha venido expresando de distintas formas: podemos hablar de la cantidad de información física implicada en el surgimiento de algo (y estaremos refiriéndonos entonces a su profundidad termodinámica), o quizá prefiramos centrarnos en el volumen de cálculos que ha sido necesario realizar para alcanzar el resultado observado (y en tal caso habremos señalado su profundidad lógica). Ambas maneras de remitirnos a la profundidad expresan la idea de que el proceso que subyace a una cosa reviste una importancia mayor que la del producto final.

Esta noción también puede aplicarse a la comunicación humana.

Cuando pronunciamos el «Sí quiero» en una ceremonia matrimonial, la afirmación representa (o esa esperanza hemos de albergar) el enorme volumen de conversaciones, relaciones y experiencias divertidas que hemos tenido oportunidad de vivir en compañía de la persona a la que dirigimos ese aserto. La expresión señala, asimismo, la previa existencia de una buena cantidad de reflexiones sobre lo que se concreta con ese

acto lingüístico. El «Sí quiero» no contiene un gran volumen de información (podría decirse, de hecho, que se trata de un único bit), pero la afirmación posee profundidad.

La mayor parte de las manifestaciones que tienen lugar en el transcurso de una conversación muestran algún tipo de profundidad. La realidad de lo que ocurre en ellas no se circunscribe simplemente a lo que incide en nuestros oídos, ya que hay que tener en cuenta que algo ha debido de producirse precisamente entre los oídos de la persona que nos dirige la palabra antes de que profiriera la afirmación en sí. Y cuando uno comprende lo que se ha dicho, el significado de lo que se está exponiendo ha de buscarse «excavando», dado que hay que calibrar su hondura, sopesar lo que subyace a la formulación verbal y lo que hay tras ella. Aquello que no se dice, sino que se da a entender —esto es, el contenido exformativo,* o la información que se procesa pero es descartada antes de emitir explícitamente el fragmento de información que sale a la superficie.

2 + 2 = 4. Esto no es más que un simple cálculo. El resultado, 4, contiene menos información que el problema, 2 + 2 (debido, en esencia, a que el problema también podría haberse expresado en la forma 3 + 1 sin que el resultado variara en lo más mínimo). El cálculo es un

método estupendo para descartar información, es decir, para librarnos de ella. Si efectuamos cálculos es para hacer caso omiso de todos los detalles, para obtener una visión de conjunto, una referencia abstracta, un resultado.

No obstante, lo que deseamos es encontrar una fórmula para poder distinguir entre un «Sí quiero» muy sentido y otro de carácter más superficial: ¿realmente hablaba en serio el contrayente al pronunciar el «sí»? ¿Debemos considerar efectivamente que el resultado, «4», derivaba directamente de un cálculo coherente? ¿Hay de verdad agua bajo la superficie? ¿Es profundo su calado?

La mayoría de las interacciones humanas giran en torno al siguiente interrogante: ¿se trata de un farol o está hablando en serio? ¿Tiene su afecto una hondura sincera?

¿Brota este resultado de un intenso análisis o se trata de una simple estimación? ¿Es preciso leer algo entre líneas?

La emisión de señales se ocupa precisamente de dirimir este asunto, ya que todo lo que se pregunta es si algo es cierto o falso. En las últimas décadas la biología ha asistido al ascenso de los estudios relacionados con la forma en que los animales se prueban unos a otros que una determinada señal se halla efectivamente respaldada por un hondo contenido. El principio de la desventaja en el campo de la selección sexual alude a la forma de probar

que la señal que se emite posee profundidad de contenido: si un pavo real se dota de unas largas y espectaculares plumas de colores está demostrando que es capaz de sobrevivir a sus predadores a pesar de tan fantasioso plumaje —ya que este constituye una desventaja, una dificultad añadida—. Por consiguiente, la pava de esa misma especie sabe que el individuo que despliega tan enorme cola ha de poseer una gran fortaleza física, dado que de lo contrario no habría logrado sobrevivir con tan asombroso apéndice.

Entre los seres humanos existe también lo que los economistas llaman las señales costosas, esto es, un conjunto de maneras de mostrar que uno posee algo de valor. Fue el sociólogo Thorstein Veblen quien observó por primera vez, en el año 1899, el fenómeno del consumo ostentoso: si uno quiere probar que tiene una gran cantidad de dinero lo que ha de hacer es gastarlo a manos llenas, es decir, utilizarlo de un modo absurdo y descabellado, dado que únicamente las personas ricas pueden permitirse ese lujo. Pero es preciso derrocharlo también de manera llamativa, para que los demás lo vean y se admiren. El dispendio es una señal costosa que indica la hondura del pozo de caudales de que uno dispone. Las desventajas, las señales costosas, el contacto visual intenso y los gestos retóricos son elementos encaminados

en todos los casos a probar que algo que parece sencillo y natural encierra en realidad un hondo significado.

Eso es también lo que sucede con las abstracciones: las empleamos para que actúen a modo de una versión abreviada de un conjunto de informaciones que, pese a haber sido asimiladas durante el proceso conducente al uso de las abstracciones, no se encuentran ya presentes en el momento de recurrir a ellas. Esas abstracciones tienen calado. Nos encantan. Sin embargo, otras abstracciones carecen de esa hondura. Son superficiales, y se emplean simplemente para impresionar a los demás. No nos sirven de ayuda. Y en realidad las detestamos.

La vida intelectual tiene mucho que ver con la capacidad de distinguir entre las abstracciones superficiales y las dotadas de profundidad. Es preciso saber si el agua a la que vamos a lanzarnos de cabeza tiene o no un cierto calado.

LAS DIMENSIONES TEMPERAMENTALES

HELEN FISHER
Investigadora del Departamento de Antropología de la Universidad Rutgers; autora de Why Him? Why Her?: How to Find and Keep Lasting Love

«Soy vasto, contengo multitudes», nos ha dejado escrito Walt Whitman. Jamás he encontrado dos personas que fuesen iguales. Tengo una hermana gemela que es idéntica a mí, e incluso entre nosotras hay diferencias. Cada individuo tiene una personalidad distinta, un conjunto de pensamientos y sentimientos diferentes que dan color a sus acciones. Pero también pueden distinguirse algunos patrones específicos en las distintas personalidades, ya que la gente expresa con ellos diversas formas de pensar y de comportarse que los psicólogos denominan «dimensiones temperamentales». Personalmente, quisiera sugerir que este concepto de las dimensiones del temperamento podría resultar un nuevo elemento práctico de nuestro instrumental cognitivo.

La personalidad se compone de dos tipos de rasgos fundamentalmente diferentes, los relativos al «carácter» y los vinculados con el «temperamento». Los rasgos de

nuestro carácter emanan de las experiencias. Las fuerzas culturales que articulan y fraguan nuestro singular conjunto de rasgos caracterológicos son innumerables: los juegos a que nos entregábamos en la infancia, los intereses y valores en que acostumbraban a centrarse los miembros de nuestra familia, la forma en que las personas de nuestra comunidad vienen a expresar el amor y el odio, lo que nuestros parientes y amigos consideran cortés o peligroso, las formas de culto religioso que practican las personas que nos rodean, las canciones que estas entonan, las circunstancias que les hacen reír, las maneras que tienen de ganarse la vida y de relajarse... El equilibrio de nuestra personalidad viene dado por nuestro temperamento, esto es, por la totalidad de las tendencias de base biológica que contribuyen a la coherencia de las pautas de nuestra vida emocional, de nuestro pensamiento y de nuestra conducta. Por emplear las palabras del filósofo español José Ortega y Gasset: «Yo soy yo y mis circunstancias». El temperamento es el «Yo soy», la raíz y fundamento de lo que uno es.

Entre un cuarenta y un sesenta por ciento de las variaciones de personalidad observadas se deben a uno o más rasgos del temperamento. Esas características temperamentales son heredables, se muestran relativamente estables a lo largo del período vital de la

persona, y se hallan vinculadas tanto a una serie de secuencias genéticas concretas como a un conjunto de sistemas hormonales o de neurotransmisores específicos. Es más, los rasgos de nuestro temperamento se agrupan en constelaciones, y cada uno de esos agregados se encuentra asociado a su vez con uno de los cuatro sistemas cerebrales interrelacionados, aunque distintos, que poseemos: los sistemas vinculados con la dopamina, la serotonina, la testosterona y el binomio formado por los estrógenos y la oxitocina. Cada una de esas constelaciones de rasgos del temperamento constituye justamente una dimensión temperamental distinta.

Por ejemplo, los alelos específicos del sistema dopaminérgico suelen considerarse asociados con la conducta exploratoria, con el entusiasmo, con la búsqueda de aventuras y con su vivencia, con la vulnerabilidad frente al aburrimiento y con la ausencia de inhibiciones. Se ha observado que el entusiasmo guarda relación con determinadas variaciones del sistema dopaminérgico, y lo mismo puede decirse de la falta de actividad introspectiva, del incremento de la energía y de la motivación, de la indagación intelectual y de la exploración física, de la flexibilidad cognitiva, de la curiosidad, de la capacidad para generar ideas y de la creatividad en general, tanto verbal como no lingüística.

La secuencia de rasgos temperamentales que se asocia por lo común con el sistema de la serotonina incluye, entre otras, características como la sociabilidad, la presencia de unos niveles más bajos de ansiedad, la obtención de una puntuación más elevada en las escalas de medición de la extroversión y unos registros más bajos en la escala de valoración relacionada con la «carencia de amigos íntimos». También se relaciona a la serotonina con la existencia de un estado de ánimo positivo, así como con un incremento de la tendencia a la religiosidad, al conformismo, al orden, a la escrupulosidad, al pensamiento práctico, al autocontrol, a la capacidad de prestar atención de manera prolongada, a un bajo nivel de los impulsos de búsqueda de novedades y a la creatividad de carácter figurativo y numérico.

El incremento de la atención a los detalles, la capacidad de concentrarse intensamente en una determinada actividad y la rigurosa circunscripción de los intereses personales son algunos de los rasgos vinculados con la expresión androgénica de la testosterona prenatal. Sin embargo, la actividad de la testosterona también se asocia, por regla general, con la contención emocional, la exposición a experiencias de rapto emocional (fundamentalmente de cólera), la dominancia social y la agresividad, así como con una menor sensibilidad social y

una mayor agudeza intelectual en los ámbitos espacial y matemático.

Por último, la constelación de rasgos asociados con los estrógenos y el sistema de la oxitocina incluye, entre otros, los siguientes elementos: una notable fluidez verbal así como otras formas de competencia lingüística, una buena capacidad para la empatía, un comportamiento cariñoso y cálidamente protector, un impulso tendente al establecimiento de lazos sociales y a la expresión de otras cualidades prosociales, un pensamiento de carácter contextual, una gran imaginación y una notable flexibilidad mental.

Cada uno de nosotros viene a ser una combinación de estas cuatro grandes dimensiones temperamentales. Sin embargo, todos tenemos una personalidad diferente. Como es obvio, las personas somos maleables, pero no puede decirse que constituyamos una pizarra en blanco en la que el entorno escribe una personalidad específica. Un niño que se muestre curioso por naturaleza tenderá a conservar su propensión a la curiosidad, pese a que todo aquello que pueda intrigarle cambie con la edad. Las personas obstinadas no dejan de serlo fácilmente, la gente que ama el orden conserva su carácter puntilloso con el paso de los años y los hombres y las mujeres de carácter agradable suelen seguir comportándose amablemente con

el transcurso del tiempo.

Tenemos la capacidad de actuar «contrariando nuestro verdadero carácter», pero se trata de una actividad extenuante. La determinación biológica hace que la gente tienda a pensar y a actuar en función de una serie de pautas muy concretas —que una vez más se corresponden con las dimensiones temperamentales—. Ahora bien, ¿por qué razón afirmo que podría resultar útil incorporar este concepto de las dimensiones temperamentales al equipamiento cognitivo de los seres humanos? Pues por la sencilla razón de que somos seres sociales, de modo que una comprensión más honda de las características que definen nuestra forma de ser (y la de los demás) puede convertirse en un valioso instrumento si queremos entender a nuestros semejantes, o si pretendemos agradarles, halagarles, reñirles, recompensarles o amarles —ya se trate de nuestros amigos, de nuestros parientes o de los líderes del mundo —. Es un conocimiento con claras vertientes prácticas.

Pensemos por ejemplo en las actitudes necesarias para conseguir un contrato. Es poco probable que aquellas personas que expresen un cuadro de comportamiento basado en la dimensión temperamental que tiende a hacernos buscar constantes novedades sobresalgan en un empleo que exija atenerse a una rutina y a unos esquemas

de trabajo notablemente rígidos. Tampoco es probable que los sujetos dotados de un bagaje biológico que les induzca a mostrarse cautos vayan a sentirse a gusto en un puesto en el que la presencia del riesgo sea elevada. Los tipos de carácter decidido, talante duro y elevados niveles de testosterona no son los más adecuados para trabajar con personas incapaces de ir al grano y de tomar decisiones rápidas. Y es poco probable que los individuos en quienes predomine la dimensión temperamental definida por la presencia de unos elevados niveles de estrógenos y que tiendan por ello a compadecerse de los demás y a prodigarles cuidados protectores logren descollar en ocupaciones que les exijan un comportamiento inflexible.

Podría resultar conveniente que los gerentes de las empresas constituyeran sus equipos directivos con personas pertenecientes a los cuatro tipos aquí definidos. Las facultades universitarias podrían asignar a los alumnos de primer año unos compañeros de habitación de temperamento similar, en lugar de emparejarlos en función de la semejanza de sus respectivos entornos socioculturales. Es posible que tanto los equipos empresariales como los grupos deportivos, las formaciones políticas y las asociaciones de profesores y estudiantes lograran operar de un modo más eficaz de

cualquiera de estas dos maneras: o bien mostrando una «mentalidad» más afín, o bien incluyendo en sus filas una mayor diversidad de competencias cognitivas. Y desde luego, no hay duda de que ateniéndonos a la dimensiones temperamentales nos comunicaríamos de una manera más efectiva con nuestros hijos, nuestros amantes, nuestros colegas y nuestros amigos. No somos marionetas en la cuerda del ADN. Es frecuente, por ejemplo, que las personas biológicamente propensas al alcoholismo dejen la bebida. Y cuanto más alcancemos a comprender nuestra biología, más apreciaremos la forma en que la cultura moldea esa base fisiológica.

EL CONTINUO PERSONALIDAD / DEMENCIA

GEOFFREY MILLER
Psicólogo evolutivo de la Universidad de Nuevo México; autor de Spent: Sex, Evolution, and Consumer Behavior

Nos encanta trazar líneas divisorias claras entre el comportamiento normal y el anormal. Siempre resulta tranquilizador, al menos para las personas que se consideran normales. Pero no obedece a ninguna definición precisa. Tanto la psicología como la psiquiatría o la genética de la conducta coinciden últimamente en sus conclusiones y tienden a mostrar que no existen líneas de separación obvias entre lo que podría considerarse una «variación normal» de los rasgos fundamentales de la personalidad humana y las enfermedades mentales «anormales». La forma en que tendemos a concebir instintivamente la demencia —es decir, nuestra psiquiatría intuitiva— está profundamente equivocada.

Para comprender la locura hemos de entender primero la personalidad. En la actualidad, los científicos concuerdan en afirmar que hay cinco grandes rasgos que

describen adecuadamente las variaciones relacionadas con los rasgos de la personalidad. Estos «cinco grandes» rasgos de la personalidad son: la apertura, los escrúpulos de conciencia, la extroversión, la complacencia y la estabilidad emocional. Por regla general, los «cinco grandes» se distribuyen formando una campana de Gauss y, además de mostrarse estadísticamente independientes unos de otros, son genéticamente heredables, se mantienen estables a lo largo de la vida, son factores que se evalúan de forma consciente al elegir pareja o aceptar nuevos amigos, y también se hallan presentes en otras especies, como es el caso de los chimpancés. Los mencionados rasgos permiten predecir una amplia gama de comportamientos, tanto en el colegio como en el trabajo, en la actuación parental, en la propensión a la delincuencia, en la economía o en la política.

Es frecuente observar que los desórdenes mentales se hallan asociados con otros tantos casos de inadaptación extrema de los cinco grandes rasgos de la personalidad. Un exceso de escrúpulos de conciencia permite prever la eventual aparición de un desorden obsesivo compulsivo, mientras que la existencia de unos niveles demasiado bajos de ese mismo tipo de escrúpulos hacen pensar en una posible adicción a las drogas o en el surgimiento de otros desórdenes relacionados con el «control de los

impulsos». Una baja estabilidad emocional ha de llevarnos a anticipar la aparición de estados de depresión o de ansiedad, junto con otras clases de alteraciones, como las de índole afectiva bipolar,* los trastornos límite de la personalidad o los desórdenes histriónicos. Un bajo índice de extroversión favorece el llamado desorden de personalidad por evitación o del trastorno esquizoide de la personalidad. Un bajo nivel de complacencia puede dar lugar a trastornos antisociales como el de la psicopatía y el denominado desorden paranoide de la personalidad. Un elevado grado de apertura podría derivar, a la manera de un *continuum*, en una esquizotipia y una esquizofrenia. Los estudios realizados en gemelos muestran que estos vínculos entre los rasgos de la personalidad y las enfermedades mentales no solo existen en el plano del comportamiento sino también en el nivel genético. Y de hecho, los padres que manifiestan características un tanto extremas en relación con alguno de los rasgos de personalidad descritos tienen muchas más probabilidades que la media de tener un hijo que padezca la enfermedad mental asociada con la exageración de dicho rasgo.

Una de las conclusiones que se pueden derivar implícitamente de lo anterior es que, muy a menudo, los «locos» simplemente muestran una personalidad con unas características que son solo un tanto más extremas de lo

que habitualmente acostumbra a promover el éxito o a considerarse satisfactorio en las sociedades modernas —o una serie de conductas solo levemente más extremas de lo que solemos encontrar cómodo—. Otra de las implicaciones posibles, aunque menos grata en este caso, es la de que, hasta cierto punto, todos estamos un poco locos. Todos los seres humanos actuales dan pruebas de padecer un gran número de desórdenes mentales. En la mayoría de los casos se trata de trastornos menores, pero en otros la alteración es considerable. Y entre dichas alteraciones no solo cabe incluir los clásicos desórdenes psiquiátricos como la depresión y la esquizofrenia, sino también distintas formas de estupidez, de irracionalidad, de inmoralidad, de impulsividad y de enajenación. Como ya se reconoce en el nuevo campo de la psicología positiva, lo cierto es que todos nos hallamos muy lejos de una óptima salud mental, dado que en muchos sentidos todos estamos más o menos locos. No obstante, tanto la psiquiatría tradicional como la intuición humana se resisten a afirmar que un determinado comportamiento pueda constituir un desorden si su prevalencia social se revela superior al diez por ciento de la población.

El continuo que media entre la personalidad y la locura es un elemento importante en la política y en la atención sanitarias que se ofrecen en el ámbito de la salud

mental. Las distintas formas de revisar la quinta edición de la obra de referencia fundamental en el campo de la psiquiatría, titulada *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5) —que deberá ver la luz en el año 2013—, provoca actualmente agrios debates todavía irresueltos. Uno de los problemas radica en el hecho de que el sistema de la seguridad sanitaria estadounidense exige la emisión de un diagnóstico específico de que se padece una enfermedad mental antes de acceder a cubrir el coste de la medicación y las terapias psiquiátricas a los pacientes afiliados al mismo. Por otra parte, la Agencia de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos únicamente aprueba la administración de una medicación de carácter psiquiátrico en el caso de las enfermedades mentales genuinamente comprobadas. Estas cuestiones vinculadas tanto con los seguros como con la aprobación de la administración de fármacos presionan a los facultativos a ofrecer una definición de las distintas enfermedades mentales que resulta, en último término, artificial y extrema, además de mutuamente excluyente y fundada en un listado de síntomas excesivamente simplista. Por otra parte, los aseguradores también quieren ahorrar dinero, de modo que la presión que ejercen va encaminada en otra dirección, la de conseguir que algunas de las variantes comunes de la personalidad

—como la timidez, la propensión a la pereza, la irritabilidad y el conservadurismo— no sean clasificadas como enfermedades susceptibles de generar un tratamiento incluido en las pólizas de sus entidades. Sin embargo, lo cierto es que la ciencia no encaja en la cuadrícula de imperativos que dibuja el sistema de las compañías aseguradoras. Queda por ver si la redacción de la próxima edición del DSM-5 se realiza con la intención de adecuarse a las necesidades de las empresas de seguros de los Estados Unidos y los funcionarios de la Agencia de Alimentos y Medicamentos de ese país o con el objetivo de lograr una mayor precisión científica en el ámbito internacional.

Los psicólogos han mostrado que, en muchos ámbitos, nuestras intuiciones instintivas se revelan falibles, pese a que muy a menudo cumplen una función adaptativa. La física del sentido común —esto es, el conjunto de conceptos ordinarios de tiempo, espacio, gravedad y cantidad de movimiento— no puede conciliarse con la teoría de la relatividad, la mecánica cuántica o la cosmología. Nuestra biología intuitiva o, dicho de otro modo, la serie de ideas relacionadas con la esencia de las especies y las funciones teleológicas, no alcanza a compaginarse con las teorías de la evolución, la genética poblacional o el adaptacionismo. Nuestra ética

intuitiva, que tiende al autoengaño, al nepotismo, a las conductas excluyentes, antropocéntricas y punitivas, no se corresponde con ningún conjunto coherente de valores morales, ya sean estos de raíz aristotélica, kantiana o utilitarista. Y según parece, la psiquiatría intuitiva que manejamos adolece de límites similares. Y cuanto antes adquiramos una clara conciencia de esos límites, tanto mejor lograremos ayudar a las personas que padecen alguna grave dolencia mental y tanto más humildes nos mostraremos en relación con nuestra propia salud psicológica.

ARISE

JOEL GOLD
Psiquiatra; profesor clínico auxiliar de Psiquiatría del Centro Médico Langone de la Universidad de Nueva York

ARISE (siglas inglesas de *Adaptive Regression In the Service of the Ego* [Regresión Adaptativa en la Utilización del Ego]) es un concepto psicoanalítico cuya entidad académica se reconoce desde hace décadas pero que en la actualidad no goza de excesivo predicamento. Es una de las funciones del ego, una entidad psicológica que, según quien nos informe, puede realizar un simple puñado de misiones o cumplir varias decenas de cometidos. Entre todas esas funciones cabe incluir las de la comprobación de las características de la realidad, la regulación de los estímulos, las tareas defensivas y la integración sintética de la personalidad. En definitiva, y para simplificar, podemos equiparar el ego con el yo (aunque las siglas ARISS, del inglés *Adaptive Regression In the Service of the Self* [Regresión Adaptativa en la Utilización del Yo] no sean precisamente fáciles de pronunciar).

En la mayoría de los terrenos, incluyendo el de la

psiquiatría, no se considera que la regresión sea una buena cosa. La regresión implica el retorno a un estado anterior o inferior del ser y su funcionalidad. Sin embargo, en este caso la clave no reside en la regresión, sino más bien en si dicha regresión es producto de una inadaptación o de una adaptación.

Son muy numerosas las experiencias vitales que no pueden materializarse sin una regresión adaptativa: la creación y la apreciación de una obra artística —sea en los terrenos de la música, la literatura o la gastronomía—; la capacidad de coger el sueño; la realización sexual; el enamoramiento; y, por supuesto, la capacidad de efectuar asociaciones libres y de tolerar las terapias propias del psicoanálisis o las técnicas psicodinámicas sin experimentar un empeoramiento de los síntomas. Quizás el elemento más importante de la regresión adaptativa sea la capacidad para fantasear, esto es, para soñar despiertos. La persona que logra acceder a sus procesos inconscientes y explotarlos sin quedar empantanada por lo que observa en ellos, podrá intentar posteriormente nuevos enfoques, o tendrá la posibilidad de ver las cosas de un modo inédito y conseguir dominar tal vez sus anhelos.

En pocas palabras: dicha persona logrará relajarse.

Fue la Regresión Adaptativa en la Utilización del

Ego lo que permitió que Friedrich August Kekulé se valiera de una ensoñación consciente en la que le vino a la mente la imagen de una serpiente que se mordía la cola para hallar la inspiración para concebir la estructura del anillo bencénico. Fue también esa misma regresión la que colocó a Richard Feynman en situación de poder dilucidar con toda sencillez y crudeza —echando simplemente un anillo circular en un vaso de agua congelada— que, al enfriarse, el anillo pierde flexibilidad y que eso mismo explicaba los motivos que habían conducido al transbordador espacial *Challenger* al desastre. A veces es necesario ser un genio para comprender que un experimento científico de primaria es todo cuanto se precisa para resolver un determinado problema.

Por expresar una vez más la idea en pocas palabras: hay que ponerse en marcha.

En ocasiones, es preciso retroceder para poder avanzar. A veces todo cuanto hay que hacer es abandonarse y ARISE.*

http://educaciondemillonarios.blogspot.com

EL EQUILIBRIO SISTÉMICO

MATTHEW RITCHIE
Artista

La segunda ley de la termodinámica, a la que en ocasiones se da el nombre de «flecha del tiempo» y que suele asociarse popularmente con la entropía (y por asociación, a su vez, con la muerte), es la abstracción taquigráfica peor comprendida en las sociedades humanas actuales. Es preciso poner remedio a esta situación.

La segunda ley de la termodinámica sostiene que, a lo largo del tiempo, un sistema cerrado se hará cada vez más homogéneo, hasta alcanzar finalmente el punto de equilibrio sistémico. No se trata de determinar si un sistema dado llegará o no a dicho punto de equilibrio, la cuestión es averiguar cuándo logrará instaurarse dicho nivel de equilibrio en el sistema.

Dado que vivimos en un mismo planeta, todo cuanto puebla la Tierra participa de un único y singular sistema físico que avanza en una sola dirección: aquella que le encamina al equilibrio sistémico. Las consecuencias lógicas de este estado de cosas resultan evidentes. Nuestros sistemas medioambientales, industriales y

políticos (incluso nuestros sistemas intelectuales y teológicos) tenderán a presentar un aspecto tanto más homogéneo cuanto más tiempo transcurra. Se trata de una circunstancia que de hecho ya ha comenzado a constatarse. Los recursos físicos de que dispone cada uno de los habitantes de la Tierra —incluyendo entre dichos recursos el aire, los alimentos y el agua— empiezan a verse significativamente degradados por los elevados índices de combustión lineal que genera la industrialización. Y en el caso de los recursos intelectuales que se hallan al alcance de todos y cada uno de los pobladores del planeta lo que sucede es justamente lo contrario, puesto que ya es posible constatar que esos recursos se han incrementado debido a las elevadas tasas de distribución de la información a que ha dado lugar el fenómeno de la globalización.

Las sociedades humanas se asemejan hoy unas a otras mucho más que antes (¿hay alguien que sienta añoranza, por ejemplo, de los antiguos cultos dinásticos?). Por tanto, es extremadamente tentador imaginar que una democracia moderna, basada en un sistema de igualdad de derechos y oportunidades, representaría la situación de equilibrio. Sin embargo, si tenemos en cuenta la huella energética que estamos dejando en el planeta, parece improbable que esa sea la realidad. Lo más probable, por

el contrario, es que si se consume demasiado rápidamente la energía total del sistema, las democracias modernas se verán en un grave aprieto cuando el sistema se desplome para alcanzar su punto de equilibrio más bajo, haciéndolo además más rápido de lo que requiere una evolución de carácter socialmente equitativo.

La única oportunidad auténtica que se nos ofrece pasa por valernos de la certeza de que el sistema tiende siempre a incrementar su equilibrio al objeto de construir sobre esa base un modelo que permita evolucionar hacia un futuro equitativo y sostenible. La distribución generalizada del conocimiento y el acceso a la información a través de la Red informática mundial es el logro más señalado de nuestra civilización. Es muy probable que las sociedades llamadas a sobrevivir en el futuro sean aquellas que se revelen capaces de adoptar un modelo de carácter innovador, predictivo y adaptativo, un modelo concebido en torno a una redistribución constante y significativa de los recursos globales.

Ahora bien, dado que tanto desde el punto de vista biológico como desde la perspectiva social estamos programados para eludir todo debate relacionado con la entropía (es decir, con la muerte), lo que ocurre en realidad es que evitamos deliberadamente el tema de la introducción de cambios sistémicos en nuestra forma de

vida, ya entendamos dicha vida desde el ángulo social o desde nuestra óptica como individuos. Pensamos que se trata de una cuestión extremadamente aburrida. En lugar de examinar los verdaderos problemas, nos abonamos al consumo de las apocalípticas fantasías que se nos ofrecen a modo de «entretenimiento» y ridiculizamos a nuestros líderes por su impotencia. Es realmente necesario poner fin a esta situación.

Por desgracia, la simple idea de encarar este concepto básico se nos hace tremendamente cuesta arriba en nuestros días. En las fases anteriores de la sociedad, esto es, en las presididas por un movimiento expansionista, eran varios los motores metafóricos —como «progreso» y «destino»— que permitían que la figurada flecha del tiempo sustituyera a la anterior idea de una temporalidad cíclica (idea cuya noción de eterno retorno tendía a triturar los ánimos, no tengo inconveniente en admitirlo). De este modo se toleraban, e incluso se venían a respaldar, las posiciones intelectuales en que se apoyaban la experimentación científica y la causalidad —al menos mientras dichas actitudes intelectuales contribuyeran a conservar el ímpetu de la flecha cultural—. Sin embargo, al convertirse el mundo en un lugar notablemente más poblado y puesto en cuestión se han empezado a apreciar con mayor claridad los límites

de los proyectos relacionados con el poderío de la naciones y con el control del consumo. No solo se ha propiciado así el resurgir de diversas vetas de populismo, radicalismo y pensamiento mágico, sino que dichas tendencias han terminado convirtiéndose en posturas atractivas para las masas debido, precisamente, a que rechazan un gran número de concepciones racionales. Sin embargo, lo más significativo es quizá que se refuten igualmente varias leyes físicas indiscutibles.

Resultan obvios los efectos prácticos de esta negativa de la relación entre la economía global y el debate sobre el cambio climático (por poner solo un ejemplo). Los defensores del modelo sostenible proponen que el crecimiento se mantenga de manera ininterrumpida, limitándose a propugnar que se trate de un crecimiento «positivo» (es decir, verde), mientras que sus detractores proponen que se continúe con el actual crecimiento «negativo» (marrón). Uno y otro bando se interesan más en respaldar a los ganadores y a los perdedores de un futuro entorno económico basado en la prolongación de los sistemas actuales que en aceptar la inevitabilidad física del creciente equilibrio sistémico, sea cual sea el escenario que finalmente se imponga.

Como es obvio, en cualquier sistema resulta posible enmascarar temporalmente la entropía. Las partículas o

las sociedades más calientes (o sólidas) pueden «robar» durante un tiempo la energía almacenada por las partículas o las sociedades más frías (o débiles). Sin embargo, al final, la velocidad a la que se quema y se redistribuye la energía total seguirá determinando la rapidez con la que el sistema planetario se vea abocado a alcanzar su auténtico equilibrio sistémico. El hecho de que optemos por ampliar el período vital de nuestro «calor» local por medio de una guerra o de que prefiramos mejorar el aislamiento térmico de nuestras ventanas es solo una cuestión política. No obstante, y por mucho que sepamos que resulta imposible ganar a la banca, lo cierto es que merece la pena intentarlo, ¿no les parece?

EL PENSAMIENTO PROYECTIVO

LINDA STONE
Asesora del sector industrial de la alta tecnología; ex directivo de las compañías Apple Computer y Microsoft Corporation

Antes de que Barbara McClintock ganara el Premio Nobel de Fisiología o Medicina de 1983 por el descubrimiento de los denominados «genes saltarines», la comunidad científica la ignoró y ridiculizó durante treinta y dos años. En el período en que estuvo sometida a un trato hostil por parte de sus colegas, McClintock decidió no sacar a la luz una sola publicación, optando así por eludir el rechazo de la mencionada comunidad científica. Stanley Prusiner también tuvo que hacer frente al significativo conjunto de críticas de sus iguales hasta ver confirmada su teoría de los priones. Como ya ocurrió en el caso de McClintock, Prusiner acabó obteniendo el Premio Nobel en el año 1997.

Barry Marshall se atrevió a cuestionar el «hecho» médico de que las úlceras de estómago estaban causadas por el ácido gástrico y las situaciones de estrés, presentando pruebas de que la verdadera razón de la dolencia se debía a una infección bacteriana provocada

por la *Helicobacter pylori*. En una entrevista realizada en el año 1998, Marshall señaló que, antes de conseguir demostrar su planteamiento, «tenía a todo el mundo en contra».

La cuestión es que mientras estos «pensadores proyectivos» persistían en sus investigaciones, los progresos médicos sufrían necesariamente un retraso, ya que el vacío formado a su alrededor les obligaba a trabajar de forma más lenta y más solitaria.

El «pensamiento proyectivo» es una expresión acuñada por Edward de Bono para describir una forma de pensar de carácter más generativo que reactivo. McClintock, Prusiner y Marshall son, por tanto, un ejemplo de pensamiento proyectivo, puesto que dejaron temporalmente a un lado la desconfianza en las anomalías que suele reinar en los planteamientos científicos aceptados en cada época.

Los individuos provistos tanto de una notable inteligencia como del don de la elocuencia tienen la posibilidad de exponer y defender de la manera más convincente prácticamente cualquier punto de vista. Esta utilización crítica y reactiva de las facultades intelectuales reduce nuestro campo de visión. En cambio, el pensamiento proyectivo posee un carácter expansivo, «abierto» y especulativo, circunstancia que exige a su vez

que el pensador se convierta en el creador del contexto, de los conceptos y de los objetivos.

Los veinte años de investigaciones que McClintock decidió dedicar al estudio del maíz generaron un contexto que ofrecía la posibilidad de especular. Gracias a sus amplios conocimientos y a sus agudas dotes de observación, McClintock logró deducir el significado de los cambios de coloración que presentan las semillas de esta planta. Esto le indujo a proponer el concepto de la regulación genética —un concepto que desafiaba la teoría del genoma entendida como un conjunto de instrucciones estáticas que se transmitían de generación en generación —. Los primeros trabajos que dio a conocer McClintock en el año 1950 —fruto de su pensamiento proyectivo, de una vasta investigación y de una gran dosis de tenacidad — no fueron entendidos ni aceptados sino varias décadas después.

Todo cuanto conocemos, nuestras más sólidas creencias, y en algunos casos incluso aquello que consideramos «objetivo», crea la lente a través de la cual contemplamos y experimentamos el mundo, de modo que constituye en realidad una constelación de factores que contribuye a imprimir a nuestros razonamientos una orientación crítica y reactiva. Esto puede resultar muy útil. El fuego quema, y si lo tocamos nos abrasa. Pero

también puede poner en peligro nuestra capacidad para observar y pensar de un modo expansivo y generativo.

Si nos aferramos rígidamente a nuestros constructos, como hicieron en su momento los colegas de McClintock, podemos condenarnos a no ver aquello que tenemos justo delante de los ojos. ¿Alcanzaremos a respaldar un rigor científico que acepte entre sus métodos el pensamiento generativo y la suspensión temporal de la incredulidad? En ocasiones la ciencia ficción se transforma de hecho en un auténtico proceso de descubrimiento científico.

ANOMALÍAS Y PARADIGMAS

VILAYANUR S. RAMACHANDRAN
Neurocientífico; director del Centro para el Estudio del Cerebro y la Cognición de la Universidad de California, San Diego; autor de Lo que el cerebro nos dice: los misterios de la mente humana al descubierto y Fantasmas en el cerebro

¿Es preciso el lenguaje para elaborar un pensamiento refinado o podemos concluir que las palabras no son más que elementos que facilitan la reflexión? El origen de esta pregunta se remonta a un debate surgido entre dos científicos victorianos: Max Mueller y Francis Galton.

Un término que ha logrado pasar a formar parte del acervo lingüístico común a la ciencia y a la cultura popular es el de «paradigma», una voz acuñada por el historiador de la ciencia Thomas Kuhn —y lo mismo puede decirse de la noción opuesta («anomalía»)—. En la actualidad se usa y abusa ampliamente de la noción de «paradigma» tanto en el ámbito de la ciencia como en el de otras disciplinas no científicas, hasta el punto de que el sentido original de la palabra está empezando poco menos que a diluirse. Es algo que ocurre frecuentemente con los «memes» de la lengua y la cultura humanas, ya que no disfrutan de un tipo de transmisión tan reglamentado y

específico como el de los genes. En la actualidad se observa muy a menudo que la palabra «paradigma» se utiliza de forma inapropiada, sobre todo en los Estados Unidos, dado que se señala con ella a todo procedimiento experimental —como, por ejemplo, el «paradigma de Stroop», el «paradigma del tiempo de reacción» o el «paradigma de la imagen por resonancia magnética funcional».*

No obstante, el uso inadecuado de este concepto ha acabado configurando nuestra cultura de un modo notablemente significativo, llegando a influir en el modo en que los científicos piensan y trabajan. Una palabra que todavía muestra una predominancia más intensa en nuestra cultura es «escepticismo». Este vocablo debe su origen a la denominación de una escuela de filosofía griega. Se trata de una voz que se emplea con una frecuencia y una vaguedad superiores incluso a la impropiedad con que se recurre a términos como «anomalía» y «cambio de paradigma».

De este modo, puede hablarse de paradigmas dominantes —en el campo de lo que Kuhn denominaba «ciencia normal» y que yo prefiero llamar, con marcada dosis de cinismo, el «club de la mutua admiración atrapado en el callejón sin salida de la especialización»—. Dicho club cuenta, por lo general,

con uno o más popes, una jerarquizada curia de especialistas, una cohorte de acólitos y un conjunto de supuestos orientativos y normas aceptadas que se guardan celosamente con un fervor poco menos que religioso. De hecho, los integrantes de ese club también se financian unos a otros, se revisan mutuamente los artículos, ponen buen cuidado en controlar recíprocamente las becas que consiguen y se conceden premios de manera endogámica.

No puede decirse que todo esto resulte completamente inútil, ya que es la «ciencia normal» la que crece por acreción paulatina, valiéndose antes de los albañiles de la ciencia que de sus más altos artífices. Si una nueva observación experimental —por ejemplo, la transformación bacteriana, o el hecho de que las úlceras gástricas puedan curarse con antibióticos— amenaza con derribar el edificio, se endosa al fenómeno el nombre de anomalía, y la reacción más característica de quienes practican la ciencia normal consiste o bien en ignorar esa desviación, o bien en ocultarla bajo la alfombra —una forma de negación psicológica asombrosamente habitual entre mis colegas.

Pero no estamos aquí ante una reacción malsana, puesto que en la mayoría de los casos las anomalías acaban resultando otras tantas falsas alarmas. La probabilidad basal de que dichas amenazas logren

perdurar y convertirse en verdaderas anomalías es muy pequeña, y hay personas que han tirado por la borda su carrera profesional tratando de demostrar su realidad (piénsese por ejemplo en el agua polimerizada y en la fusión fría). Sin embargo, incluso esas falsas anomalías contribuyen a concretar un resultado útil, puesto que despiertan de su letargo a los científicos al cuestionar los axiomas fundamentales que gobiernan el particular feudo científico en el que se desenvuelvan. Dado que los seres humanos somos gregarios por naturaleza, la ciencia conformista tiende a resultar muy confortable, y en este sentido las anomalías obligan a los científicos a realizar periódicamente una comprobación del estado de cosas del mundo, por mucho que la anomalía pueda terminar revelándose improductiva.

Mayor importancia revisten, no obstante, las anomalías que surgen de cuando en cuando y que vienen a poner legítimamente en cuestión el *statu quo* científico, forzando a la comunidad investigadora a cambiar de paradigma y dando pie a una revolución científica. Y a la inversa: el hecho de enrocarse en un prematuro escepticismo ante la aparición de las anomalías puede determinar que la ciencia acabe por estancarse. Es preciso desconfiar de las anomalías, pero si queremos que la ciencia progrese, también el *statu quo* ha de mirarse

con recelo.

Personalmente, percibo una cierta analogía entre el proceso en el que se halla inmersa la ciencia y el de la evolución por selección natural. Y se debe a que también la evolución se caracteriza por la ocurrencia de períodos de estasis (equivalentes a los de la ciencia normal), salpicados por breves lapsos de tiempo marcados por la presencia de una o más transformaciones aceleradas (lo que se asemejaría a un cambio de paradigma) como consecuencia del surgimiento de mutaciones (o anomalías). Muchas de esas mutaciones terminan revelándose letales (como las falsas teorías), pero otras desembocan en la aparición de nuevas especies y ramas filogenéticas (una vez más, similares a los cambios de paradigma).

Dado que la mayor parte de las anomalías son otras tantas falsas alarmas —como ocurre, por ejemplo, con la presunta capacidad de doblar cucharas mediante el uso de la energía mental, con la telepatía o con la homeopatía—, uno puede pasarse la vida entera tratando de desacreditarlas. Por consiguiente, la pregunta es la siguiente: ¿cómo decidir a qué anomalías conviene dedicar nuestra atención y cuáles han de pasarse por alto? Como es obvio, esto puede hacerse por medio del método de prueba y error, pero este sistema puede resultar tedioso

y requerir mucho tiempo.

Fijémonos en cuatro ejemplos bien conocidos: a) el de la deriva continental, b) el de la transformación bacteriana, c) el de la fusión fría, y d) el de la telepatía. En el momento de darse a conocer, todos estos casos constituían anomalías, dado que no encajaban en la imagen general de la ciencia de la época. Como señaló Alfred Lothar Wegener, la gente tenía delante de las narices la prueba de que la masa de tierra formada por un gigantesco supercontinente original se había fragmentado, partiendo después a la deriva sus distintos trozos. Y así era, efectivamente, dado que los litorales de los diferentes continentes coinciden de modo casi perfecto, que algunos de los fósiles hallados en la costa oriental del Brasil son exactamente iguales a los que pueden encontrarse en la orilla occidental de África, etcétera. Y, sin embargo, los escépticos tardaron cincuenta años en aceptar dicha idea.

Sería Fred Griffith quien observó la segunda anomalía, varias décadas antes de que se descubriera el ADN y el código genético. Griffith comprobó que si se procede a inyectar a una rata previamente infectada con un agente no virulento (como el *pneumococcus R*) una particular especie de bacteria patógena (como el *pneumococcus S*), muerta e inactivada mediante un tratamiento térmico determinado, lo que sucede es que la

especie *R* acaba transformándose en la especie *S*, con lo que el roedor muere. Unos quince años más tarde, Oswald Avery descubriría que se puede realizar el mismo experimento en un tubo de ensayo, puesto que la especie *S* muerta acababa transformando a la especie viva *R* en la especie viva *S* con solo cultivar las dos bacterias juntas. Más aún: se trataba de una transformación heredable. Incluso el caldo de cultivo de las bacterias *S* conseguía realizar la transformación, circunstancia que induciría a Avery a sospechar que una determinada sustancia química presente en dicho caldo de cultivo —el ADN— podría ser el vector de la herencia. No tardaron en mostrar su discrepancia varios autores. La verdad es que la afirmación de Avery equivalía a decir: «Si ponemos a un león muerto y a once cerdos vivos en una misma habitación acabaremos teniendo una docena de leones vivos». El descubrimiento sería básicamente ignorado durante años hasta que Watson y Crick descifraron el mecanismo de la transformación.

La tercera anomalía —la de la telepatía— es casi con toda certeza una falsa alarma. Este ejemplo nos permitirá deducir el enunciado de una regla práctica de carácter general. Si las anomalías primera y segunda fueron puestas en cuarentena no fue por falta de pruebas empíricas. Hasta un colegial puede darse perfecta cuenta

de que los litorales de los continentes coinciden unos con otros, y también un chiquillo vería la semejanza de los fósiles. Si se optó por no hacer el menor caso a la primera anomalía fue únicamente debido a que no encajaba en la imagen general de la ciencia —ya que no se adaptaba a la noción de *terra firma*, es decir, a la idea de que la Tierra es una realidad sólida e inamovible—, por no mencionar el hecho de que no se alcanzaba a concebir ningún mecanismo capaz de permitir la susodicha deriva de los continentes —al menos no hasta el descubrimiento de la tectónica de placas—. De la misma manera, la segunda anomalía contaba con reiteradas confirmaciones, pero fue ignorada a pesar de ello debido a que cuestionaba una de las más fundamentales doctrinas de la biología: la de la estabilidad de las especies. Sin embargo, es preciso señalar que el rechazo que estaba a punto de producirse en relación con la tercera anomalía, la de la telepatía, obedecía a dos razones: en primer lugar, al hecho de que tampoco esa supuesta realidad encajara en la imagen de conjunto de la ciencia; y en segundo lugar, a la circunstancia de que resultase muy difícil de reproducir. Esto nos da la clave de la regla práctica que andábamos buscando, y que responde a la pregunta que nos planteábamos al principio (¿cómo decidir a qué anomalías conviene dedicar nuestra atención?): debemos centrarnos

en aquellas anomalías que, además de haber logrado superar una serie de repetidos intentos de descrédito por medios experimentales, se hayan visto rechazadas por las altas esferas del mundo académico en virtud de la sola y *única* razón de que no haya sido posible dar con un mecanismo capaz de explicar el fenómeno aducido. Por el contrario, no debemos perder el tiempo tratando de averiguar el contenido de verdad de aquellas anomalías que no hayan recibido confirmación empírica pese a la existencia de repetidos intentos en tal sentido. O lo que es lo mismo, debemos desentendernos de aquellas anomalías cuyo efecto disminuya cuantos más intentos de reiteración se efectúen —¡esto viene a constituir una especie de bandera roja!

Las propias palabras son paradigmas, o si se prefiere, un tipo de «especies» estables, aunque se revelen capaces de evolucionar poco a poco con la progresiva acumulación de una serie de gradaciones semánticas, o de mutar incluso en algunas ocasiones para dar vocablos completamente nuevos que denotan conceptos igualmente inéditos. Dichos conceptos pueden terminar cuajando y convirtiéndose en piezas sólidas provistas de «asas» (es decir, de nombres) que permiten jugar con las ideas y generar de ese modo nuevas combinaciones. Como neurólogo de la conducta que soy,

me siento inclinado a sugerir que esta cristalización de los vocablos, y su posterior barajado, es un elemento que solo se da entre los seres humanos y que tiene lugar en aquellas zonas del cerebro situadas en el área de confluencia de los lóbulos parietal, temporal y occipital (TPO, según las siglas inglesas de «*temporal-parietal-occipital junction*»). Aunque admito que se trata de una pura especulación.

LA ESTRUCTURA RECURSIVA

DAVID GELERNTER
Informático teórico de la Universidad de Yale; director científico de la empresa Mirror Worlds Technologies; autor de Mirror Worlds

La estructura recursiva es una idea (o una abstracción taquigráfica) sencilla que posee sorprendentes aplicaciones, algunas de las cuales rebasan el ámbito de la ciencia propiamente dicho.

Una estructura es recursiva cuando la forma del todo aparece recurrentemente en la forma de las partes: por ejemplo, un círculo constituido por un conjunto de anillos soldados que evidentemente también son circulares. Cada uno de esos eslabones circulares podría estar formado a su vez por una serie de círculos más pequeños, de modo que, en principio, podríamos tener un espacio ilimitado integrado por círculos hechos con círculos formados a su vez con más círculos, y así sucesivamente.

La idea de las estructuras recursivas vio la luz en la década de 1950, con el advenimiento de la informática, es decir, con el progreso de los programas lógicos. En el campo de los programas lógicos, el mayor problema

consiste en controlar la tendencia de los sistemas de programación a alcanzar una complejidad incomprensible. Las estructuras recursivas contribuyen a convertir una impenetrable jungla lógica en un jardín francés, es decir, en un espacio (potencialmente) inmenso y alambicado pero que, no obstante, resulta mucho más sencillo de atravesar y de comprender que una densa selva tropical.

Como es bien sabido, Benoit Mandelbrot se haría célebre al señalar que, en algunas de sus partes, la naturaleza muestra también una especie de estructura recursiva: por ejemplo, un trozo típico de litoral marítimo revela responder a una misma forma o patrón lineal tanto si lo contemplamos desde una distancia de quince centímetros como si optamos por verlo a dos metros o preferimos divisarlo a diez kilómetros.

No obstante, también es preciso tener en cuenta que la estructura recursiva resulta fundamental para la historia de la arquitectura, especialmente en el caso de los estilos gótico, renacentista y barroco europeos —los cuales abarcan en conjunto, y *grosso modo*, los quinientos años que median entre los siglos XIII y XVIII—. El extraño caso de la «arquitectura recursiva» nos muestra el daño que puede causar la carencia de una idea. Y también nos sugiere que se hace notablemente difícil hablar a través del enorme muro divisorio que separa a la ciencia del

arte. Además, el hecho de que este fenómeno se presente de forma recurrente en el arte y en la naturaleza subraya un importante aspecto de la percepción que tenemos los seres humanos de la belleza.

La reutilización de una forma elemental a distintas escalas es uno de los elementos fundamentales de la arquitectura medieval. Sin embargo, al carecer de la idea (y del término) que hoy vinculamos con las «estructuras recursivas», los historiadores del arte se ven obligados a improvisar toda una serie de descripciones *ad hoc* cada vez que necesitan dar una explicación. A su vez, este batiburrillo de descripciones improvisadas hace que resulte difícil comprender lo difundidas que se encuentran en realidad las estructuras recursivas. Y naturalmente, los historiadores que se centran en el estudio de las obras artísticas posteriores a la época medieval inventan descripciones de su propia cosecha —oscureciendo de este modo la existencia de un fascinante vínculo entre dos mundos estéticos por lo demás ajenos.

Pero será mejor que pongamos un ejemplo: uno de los más importantes aspectos del diseño gótico en su época de madurez es el de las filigranas, es decir, las finas curvas labradas en los parteluces de piedra que dividen el vano de una ventana en un gran número de paneles de menor tamaño. La recursividad es fundamental

en el arte de la tracería.

Dicho arte se inventó en la catedral de Reims en torno al año 1220, y poco después se empleó también en el templo catedralicio de Amiens. (Y es preciso recordar que, junto con Chartres, estas dos espectaculares construcciones, de honda significación, definen el estilo gótico clásico.) Y si abandonamos la contemplación de los característicos diseños de la tracería de Reims para observar los detalles de las vidrieras de Amiens lo primero que constataremos es que la recursividad aumenta. En Reims, el diseño básico es el del arco ojival provisto de un círculo en el espacio que delimitan sus dos ramales, círculo que se sustenta en otros dos arcos de menor tamaño. En Amiens, el plan arquitectónico de base es el mismo, salvo por el hecho de que ahora la ventana aparece en miniatura, a la manera de un motivo recursivo, en el interior de cada uno de los arcos de tamaño decreciente que conforman el todo. Y en el interior de cada uno de esos pequeños arcos de dimensiones menguantes puede verse un círculo de tamaño igualmente decreciente, sostenido a su vez sobre un conjunto de arcos aún menores.

En la gran vidriera oriental de la catedral de Lincoln se da un paso más en el motivo recursivo. Este vasto ventanal está formado por un arco ojival con un círculo en

su interior. El círculo aparece sustentado en dos arcos de menor tamaño —de acuerdo con un esquema muy similar al de Amiens—. En el interior de cada uno de esos pequeños arcos se observa otro círculo que reposa a su vez sobre otros dos arcos aún menores. Y en el interior de cada uno de esos pequeños arcos aparece un nuevo círculo sustentado en arcos de dimensiones todavía más reducidas.

Con todo, no son estas las únicas estructuras recursivas que nos han dejado las obras artísticas realizadas a lo largo de la Edad Media. Jean Bony y Erwin Panofsky eran dos eminentes historiadores del arte del siglo XX. Como es obvio, ambos tomaron nota de la existencia de estas estructuras recursivas, aunque ninguno de ellos alcanzó a comprender la idea en sí. De este modo, en lugar de escribir que las ventanas de la basílica de Saint-Denis muestran una estructura recursiva, Bony dirá que están «compuestas por una serie de formas similares cuyo número de subdivisiones se repite de manera progresiva y creciente, mientras decrece al mismo tiempo su dimensión». Al describir este mismo fenómeno en un edificio diferente, Panofsky optará en cambio por hablar del «principio de la divisibilidad progresiva (o, de su multiplicabilidad, si decidimos adoptar la perspectiva opuesta)». El «principio de la divisibilidad progresiva»

de Panofsky es una forma confusa e indirecta de referirse a la «estructura recursiva».

Louis Grodecki señaló el mismo fenómeno a partir de una capilla que contiene una vitrina expositora cuya forma reproduce los perfiles de la capilla en miniatura, la cual exhibe a su vez, en su interior, una hornacina cuya silueta repite la forma de la capilla con una miniaturización aún mayor. Grodecki nos ha dejado escrito lo siguiente sobre este asunto: «Se trata de un principio habitual en el arte gótico». Sin embargo, no dice en qué consiste dicho principio, y tampoco lo describe en términos generales ni le da un nombre. También William Worringer se percatará de la existencia de una estructura recursiva. Y esta es su descripción de los motivos góticos: «Se trata de un mundo que repite en miniatura, y con los mismos medios, la expresión del conjunto».

Observamos, por consiguiente, que todos los historiadores denominan de una manera diferente y personal a una misma idea básica, describiéndola también cada uno de ellos a su propio modo —circunstancia que hará difícil percibir que las cuatro descripciones remiten de hecho a un mismo objeto—. La estructura recursiva es uno de los principios fundamentales del diseño medieval. Sin embargo, esta sencilla afirmación resulta difícil de pronunciar, o incluso de concebir, si uno no sabe en qué

consiste exactamente una «estructura recursiva».

Si la literatura histórica dificulta la comprensión de la importancia que tienen las estructuras recursivas en el arte medieval, más complicado aún resultará percibir que ese mismo principio se repite sin variación alguna en un ámbito totalmente diferente: el del estilo artístico del Renacimiento italiano.

Refiriéndose a la concepción formal con que Donato d'Angelo Bramante planteó la construcción de la basílica de San Pedro del Vaticano en torno al año 1500, George Hersey sostendrá que se trata de «una única macro-capilla [...] compuesta por cuatro conjuntos de lo que yo denominaría maxicapillas, integradas a su vez por dieciséis minicapillas y treinta y dos microcapillas». «El principio —explica— es el mismo que el de las cajas chinas, o por qué no decirlo, el de los fractales.» Habría bastado que se encontrara en situación de decir que «las estructuras recursivas revisten un carácter fundamental en la concepción arquitectónica de Bramante» para que el debate relacionado con esta cuestión hubiese quedado inmediatamente simplificado y esclarecido en su totalidad —poniendo al mismo tiempo de manifiesto la obvia existencia de un intrigante vínculo entre el diseño medieval y el renacentista.

El hecho de utilizar la idea de las estructuras

recursivas, en lugar de ignorarlas, habría tenido además otra serie de ventajas, ya que es una noción que no solo nos ayuda a entender las relaciones que median entre el arte y la tecnología, sino que también contribuye a comprender, además de los principios estéticos por los que se orientan los mejores ingenieros y técnicos, la claridad y la elegancia de las ideas en que se sustentan todos los diseños logrados. Estas ideas poseen varias implicaciones prácticas. En primer lugar, los tecnólogos tienen que estudiar y entender necesariamente que la elegancia y la belleza son objetivos irrenunciables del diseño y, por otra parte, queda claro que toda educación tecnológica seria debería incluir en su programa de estudios la explicación de la historia del arte. Y por si fuera poco, la mencionada comprensión nos hace reflexionar sobre los lazos que unen al arte con mayúsculas y la tecnología de verdadero fuste, por un lado, con las ciencias naturales, por el otro.

No obstante, si carecemos de la herramienta apropiada para esa tarea, la observación de nuevos casos de estructura recursiva no conseguirá que el mundo nos parezca más sencillo y más hermoso, sino que contribuirá a añadirle una complejidad que está en nuestra mano simplificar.

DISEÑE SU PROPIA MENTE

DON TAPSCOTT
Estratega empresarial; presidente del gabinete de expertos Moxie Insight; profesor adjunto de la Escuela de Administración Rotman de la Universidad de Toronto; autor de Grown Up Digital: How the Net Generation Is Changing Your World y coautor (junto con Anthony D. Williams) de Macrowikinomics: Nuevas fórmulas para impulsar la economía mundial

Dadas las últimas investigaciones relacionadas con la plasticidad del cerebro y los peligros de la carga cognitiva, podría darse el caso de que la herramienta más potente de nuestro arsenal cognitivo fuese el diseño. En concreto, podemos utilizar los principios del diseño y la disciplina que este lleva aparejada para modificar la configuración de nuestra mente. Se trata de un proceso distinto al de la adquisición de conocimiento, ya que guarda relación con el hecho de diseñar la forma en que los seres humanos pensamos, recordamos y comunicamos —haciéndolo además de un modo que pueda aplicarse de manera adecuada y efectiva a la era digital.

La actual ansiedad que acostumbra a experimentar la gente en relación con los efectos que podría llegar a tener la era digital sobre la cognición no carece enteramente de

razón de ser. Sin embargo, en lugar de predecir un futuro negro tal vez fuese mejor tratar de construir un porvenir distinto. Los recientes descubrimientos de la neurociencia han de infundirnos esperanza. Sabemos que los cerebros son maleables y que pueden experimentar cambios en función del modo en que se usen. El célebre estudio realizado con los taxistas de Londres ha logrado mostrar que en estos profesionales la específica región cerebral que interviene en la consolidación de la memoria era físicamente más grande que en los individuos de edades similares que no se dedican a este oficio. Este efecto no se observaba en cambio en los conductores de los autobuses londinenses, lo que venía a respaldar la conclusión de que la necesidad que obliga a los taxistas de la capital inglesa a tener que memorizar la enorme cantidad de calles de esa ciudad determina las modificaciones de la estructura cerebral en la región del hipocampo.

Los resultados de este tipo de estudios sustentan la idea de que el empleo de una determinada zona del cerebro de manera persistente y concentrada aumenta verdaderamente el tamaño de dicha área, y presumiblemente también su capacidad funcional, y esto incluso entre la población adulta. La intensa utilización del cerebro plenamente desarrollado no solo viene a

modificar la estructura y la función de la región específica sometida a dicha demanda sino que, al parecer, el simple entrenamiento temporal en una tarea concreta, y tal vez también el mero repaso mental de una cuestión, podrían surtir el mismo efecto. Hay una serie de estudios que muestran que es posible mejorar la capacidad de discriminación táctil (de los caracteres Braille) de las personas no invidentes a las que se entrena en esta tarea con los ojos vendados. Los escáneres cerebrales realizados en estos sujetos revelan que la capacidad de respuesta del córtex visual de los participantes se acentua, logrando percibir mejor las señales sensoriales de entrada de carácter auditivo y táctil tras dedicar tan solo cinco días a entrenarse en este tipo de percepción con los ojos vendados durante algo más de una hora.

Ya nadie pone en duda que la neuroplasticidad del cerebro se mantiene a lo largo de todo el período vital de la persona. El funcionamiento del cerebro obedece al lema de «lo que no se usa se echa a perder». Sabiendo esto, cabe preguntarse lo siguiente: ¿podemos utilizar dicha propiedad para fomentar adecuadamente las capacidades del cerebro? ¿Por qué no aprovechamos las exigencias de nuestra existencia digital, caracterizada por la aparición de entornos provistos de una gran abundancia de información, de una multiplicidad de estímulos, de un

rápido ritmo operativo y de una creciente tendencia a realizar múltiples tareas para aumentar nuestras capacidades cognitivas? Tras estudiar los efectos que ejerce actualmente la tecnología digital en el desarrollo del cerebro, el doctor Stan Kutcher, un eminente psiquiatra experto en todo lo relacionado con la salud mental de los adolescentes, dice lo siguiente: «Cada vez son más las pruebas que sugieren que la exposición a los efectos de las nuevas tecnologías podría determinar que la capacidad cerebral de los miembros de la próxima generación [esto es, de la integrada por los adolescentes y los jóvenes adultos actuales] supere las limitaciones convencionalmente asumidas».

Cuando una estudiante de sobresaliente se dedica a hacer sus deberes mientras realiza simultáneamente otras cinco tareas en la Red no está practicando la multitarea. Antes al contrario, ha logrado desarrollar una memoria de trabajo activa más eficaz y una mayor capacidad para pasar de concentrarse en un tema a poner la atención en otro. Yo no consigo leer mis correos electrónicos y escuchar, al mismo tiempo, la discoteca de mi iTunes, pero esa alumna es perfectamente capaz de lograrlo. Su cerebro ha tendido todo el cableado neuronal necesario para gestionar las demandas de la era digital.

¿Cómo podríamos valernos de un pensamiento de

diseño para transformar la forma en que pensamos? Normalmente, los buenos diseños parten de la base de unos cuantos principios y objetivos funcionales. Sería muy posible que consideráramos oportuno percibir y absorber la información de manera más eficiente, concentrarnos, recordar e inferir más intensamente el significado de las cosas, mejorar nuestra creatividad, nuestra producción escrita y oral, así como nuestra capacidad de comunicación en general, y contar, por otra parte, con la posibilidad de realizar colaboraciones importantes y de tener unas relaciones humanas satisfactorias. ¿Cómo podríamos diseñar la utilización que hacemos de los medios de comunicación (o nuestra propensión a ignorarlos) para materializar dichos objetivos?

Un método tan anticuado y tan de la vieja escuela como un simple curso de lectura rápida podría aumentar nuestra capacidad de asimilación de datos sin menoscabar nuestra comprensión de los contenidos. Si esto era algo que ya tenía sentido en la época de Evelyn Wood, hoy en día resulta doblemente importante, y lo cierto es que desde los tiempos en que esta educadora estadounidense comenzó a proponerlo hemos aprendido mucho acerca de los métodos más eficaces para aprender a leer con rapidez.

¿Siente que se distrae con excesiva facilidad? —Le

bastaría adoptar una disciplina consistente en leer íntegramente unos cuantos artículos al día en lugar de limitarse a recorrer sin más los titulares y los resúmenes de apoyo para fortalecer su capacidad de prestar atención.

¿Quiere convertirse en cirujano? Mi consejo es que se aficione a los videojuegos, o que practique mentalmente mientras viaja en el metro. Los ensayos mentales pueden producir en el córtex motor del cerebro un conjunto de transformaciones tan significativas como las que genera el movimiento físico. Se ha realizado un estudio en el que se pidió a uno de los grupos participantes que ejecutaran al piano un sencillo ejercicio de cinco dedos mientras se solicitaba a otro de los grupos intervinientes que se limitara a pensar simplemente en la acción de tocar esa misma melodía en un instrumento utilizando los mismos movimientos de los dedos, nota tras nota. En ambos grupos se constató la existencia de un cambio en el córtex motor, y lo llamativo fue que las diferencias observadas en el grupo de las personas que únicamente se dedicaban a practicar mentalmente el ejercicio melódico eran tan grandes como las detectadas en los miembros del grupo que lo habían ejecutado físicamente.

¿Está perdiendo capacidad retentiva? Lo único que tiene que hacer es decidir en qué medida aplicar la ley de

la memoria de Albert Einstein. En una ocasión en la que le preguntaron por qué había recurrido a la guía de teléfonos para consultar cuál era su propio número, el científico respondió que únicamente memorizaba aquellas cosas que le resultaban imposibles de encontrar en un listado. Son muchísimos los datos que es preciso recordar en nuestros días. Entre los albores de la civilización y el año 2003 se han venido a recoger cinco exabytes de información (y es preciso tener en cuenta que un exabyte equivale a un trillón de bytes). Sin embargo, las cosas se han acelerado, ya que ¡en la actualidad se reúnen cinco exabytes de datos cada dos días! Dentro de poco apenas se tardarán unos cuantos minutos en juntar un paquete de cinco exabytes de información. La memoria de los seres humanos tiene una capacidad finita. ¿Se le ocurre a usted alguna forma de desarrollar criterios capaces de determinar cuáles hemos de conservar y cuáles será mejor desechar?

¿O quizá prefiere usted reforzar su memoria de trabajo y su capacidad de realizar tareas múltiples? Pruebe la tutoría inversa —es decir, aprenda de su hijo o hija adolescente—. Vivimos actualmente un período único en la historia: aquel en el que los jóvenes resultan ser autoridades en asuntos relevantes, dándose además el caso de que los muchachos que mayor éxito consiguen son también precursores del paradigma del pensamiento

emergente. Hay varias investigaciones de amplio alcance que muestran que las personas pueden mejorar sus funciones cognitivas y su eficiencia cerebral mediante la simple adopción de cambios en sus respectivos estilos de vida, como sucede, por ejemplo, al incluir un conjunto de ejercicios de memoria en la rutina cotidiana.

¿Por qué no se enseña el diseño cognitivo en las escuelas y en las universidades? Ya hemos incluido en los currículos educación física, pero en lugar de incorporar los cursos de perfeccionamiento cerebral al abanico de posibilidades lectivas insistimos en atiborrar de información la cabeza de los jóvenes a fin de poder poner a prueba sus dotes de retención. ¿Por qué no impartir cursos que destaquen las fórmulas que conducen al diseño de un cerebro en excelente forma?

¿Acaso esta modesta propuesta agita el espectro de una «mente de diseño»? Pienso que no. La industria del diseño es un fenómeno del que somos receptores pasivos y lo que yo propongo es que cada uno de nosotros se convierta en diseñador de sus propias metas.

EL JAZZ LIBRE

ANDRIAN KREYE
Director de The Feuilleton (arts and essays) del diario alemán Sueddeutsche Zeitung, Múnich

Siempre vale la pena adoptar algunas de las iniciativas surgidas en el seno de las vanguardias de mediados del siglo XX. Y si de lo que se trata es de mejorar nuestro instrumental cognitivo, el jazz libre es la elección perfecta. Se trata de una forma notablemente evolucionada de abordar la elaboración artística, una perspectiva que ha venido desarrollándose —al menos en Occidente— en el estricto marco definido, además de por las doce notas de la escala, por el hecho de que sea preciso tocarlas en unas fracciones de compás determinadas y muy concretas. Este jazz libre es también la culminación de un género que se había iniciado con el blues, exactamente medio siglo antes de que Ornette Coleman reuniera el denostado doble cuarteto que habría de dar nombre al estilo—un día de diciembre del año 1960— en los estudios que posee la compañía discográfica A&R en la ciudad de Nueva York. En términos científicos, esta transformación suponía implícitamente un salto evolutivo por el que la música

pasaba, en tan solo cincuenta años, de las matemáticas propias de la escuela elemental a una notificación científica próxima a la teoría de juegos y a la lógica difusa.

Para poder valorar realmente la proeza mental que realizaron los músicos y los compositores del género llamado «jazz libre» hace falta dar antes un paso atrás. Seis meses antes de que la sesión de jazz libre de Coleman desatara el genio improvisador de ocho de los mejores músicos de la época, John Coltrane había grabado una pieza que todavía hoy se sigue considerando el más refinado solo de jazz de la historia: me refiero a su magistral recorrido por las rápidas progresiones de acordes de la composición titulada «Giant Steps». En los últimos tiempos, un estudiante de artes cinematográficas llamado Daniel Cohen ha tenido la brillante idea de expresar por medio de una animación videográfica la notación musical del solo de Coltrane en un vídeo de YouTube. No es preciso tener nociones de solfeo para darse cuenta de la potencia de fuego de Coltrane. Tras el tema central, engañosamente sencillo, las notas empiezan a recorrer las cinco líneas del pentagrama en una serie de crescendos y diminuendos, en un conjunto de vertiginosas volutas y aceleraciones. Si tenemos en cuenta asimismo el hecho de que Coltrane acostumbraba a grabar música que

no había ensayado previamente a fin de conservar la frescura de la inspiración, comprenderemos que tenía unas dotes muy superiores a las normales, fruto de un equipamiento cognitivo igualmente extraordinario.

Fijémonos ahora en esos cuatro minutos y cuarenta y tres segundos de emoción sonora, multipliquemos por ocho la potencia musical de Coltrane, dilatemos la duración total hasta conseguir una pieza de treinta y siete minutos y restémosle la totalidad de las estructuras musicales tradicionales, como la encadenada progresión de acordes o el *tempo* general del tema. La sesión jazzística del año 1960 que iba a dar nombre, según hemos dicho, al género del jazz libre no solo anunciaba la radical libertad que pregonaba implícitamente el título del álbum en el que se recogían los temas de dicha actuación: *Free Jazz: A Collective Improvisation by the Ornette Coleman Double Quartet*. La obra venía a prefigurar una forma de comunicación que se alejaba de las convenciones lineales para penetrar en el reino de las múltiples interacciones paralelas.

Hay que admitir que todavía hoy sigue resultando difícil escuchar el mencionado disco. E igualmente complejo se hace valorar las grabaciones de artistas como Cecil Taylor, Pharoah Sanders, Sun Ra, Anthony Braxton o Gunter Hampel. Siempre ha sido más sencillo

comprender los procesos de comunicación de esta música en el entorno de un concierto en vivo. Hay algo indubitablemente cierto, y es que esta música nunca cae en la anarquía, y que nunca lo pretendió.

Si sabe usted tocar un instrumento y se las arregla para que alguien le invite a participar en una sesión de jazz libre tendrá la oportunidad de vivir una experiencia increíble cuando los músicos logren hallar lo que suele denominarse «el ritmo». Por ritmo o cadencia ha de entenderse en este caso la consecución de un clímax de creatividad y comunicación capaz de trascender a los propios músicos y alcanzar al público, generándose de ese modo una vivencia electrizante. Se trata de una sensación difícil de describir, pero podría considerarse comparable al instante en el que la tabla de surf, como elemento catalizador de una reacción de fusión entre las habilidades motrices del cuerpo del surfista y las fuerzas del oleaje oceánico, logra esos escasos segundos de sinergia feliz en la cresta de la ola. Se trata, no obstante, de una conciliación de elementos que cuestiona las teorías musicales habituales.

Evidentemente, son muchas las composiciones de jazz libre que no logran sino confirmar todos los juicios musicales previos que pueda uno tener. De hecho, así lo expresaría el vibrafonista y compositor Gunter Hampel:

«Llega un momento en el que todo se reduce a tocar lo más alto posible a fin de que el instrumento de cada cual sea el que más fuerte se oiga de todos cuantos se encuentren sobre el escenario». Sin embargo, los músicos que hemos enumerado más arriba conseguirían nuevas formas y estructuras, y de hecho la teoría musical a la que Ornette Coleman, su creador, habría de dar el nombre de «armolodia» no es más que una de esas estructuras. En la aparente cacofonía de la música producida por el doble cuarteto de Coleman se puede llegar a percibir una muy particular y poliestratificada claridad que podría servir como modelo para un instrumental cognitivo especialmente adecuado para el siglo XXI. En el futuro, la capacidad de encontrar facultades de tipo cognitivo, intelectual y comunicacional susceptibles de revelarse operativas en contextos de carácter más paralelo que lineal será crucial. Y del mismo modo que el jazz libre supo abandonar las estructuras armónicas para encontrar nuevas formas de expresión, dándoles cauce en un marco polirrítmico, es también muy posible que tengamos que dotarnos de la capacidad de superar las pautas cognitivas más trilladas.

LA INTELIGENCIA COLECTIVA

MATT RIDLEY
Periodista científico; presidente fundador del Centro Internacional de la Vida; autor de El optimista racional. ¿Tiene límites la capacidad de progreso de la especie humana?

Las personas de inteligencia descollante, ya sean antropólogos, psicólogos o economistas, asumen que el brillo intelectual es la clave de cualquier logro humano. Este tipo de personas acostumbran a votar en favor de los candidatos más inteligentes y procuran elegirles para dirigir gobiernos, piden a los más hábiles expertos que conciban planes para encauzar la economía, atribuyen a los más sagaces científicos los más notables descubrimientos, y especulan con la forma en que comenzó a evolucionar la inteligencia humana en los albores de su andadura.

Sin embargo, todos ellos corren tras una falsa liebre. La clave de los logros humanos no reside en modo alguno en la inteligencia de los individuos concretos. La razón de que los seres humanos dominen actualmente el planeta no se debe al hecho de que posean un gran cerebro, dado que los neandertales —que contaban efectivamente con una

gran masa cerebral— no consiguieron pasar de ser un homínido predador más. La evolución hasta conseguir un cerebro de mil doscientos centímetros cúbicos dotado con una importante cantidad de amenos programas lógicos como el del lenguaje, era uno de los elementos necesarios para el acceso a la civilización, pero no una condición suficiente. La razón de que unas economías funcionen mejor que otras no radica desde luego en el hecho de que las que triunfen tengan al frente a personas más inteligentes, y el motivo de que en algunos lugares se realicen importantes descubrimientos no hay que buscarlo en la hipótesis de que las personas que habitan esos lugares en particular sean intelectualmente más agudas que las de otros.

Los logros humanos son un fenómeno íntegramente imputable al trabajo en red. Al reunir a un gran número de cerebros en tareas por medio de la división del trabajo —o lo que es lo mismo, como consecuencia del comercio y de la especialización—, la sociedad humana encuentra el modo de mejorar el nivel de vida, de incrementar la capacidad de carga,* de mejorar el virtuosismo tecnológico y de elevar la base de conocimiento de la especie. Podemos apreciar este proceso en todo tipo de fenómenos: en el de la correlación existente entre la tecnología y la magnitud del número de personas capaces

de entrar en contacto unas con otras en las islas del Pacífico; en el del desplome de la capacidad tecnológica que experimentan las poblaciones que quedan aisladas, como sucedió por ejemplo con los aborígenes de Tasmania; en el del éxito de las ciudades-estado de Grecia, Italia, Holanda y el Sureste Asiático; o en el de las consecuencias creativas del comercio.

Las consecuciones humanas encuentran su fundamento en la inteligencia colectiva —y los nodos de la red neural humana son las propias personas—. Al dedicarse cada individuo a una sola cosa y acabar haciéndola muy bien, y al compartir más tarde con otros los resultados de su saber y combinar lo aprendido, la gente adquiere la capacidad de hacer cosas *que ni siquiera comprende*. Como ya observó en su momento el economista Leonard Read en un ensayo titulado «I, Pencil» (que me gustaría que todo el mundo leyese), no hay nadie que sepa actualmente cómo se fabrica un utensilio tan sencillo como un lápiz, ya que dicho conocimiento se halla disperso por toda la sociedad, repartido entre un gran número de individuos —varios miles, de hecho—, entre los que cabe incluir a los mineros que extraen el grafito, a los leñadores que talan los árboles, a los diseñadores que conciben el tipo de lápiz en cuestión y a los operarios de las fábricas que lo

producen.

Y como ya señaló también Friedrich Hayek, esta es la razón de que los sistemas de planificación central nunca hayan funcionado adecuadamente, ya que la persona más inteligente que se pueda encontrar jamás podrá ponerse a la altura del cerebro colectivo ni equipararse a él en labores como la de distribuir bienes de consumo. La idea de que existe una inteligencia colectiva que opera de abajo arriba —idea que ya Adam Smith alcanzó a comprender, y de la que se haría eco Charles Darwin, siendo además expuesta por Hayek en su notable ensayo titulado «El uso del conocimiento en la sociedad»—, es una noción que me gustaría que todo el mundo pudiera incluir entre los elementos de su particular instrumental cognitivo.

LA ALFABETIZACIÓN EN MATERIA DE RIESGO

GERD GIGERENZER
Psicólogo; director del Centro de Conducta y Cognición Adaptativa del Instituto Max Planck para el Desarrollo Humano, Berlín; autor de Decisiones instintivas. La inteligencia del inconsciente

La alfabetización es uno de los requisitos previos para lograr una ciudadanía informada en las democracias participativas. Sin embargo, ya no basta con leer y escribir. La velocidad de vértigo con la que avanza la innovación tecnológica ha determinado que la alfabetización en materia de riesgo haya terminado convirtiéndose en un elemento tan indispensable en el siglo XXI como lo fue la lectoescritura en el XX. La alfabetización en materia de riesgo es la capacidad de enfrentarse a las incertidumbres de manera informada.

Si las personas se hallan desprovistas de esa información, pondrán en peligro su salud y su dinero, exponiéndose por tanto a que se les manipule y a experimentar todo un conjunto de esperanzas y temores que no solo carecen de fundamento sino que pueden resultar incluso perjudiciales. No obstante, al ponderar

las formas de bregar con las amenazas modernas, los responsables políticos muy rara vez invocan el concepto de la alfabetización en materia de riesgo ante el público en general. Las propuestas que han lanzado últimamente los políticos para reducir las posibilidades de padecer una nueva crisis financiera se han centrado en la promulgación de leyes más estrictas, en la creación de bancos más pequeños, en la reducción de las bonificaciones de los altos cargos, en la disminución de las tasas de apalancamiento, en la renuncia al cortoplacismo y en la adopción de otras medidas de este tipo. Sin embargo, en todo esto se echaba a faltar una idea crucial: la de ayudar a la gente a entender mejor en qué consisten los riesgos financieros. Por ejemplo, muchos de los NINJA* que lo perdieron todo, salvo la camisa que llevaban puesta el día del descalabro, con la crisis de los préstamos de alto riesgo revelarían *a posteriori* que no habían comprendido que los créditos hipotecarios que habían suscrito eran de carácter variable, y no de tasa fija.

Otro de los graves problemas que la alfabetización en materia de riesgo puede contribuir a resolver es el de la explosión de los costes sanitarios. Es frecuente aducir que la única solución viable pasa por las subidas de impuestos o el racionamiento de los cuidados médicos. No obstante, al promoverse entre los pacientes una mejor

educación en materia de salud se puede conseguir una atención médica por menos dinero. Por ejemplo, son muchos los pacientes que desconocen el hecho de que en los Estados Unidos se realiza todos los años un escáner cerebral a un millón de niños que no necesitan pasar esa prueba, ignorando igualmente que la práctica de una tomografía corporal completa puede determinar que el paciente se vea obligado a soportar una dosis de radiación mil veces superior a la de una mamografía, lo que viene a provocar aproximadamente, según las más recientes estimaciones, unos veintinueve cánceres al año.

Creo que la respuesta a las crisis contemporáneas no se agota en la mera promulgación de unas cuantas leyes más, ni se arregla con añadiduras burocráticas o una profusión de inyecciones de dinero en efectivo. Antes al contrario, pienso que lo primero y primordial es disponer de un mayor número de ciudadanos alfabetizados en materia de riesgo. Y esto puede conseguirse si se promueve el pensamiento estadístico.

Por enunciarlo con palabras sencillas, el pensamiento estadístico es la capacidad de comprender y de valorar de manera crítica las incertidumbres y los riesgos de la vida real. Sin embargo, el setenta y seis por ciento de los adultos estadounidenses y el cincuenta y cuatro por ciento de los ciudadanos alemanes ignoran de

qué modo se expresa en términos porcentuales el hecho de que exista una posibilidad entre mil de que ocurra un determinado acontecimiento (circunstancia que equivaldría a un 0,1 por ciento). En las escuelas, la mayor parte de las horas lectivas se dedican a enseñarles a los niños las matemáticas de la certidumbre —esto es, geometría y trigonometría—, reservándose muy poco tiempo, si es que alguno queda, a las matemáticas de la incertidumbre. Y en caso de que se enseñe algo de esta ciencia, lo más común es que se restrinja a problemas relacionados con el lanzamiento de monedas o de dados, que suelen aburrir mortalmente a los jóvenes estudiantes. Sin embargo, lo cierto es que el pensamiento estadístico podría enseñarse de otro modo, es decir, haciendo ver que la estadística es el arte de resolver muchos de los problemas de la vida real, como por ejemplo los vinculados con los riesgos derivados del consumo de alcohol, de contraer el sida, de tener un embarazo no deseado, de sufrir un accidente con el monopatín, o de un peligro similar. De todas las disciplinas matemáticas, el pensamiento estadístico es el que guarda una relación más directa con el mundo de los adolescentes.

En el plano universitario, es raro que los estudiantes de derecho y medicina reciban alguna formación en pensamiento estadístico, pese a que están destinados a

ejercer unas profesiones que, por su naturaleza, han de enfrentarse necesariamente a cuestiones relacionadas con la incertidumbre. Las estadísticas asociadas con el estudio del ADN han desconcertado en alguna ocasión a los jueces y a los abogados de los Estados Unidos y, de hecho, la probabilidad de que se produzcan casos recurrentes de muerte súbita entre los recién nacidos ha llevado a sus colegas británicos a sacar conclusiones incorrectas. A escala mundial, son muchos los médicos que no acaban de comprender correctamente cuáles son las probabilidades de que un paciente padezca un cáncer tras dar positivo en una prueba de reconocimiento, o que se revelan incapaces de valorar de forma crítica los nuevos datos que pueden aportarles las revistas médicas. De este modo, puede decirse que la presencia de expertos que carecen de competencias en el ámbito de la alfabetización en materia de riesgo es parte del problema, y no de la solución.

Y a diferencia de la alfabetización básica, la formación en el ámbito de los riesgos exige un cambio de la actitud emocional —es decir, obliga a quien recibe esa información a rechazar tanto el paternalismo tranquilizador como las ilusiones de certidumbre, ya que no solo es preciso aprender a asumir las responsabilidades que nos incumben sino que también hay

que aceptar la necesidad de convivir con la incertidumbre —. Atrévete a saber.* Efectivamente, pero todavía queda mucho camino por recorrer. Los estudios que se vienen realizando indican que la mayoría de los pacientes desean creer que el médico que les trata es omnisciente, lo que significa que a pesar de no atreverse a pedir pruebas que demuestren sus afirmaciones tienen la percepción de haber sido bien informados al salir de la consulta. De manera similar, son también muy numerosos los consumidores —aun después de la crisis bancaria que venimos padeciendo— que siguen confiando ciegamente en lo que les dicen sus asesores financieros, poniendo en peligro su fortuna al atenerse a los consejos que reciben en una entrevista a la que el asesor acostumbra a dedicar menos tiempo del que ellos mismos dedicarían a ver un partido de fútbol. Es mucha la gente que se aferra a la creencia de que hay personas capaces de predecir el futuro y que se revelan dispuestas a pagar sumas de dinero más o menos importantes a los adivinos. Todos los otoños asistimos al ritual de las instituciones financieras que se dedican a predecir los niveles en que habrán de situarse a lo largo del año el Dow Jones y la cotización del dólar, pese a que el registro de sus aciertos apenas supere el que podría conseguirse apelando al mero azar. Y lo cierto es que aportamos doscientos mil millones de dólares al año

a la industria de las predicciones, aunque en la mayoría de los casos esta no consiga realizar sino predicciones fundamentalmente erróneas.

Tanto los educadores como los políticos deben comprender que la alfabetización en materia de riesgo es un asunto vital en el arranque del siglo XXI. En lugar de inducir a la gente a realizar lo que los expertos consideran correcto, debería animarse a las personas a tomar por sí mismas decisiones informadas, dotándolas de los medios precisos para poder hacerlo. Las cuestiones relacionadas con la alfabetización en materia de riesgo deberían empezar a enseñarse ya en la escuela elemental. Atrevámonos a saber —y esto implica que los riesgos y las responsabilidades son otras tantas oportunidades que se nos presentan, no circunstancias que se hace preciso eludir.

LA CONTRAPOSICIÓN ENTRE LA CIENCIA Y EL TEATRO

ROSS ANDERSON
Profesor de ingeniería de la seguridad del Laboratorio Informático de la Universidad de Cambridge; investigador en los campos de la economía y la psicología vinculados con la seguridad de la información

Las sociedades modernas despilfarran miles de millones en el establecimiento de medidas de protección que no tienen por verdadero objetivo la reducción del riesgo sino más bien la difusión de una sensación de seguridad. Las personas que trabajamos en el ámbito de la ingeniería de la seguridad nos referimos a ello con el nombre de «dramatización de la seguridad», y podemos ver ejemplos por todas partes. Nos cachean cuando entramos en edificios que no constituyen objetivos creíbles para ningún terrorista. Los operadores de las redes sociales crean la ficción de ofrecer la posibilidad de conversar con un pequeño grupo de «amigos» íntimos con el fin de inducir a los usuarios a revelar todo un conjunto de datos personales que luego pueden acabar vendiéndose a los anunciantes. Lo que de este modo consiguen los usuarios

no es privacidad, sino un sucedáneo de privacidad. La política medioambiental ofrece un tercer ejemplo: la reducción de las emisiones de carbono podría costar enormes sumas de dinero y de votos, de modo que los gobiernos se apuntan a las meras políticas gestuales, optando por la adopción de medidas notablemente visibles pese a saber que su efecto es prácticamente nulo. Los especialistas saben que la mayoría de las acciones que llevan a cabo los gobiernos y que, además, esgrimen con el argumento de que contribuyen a fomentar la seguridad del planeta no son más que una pantomima.

Todo este teatro florece con la incertidumbre. Cada vez que surja una situación en la que los riesgos resulten difíciles de valorar, o cuyas consecuencias apenas se acierte a predecir, podrá darse perfectamente el caso de que resulte más fácil manejar las apariencias que la realidad. Es preciso recordar que dos de las principales misiones de la ciencia consisten en reducir la incertidumbre y en poner de manifiesto la existencia de brechas lógicas entre lo aparente y lo real.

Hasta ahora, el enfoque con el que acostumbrábamos a abordar tradicionalmente estas cuestiones consistía en acumular con gran esfuerzo un conjunto de conocimientos capaces de permitir que las personas comprendieran los riesgos, las opciones y las consecuencias de las

incertidumbres a las que tienen que enfrentarse. Sin embargo, el teatro tiene más de constructo deliberado que de efecto secundario de la ignorancia, de modo que quizá necesitemos adquirir también un mayor grado de refinamiento en cuanto a la elaboración y el uso de los mecanismos teatrales. Además, los periodistas y los divulgadores científicos han de adquirir una mayor destreza a la hora de interrumpir el espectáculo o perturbar su desarrollo, arrojando para ello luz sobre los rincones más sombríos del escenario y levantando las máscaras a fin de que todo el mundo se dé cuenta de que se trata efectivamente de una careta.

LA FRECUENCIA BASAL

KEITH DEVLIN
Director ejecutivo del Instituto H-STAR de la Universidad de Stanford; autor de The Unfinished Game: Pascal, Fermat, and the Seventeenth-Century Letter That Made the World Modern

De haber sabido los ciudadanos en qué consiste la noción probabilística de la frecuencia basal, y de haberla entendido, podría haberse evitado perfectamente la reciente polémica vivida en torno a los potenciales peligros que tendrían para la salud los dispositivos de retrodispersión de radiaciones que han comenzado a ponerse en funcionamiento en los aeropuertos estadounidenses así como los molestos e indiscretos cacheos que ofrece la Administración de la Seguridad en el Transporte de los Estados Unidos (TSA, siglas inglesas de «*Transportation Security Administration*») como única alternativa a la inspección con los aparatos anteriormente mencionados.

Cada vez que un estadístico se propone predecir la probabilidad de un determinado acontecimiento basándose en el material probatorio disponible en un momento dado debe tener en cuenta, principalmente, dos

fuentes de información: a) la derivada de las pruebas mismas, cuya fiabilidad habrá de establecerse numéricamente mediante un cálculo matemático; y b) la vinculada con la probabilidad de la ocurrencia del acontecimiento en sí, calculada principal y simplemente en términos de su incidencia relativa. De estas dos cifras, la segunda representa la frecuencia basal. Y dado que se trata sencillamente de un número y de que dicho número se ha obtenido mediante un proceso aparentemente insulso, como el de su mero cálculo, es muy común que sea pasado por alto en cuanto se obtiene alguna nueva información, sobre todo si las personas que han conseguido esa nueva información son «expertos» y se han hecho con ella recurriendo a algún tipo de costosísimo equipamiento. Sin embargo, el hecho de no tener en cuenta la frecuencia basal en aquellos casos en que el acontecimiento en cuestión no solo es de carácter espectacular sino que infunde temor en la población —como sucede con el secuestro de un avión para la perpetración de un atentado terrorista— puede empujarnos a dedicar un enorme volumen de dinero y esfuerzo tratar de evitar algo que tiene muy pocas probabilidades de suceder.

Supongamos, por ejemplo, que nos hacen pasar un reconocimiento médico concebido para detectar la

presencia o ausencia de un tipo de cáncer relativamente raro. En la generalidad de la población, la tasa de incidencia de dicho cáncer se sitúa en el uno por ciento (la frecuencia basal). Supongamos, asimismo, que un vasto conjunto de comprobaciones hayan venido a mostrar que la fiabilidad de ese reconocimiento es del setenta y nueve por ciento. O para ser más precisos: imaginemos que, a pesar de que el test detecte efectivamente el cáncer siempre que este se halle presente en el paciente, se haya constatado que las pruebas arrojan un resultado positivo (o de padecimiento de cáncer) en un veintiún por ciento de casos en que la persona no padece realmente la enfermedad —circunstancia que se conoce con el nombre de falso positivo—. Esto significa que al someternos al reconocimiento, la prueba diagnóstica genera un dictamen positivo. El interrogante que se plantea es por tanto el siguiente: ¿cuál es la probabilidad de que la persona que ha pasado el reconocimiento padezca de hecho un cáncer?

Si es usted mismo el diagnosticado y su comportamiento se asemeja al de la mayoría de la gente, supondrá que si la prueba tiene un índice de fiabilidad cercano al ochenta por ciento, y el resultado de su test ha sido positivo, las posibilidades de que padezca usted *de facto* dicho cáncer se situarán aproximadamente en torno al ochenta por ciento (lo que significa que la cifra que

viene a expresar la probabilidad de que efectivamente sea así es poco más o menos esta: 0,8). ¿Está usted en lo cierto?

La respuesta es negativa, puesto que ha centrado usted la atención en la prueba y en su fiabilidad, omitiendo la frecuencia basal. Si nos suponemos situados en el escenario que acabamos de describir, la probabilidad de que padezca usted un cáncer se cifra simplemente en el 4,6 por ciento (o lo que es lo mismo, se cuantifica en un 0,046). Efectivamente, tiene usted menos de un cinco por ciento de probabilidades de hallarse afectado por la enfermedad. Sigue siendo una posibilidad preocupante, sin duda, pero difícilmente podrá compararse con el inquietante guarismo del ochenta por ciento que había creído tener que asumir en un principio.

Si aplicamos esto mismo al caso de los dispositivos de retrodispersión de radiaciones de los aeropuertos estadounidenses, ha de tenerse presente que la frecuencia basal asociada con la eventualidad de acabar falleciendo a consecuencia de un atentado terrorista es menor a la de muchas otras cosas que hacemos cotidianamente sin el menor titubeo. De hecho, según algunos informes, dicha probabilidad se sitúa poco más o menos en el mismo entorno porcentual que cabe atribuir a la posibilidad de contraer un cáncer por el hecho de haber tenido que pasar

por el mencionado aparato de retrodispersión.

FINDEX

MARTI HEARST
Informático teórico de la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad de California, en Berkeley; autor de Search User Interfaces

***Findex (n)*: grado de probabilidad de encontrar en la Red una información que nos interesa.**

Somos los primeros seres humanos de la historia que tenemos la posibilidad de formular prácticamente cualquier pregunta en nuestro fuero interno sabiendo que existen grandes probabilidades de que la respuesta se encuentre ante nosotros en pocos minutos, cuando no en segundos. Esta abundancia y omnipresencia de la información constituye por derecho propio un instrumento cognitivo en toda regla. El hecho mismo de que esto sea una realidad y no una fantasía no deja de asombrarme.

Pese a que algunos autores han dedicado distintos escritos a hablar de la existencia de una sobrecarga de información, de una niebla informativa y otras cosas por el estilo, yo siempre he pensado que resulta estupendo contar con información en la Red, y cuanta más, mejor —siempre y cuando podamos contar con unas buenas

herramientas de búsqueda—. A veces, el dato deseado se encuentra realizando una indagación directa en Internet por medio de algún motor de búsqueda, en otras ocasiones se hace preciso recurrir a una azarosa pesquisa que nos lleva a saltar de enlace en enlace, y finalmente hay casos en que podemos salir del atolladero planteando nuestra incógnita a los centenares de personas vinculadas a nuestra red social o a los miles de ciudadanos que participan en las sedes electrónicas dedicadas a responder preguntas en portales como Answers.com, Quora o Yahoo Answers.

Que yo sepa no existe todavía ningún índice de «encontrabilidad», esto es, no disponemos de ninguna valoración que pueda informar al consumidor del grado de probabilidad que tiene de hallar lo que busca, pero lo cierto es que las herramientas que ya se emplean en los campos destinados a la búsqueda y la recuperación de la información podrían utilizarse para desarrollar dicho índice. Y de hecho, uno de los problemas que todavía no han logrado resolverse en este ámbito es el que debería llevarnos a encontrar el modo de ayudar a la persona que realiza la búsqueda a determinar si se da o no el caso de que la información solicitada resulta simplemente imposible de encontrar por no hallarse disponible.

A MENUDO UNA AFIRMACIÓN ES, EN REALIDAD, UNA PREGUNTA EMPÍRICA QUE LAS PRUEBAS COLECTIVAS HAN DEJADO ZANJADA

SUSAN FISKE
Titular de la cátedra Eugene Higgins de psicología de la Universidad de Princeton; autora de Envy Up, Scorn Down: How Status Divides Us

El concepto científico más importante de cuantos puedan traerse aquí a colación es el que viene a sostener que muy a menudo una afirmación es en realidad una pregunta empírica que las pruebas colectivas han logrado dejar zanjada. El plural de la palabra «anécdota» no es «datos», del mismo modo que el plural de la voz «opinión» tampoco es «hechos». Las pruebas científicas revisadas por grupos de expertos altamente cualificados acaban formando agregados que se traducen en un incremento del conocimiento. Los relatos de la gente son eso, narraciones, y la verdad es que la ficción nos permite seguir adelante, pero la ciencia ha de poder establecer las medidas que procede adoptar.

LOS CIENTÍFICOS HAN DE COMPORTARSE COMO CIENTÍFICOS

GREGORY PAUL
Investigador independiente; autor de Dinosaurs of the Air: The Evolution and Loss of Flight in Dinosaurs and Birds

El más encarnizado enemigo del pensamiento científico es la conversación, como ocurre por ejemplo con el característico discurso conversacional que acostumbran a mantener los seres humanos, buena parte del cual consta únicamente de sandeces. La verdad es que la idea de charlar con la gente ha terminado por producirme un hartazgo considerable. Hablo en serio, la verdad es que resulta bastante problemático. La realidad es que la gente no solo tiende a llenarse la cabeza con una serie de opiniones extremadamente arraigadas sino que se muestra además inclinada a considerar que son ciertas con una vehemencia próxima a la obstinación, pese a que en muchas ocasiones, para empezar, no sepan en modo alguno de lo que están hablando o tengan en todo caso una idea muy sucinta del asunto. Es algo que todos hacemos. Forma parte de las tendencias operativas que muestra el acuoso trozo de carne que tenemos entre las orejas y que

tan aficionado se muestra a generar pensamientos. Puede que hoy por hoy los seres humanos seamos las criaturas más racionales del planeta, pero ha de admitirse que eso no es decir demasiado, teniendo en cuenta que el siguiente animal más racional de la lista es el chimpancé.

Fijémonos por ejemplo en el creacionismo. Junto con las cuestiones del cambio climático global y del temor de los padres a los sistemas de vacunación, el hecho de que una amplia porción de la sociedad estadounidense niegue las conclusiones de las ciencias evolutivas y paleontológicas y piense que Dios creó a los seres humanos en un período muy cercano al del alborear de la historia registrada está llevando a los científicos a preguntarse sencillamente cuál es la alteración racional que pueden estar sufriendo todas esas personas. No obstante, entre los estudiosos que han tratado de aportar una respuesta a este interrogante hay también autores que encuentran en el pensamiento creacionista de las masas un ejemplo clásico de razonamiento anticientífico generalizado. Sin embargo, no voy a centrar la atención del artículo en el habitual problema de averiguar por qué goza de tanta popularidad el creacionismo, sino que voy a ocuparme más bien de discernir qué es lo que creen saber en general aquellas personas que promueven la verdad de la ciencia, por considerarla superior a las teorías del

creacionismo, de aquellas otras que niegan la realidad de la teoría darwiniana.

Hace unos cuantos años, se emitió en la televisión estadounidense un documental anticreacionista titulado *A Flock of Dodos*.* De agradable factura en muchos aspectos, el metraje del vídeo lanzaba unos cuantos torpedos a la línea de flotación de las muchedumbres contrarias a la teoría de la evolución, pero al tratar de explicar por qué son tantos los ciudadanos de los Estados Unidos que sienten repugnancia ante la idea de la evolución biológica, la narración distaba mucho de dar en el clavo. A tal punto se marraba el golpe al aducir los motivos que supuestamente debían dar cuenta de ese fenómeno que, al tratar de averiguar en dónde residía el problema, Randy Olson, el creador del filme, se dirigía a una serie de personas que en modo alguno podían aportarle una solución. En uno de los pasajes más destacados de la película se mostraba a un nutrido grupo de científicos evolutivos de la Universidad de Harvard reunidos en torno a una mesa para jugar una partida de póker y conversar y especular al mismo tiempo acerca de las razones que podían determinar que los palurdos consideraran desagradables los resultados de sus investigaciones. Aquello fue un gravísimo error, por la sencilla razón de que lo único que los científicos

evolutivos conocen perfectamente son los hechos relacionados con su específica área académica, esto es, la de la ciencia evolutiva.

Si realmente queremos saber por qué ha llegado la gente corriente a pensar de ese modo respecto de la evolución, lo que hemos de hacer es preguntar a los sociólogos. Ahora bien, como el documental *A Flock of Dodos* no recurre a ellos en ningún momento, los espectadores no solo no logran averiguar en modo alguno por qué prospera el creacionismo en una era en la que predomina la ciencia sino que tampoco alcanzan a ver qué es preciso hacer para domar a la fiera del seudocientificismo.

No se trata de ninguna cuestión insustancial. En la última década, se ha avanzado muy notablemente en la comprensión de la psicosociología del creacionismo popular. Básicamente, puede decirse que su florecimiento se produce únicamente en aquellas sociedades que padecen alguna grave disfunción, y, además, el único método que permite erradicar con seguridad esa errática creencia pasa por gobernar lo suficientemente bien un país como para posibilitar que las ideas religiosas en las que se asienta el creacionismo se marchiten y su influjo se restrinja a un ámbito minoritario, arrastrando en su caída a los planteamientos que niegan el darwinismo.

En otras palabras, la instauración de una sociedad mejor redunda en la aceptación generalizada de la teoría de la evolución. No obstante, lo más preocupante de todo es que se está constatando que es muy difícil divulgar esta realidad. Por este motivo, el debate nacional sigue enzarzándose predominantemente en una serie de fáciles charlas repletas de teorías estereotipadas en las que nos dedicamos a dar a diestro y siniestro razones que supuestamente explican el carácter problemático del creacionismo y nos dicen qué hemos de hacer al respecto, sin conseguir evitar en modo alguno que las opiniones favorables al creacionismo sigan siendo tan sólidas como una roca (pese a que el número de individuos que tienden a preferir una cosmovisión basada en un evolucionismo ateo esté aumentando en consonancia con el incremento general de las personas no creyentes).

Pero no se trata solo de la evolución. Uno de los más clásicos ejemplos que demuestran que el hecho de que un científico se adhiera al pensamiento conversacional puede generar problemas es el vinculado con la obsesión que ha desarrollado últimamente Linus Pauling con la vitamina C. Son muchos los ciudadanos corrientes que profesan actitudes escépticas respecto de la generalidad de los científicos. Y cuando los investigadores son incapaces de ofrecer otra cosa que un conjunto de opiniones mal

cimentadas, emitiendo su parecer en asuntos ajenos a aquellos campos que constituyen el más firme fundamento de su saber, la situación general solo puede ir a peor.

Así las cosas, cabe plantearse la siguiente pregunta: ¿qué podemos hacer? En principio, la solución resulta bastante sencilla: los científicos han de comportarse como científicos. Podemos emplear recursos bastante mejores que el de limitarnos a carraspear una serie de opiniones tan militantes como dudosas sobre un conjunto de materias ajenas al área del saber en la que somos competentes. Esto no quiere decir que los científicos deban circunscribir sus observaciones únicamente al campo de investigación al que tengan derecho oficial de acceso. Imaginemos, por ejemplo, que un científico sea además una autoridad autodidacta en materia de béisbol. No hay duda de que tiene todo el derecho a debatir con el máximo ardor acerca de las cuestiones que ese deporte le suscite, un poco a la manera en que solía hacerlo el paleontólogo y biólogo evolutivo estadounidense Stephen Jay Gould.

No sé si esto le parecerá digno de atención, pero lo cierto es que he estado mucho tiempo interesando vivamente en los mitos de la Segunda Guerra Mundial, de modo que me encuentro en condiciones de pronunciar excelentes discursos encaminados a explicar por qué podemos afirmar, sin miedo a equivocarnos, que las

bombas atómicas lanzadas sobre Hiroshima y Nagasaki no tuvieron prácticamente nada que ver con la circunstancia de que la guerra llegase a su fin, sino que fue el ataque que la Unión Soviética desencadenó contra Japón lo que forzó la rendición del emperador Hirohito, constreñido por esa circunstancia a salvar su propio cuello de criminal de guerra y a evitar que Japón quedara dividido en un conjunto de zonas ocupadas. Con todo, cuando a un científico se le plantea una pregunta relativa a un área del conocimiento con la que no está excesivamente familiarizado, los profesionales de la investigación deberían hacer una de estas dos cosas: o bien declinar la oferta de emitir una opinión, o bien introducir los pertinentes matices en sus observaciones, manifestando que se trata de un parecer de carácter tentativo que en modo alguno ha de considerarse equiparable al dictamen de un experto.

En términos prácticos, el problema estriba, como es obvio, en el hecho de que los científicos son seres humanos como los demás. Por consiguiente, no voy a decir que no veo la hora de que consigamos *de facto* un nivel discursivo capaz de divulgar los principios de la Ilustración entre las masas, porque lo cierto es que me parece que va para largo. Es una pena, pero también muy humano. Lo que yo he hecho ha sido tratar de reducir la

emisión de comentarios ociosos —sobre todo cuando no se introduce en ellos el matiz de que su realidad es de naturaleza cuestionable—, intentando al mismo tiempo no mostrarme ardiente en mis afirmaciones sino en aquellos casos en que sé que puedo respaldarlas con datos. Personalmente, creo haber alcanzado bastante éxito en este empeño, y yo diría que por el momento está logrando evitar que me meta en demasiados líos.

EL AFICIONADO AL BRICOLAJE

JAMES CROAK
Artista

La palabra «bricolaje», que es de origen francés y alude a las labores que realiza el «manitas», o la persona habilidosa a la que le gusta «hacer las cosas por sí misma», ha conseguido pasar recientemente a los campos del arte y la filosofía, de modo que los científicos harían bien encontrándole un hueco en la caja de herramientas en la que guardan su instrumental cognitivo. Una persona aficionada al *bricolage* es alguien dotado de maña y de talento, el tipo de individuo capaz de construir cualquier cosa a partir de otra muy distinta, es decir, de aporrear una tubería de desagüe tirada por ahí, sujetarle un trozo de chapa de latón de la que se emplea en algunos tejados, pasarle una capita de pintura, y *voilà*!, ofrecernos un buzón de correos. Si uno observa de cerca lo que ha sucedido, todos los componentes individuales siguen ahí —es decir, continúa habiendo un trozo de latón sacado de un viejo tejado y un pedazo de cañería—, pero ahora el montaje realizado revela ser superior al conjunto de las partes, habiendo adquirido además una utilidad diferente.

En el mundo de las letras, suele considerarse que el entusiasta del bricolaje es una especie de MacGyver intelectual, dedicado a hilvanar retazos de su legado literario con los elementos presentes en las subculturas que le rodean hasta conseguir un pastiche repleto de significación.

El bricolaje no es nuevo, pero sí es cierto que se ha convertido en una nueva forma de entender las realidades antiguas —o dicho de otro modo: se ha transformado en una epistemología, dando lugar al surgimiento de una serie de ideas contrarias a la Ilustración, al inacabable desfile de «-ismos» que transitarían los siglos XIX y XX—. El marxismo, el modernismo, el socialismo, el surrealismo, el expresionismo abstracto, el minimalismo: la lista es interminable y muy a menudo excluyente, puesto que cada nueva corriente insistirá en que sus antecesoras o coetáneas no tienen razón de ser. La realización de una exégesis de estas vastas teorías por medio de la deconstrucción —es decir, substituyendo los indicios por presencias efectivas— y otras actividades similares mostró a lo largo del siglo pasado que estas cosmovisiones no eran verdaderos descubrimientos sino constructos nacidos de la creativa inteligencia de una serie de adeptos al bricolaje dispuestos a trabajar en la sombra, encolando y uniendo entre sí toda una serie de

escenarios significantes a partir del montón de cachivaches textuales esparcidos por todas partes.

En la actualidad recluimos en sus respectivos anaqueles las cosmovisiones filosóficas de orden general, condenando también con ellas al ostracismo a los mejores movimientos estilísticos existentes en los campos del arte y las conclusiones especulativas. Ya nadie iza en los mástiles la bandera de ningún «-ismo», puesto que nadie se cuadra ya con solemne y respetuoso saludo ante las grandes narrativas. El pluralismo y las modestas descripciones del mundo han quedado transformados en una actividad privativa de las bellas artes y las bellas letras, dado que el *Zeitgeist** prima las explicaciones personalizadas y los mundos privados. Si la predicción más habitual mantenía hasta hace poco que la pérdida de estas grandes narrativas acabaría por desembocar en una situación marcada por la ausencia de finalidad (cosa propia del fin de la historia), lo que en realidad constatamos —y en todas partes— es que han surgido aficionados al bricolaje que se han dedicado a enfrascarse en la elaboración de metáforas generadoras de sentido.

Los gráficos dinámicos, el bioarte, el informatismo, la expresión artística en redes virtuales, el arte de sistemas, el Glitch Art, el hacktivismo, el arte robótico, la estética relacional y otros movimientos similares** forman

una amalgama caracterizada por un denominador común: el de haber sido concebidos por un conjunto de «manitas» contemporáneos, creadores de un inacabable cóctel. ¿Por qué no replantearse la pintura paisajística decimonónica que tomaba como motivo el río Hudson? No hay ningún inconveniente. ¿O se preferirá quizás el neo-Rodin o el pos-New Media? ¿Llegaremos a ver a un mormón coquetear con la Escuela de Fráncfort? No lo dude: el mes que viene será una realidad. Tras la suspensión la búsqueda de la validez universal, asistimos al apogeo de una notable libertad: la de armar retazos de vida rebosantes de significado a partir de los dispersos elementos que más a mano encontremos. Todo lo que se necesita es un aficionado al bricolaje.

LOS MÉTODOS DE LA CIENCIA NO SE CIRCUNSCRIBEN ÚNICAMENTE A LA CIENCIA

MARK HENDERSON
Editor científico de The Times; autor de 50 cosas que hay que saber sobre genética

La mayoría de la gente tiende a concebir la ciencia de una de estas dos maneras. O bien piensa que es un cuerpo de conocimiento y un sistema de comprensión del mundo —y a ese fin contribuirían las nociones de gravedad, de fotosíntesis y de evolución, por ejemplo—. O bien considera que su contenido se centra en la tecnología surgida como consecuencia de los frutos de ese conocimiento —dando lugar a realidades como las vacunas, los ordenadores o los coches—. Lo cierto, sin embargo, es que la ciencia es ambas cosas, y también algo más, como ya explicó Carl Sagan de manera memorable en *El mundo y sus demonios. La ciencia como una luz en la oscuridad*. Es una forma de razonar y el mejor modo ideado hasta la fecha (pese a que siga teniendo imperfecciones) para descubrir progresivamente la manera más adecuada de aproximarse a la realidad de las

cosas.

La ciencia es provisional, puesto que está siempre abierta a la posibilidad de una revisión si así lo exige el hallazgo de nuevas pruebas. Es contraria al autoritarismo: todo el mundo puede realizar aportaciones en cualquiera de sus campos, y todo el mundo puede elaborar teorías equivocadas. Además, la ciencia se esfuerza activamente por someter a prueba sus afirmaciones, y se siente cómoda en medio de un mar de incertidumbres. Todas estas cualidades confieren al método científico una fuerza sin parangón, ya que lo convierten en el medio más sólido para averiguar cosas. Sin embargo, es frecuente comprobar que sus capacidades quedan confinadas en el interior de una especie de gueto intelectual: el de las disciplinas que históricamente han venido considerándose «científicas».

Entendida como método, la ciencia puede aportar grandes soluciones a todo tipo de indagaciones ajenas al terreno específico del laboratorio. Y sin embargo, en lo que se refiere a las cuestiones propias de la vida pública, seguimos comprobando que la ciencia parece hallarse poco menos que desaparecida en combate. Y también hay que recordar que tanto los políticos como los funcionarios tienden a no valorar sino muy de cuando en cuando la utilización que puede darse a las herramientas derivadas

de la actividad de las ciencias —sean estas naturales o sociales— en lo tocante a la concepción de unas políticas más eficaces, e incluso en materia de captación de votos.

En los ámbitos de la educación y el derecho penal, por ejemplo, se interviene habitualmente sin haber sometido las cuestiones en liza a una adecuada evaluación. Ambas esferas del saber constituyen un terreno magníficamente abonado para la implantación de una de las técnicas científicas más potentes: la del ensayo aleatorio controlado. Y, sin embargo, rara vez se solicita la ayuda de dicha técnica antes de lanzarse a poner en marcha una o más iniciativas nuevas. Es muy frecuente comprobar que los estudios piloto resultan realmente irrisorios, dado que ni siquiera alcanzan a reunir las pruebas útiles que podrían emplearse para ponderar el éxito de una determinada medida política.

Sheila Bird, del Consejo de Investigación Médica de Gran Bretaña, por ejemplo, ha criticado el hecho de que en el Reino Unido se haya introducido una nueva directriz comunal denominada Orden de Tratamiento y Detección de Drogas para realizar un seguimiento de varios estudios piloto tan mal concebidos que resultan perfectamente inútiles. El número de temas incluidos en dichos estudios resultó ser excesivamente reducido y, además, los distintos elementos no habían sido sometidos a un proceso

aleatorio, no se contrastaban adecuadamente las órdenes con las alternativas, y ni siquiera se pedía a los jueces que consignaran fehacientemente qué otros métodos podrían haber empleado para dictar sentencia contra los infractores.

La cultura de la función pública también podría aprender cosas de las tendencias autocríticas derivadas de la cultura científica. Como ha señalado Jonathan Shepherd, de la Universidad de Cardiff, tanto los campos dedicados a la adopción de medidas políticas y sociales como los ámbitos de la protección social y la educación carecen de los equipos de académicos y facultativos que tantos avances han permitido realizar a la medicina. De esta forma se dividirían las tareas a realizar en dos grandes grupos: el del trabajo práctico realizado por las personas que actúan sobre el terreno y el de la labor teórica llevada a cabo por los individuos que investigan, puesto que es extremadamente infrecuente que sea un mismo sujeto el que asuma el peso de ambas actividades. Ocurre que, sencillamente, no se insta a los agentes de policía ni a los maestros ni a los asistentes sociales a examinar los métodos que emplean en sus respectivos cometidos como acostumbran a hacer en cambio los médicos, los ingenieros y los científicos de laboratorio. ¿Cuántas comisarías de policía se han animado a poner en

marcha algo que pueda considerarse equivalente a un grupo de discusión de artículos y planteamientos?

Tanto el método científico como el enfoque que este promueve, centrado en el pensamiento crítico, resultan demasiado útiles como para permitir que su aplicación se circunscriba únicamente al ámbito «científico». Si la ciencia puede ayudarnos a entender lo que sucedió en los primeros microsegundos de la creación y a aprehender la estructura del ribosoma, no hay duda de que también está capacitada para mejorar nuestra comprensión en otros terrenos, como el de la forma idónea de bregar con las apremiantes cuestiones sociales de nuestro tiempo.

EL JUEGO DE LA VIDA Y LA BÚSQUEDA DE GENERADORES LÓGICOS *

NICK BOSTROM
Director del Instituto para el Futuro de la Humanidad; catedrático de la Facultad de Filosofía de la Universidad de Oxford

El Juego de la Vida es un autómata celular inventado en el año 1970 por el matemático británico John Horton Conway. Son ya muchas las personas que se hallan familiarizadas con esta creación de Conway. No obstante, para quien no se encuentre en ese caso, la mejor forma de comprender de qué se trata consiste en experimentar con alguna de las versiones gratuitas que pueden encontrarse en Internet (aunque todavía hay una solución mejor, ya que si cuenta usted con unas nociones, siquiera rudimentarias, de programación, tendrá la posibilidad de construir un Juego de la Vida por sí mismo).

Explicado sucintamente, el juego consta de una rejilla, y cada una de las celdas puede hallarse en uno de estos dos estados: muerta o viva. El juego comienza colocando en la rejilla una distribución inicial de celdas vivas. Después solo tiene que dejar que el sistema evolucione por sí mismo, ateniéndose a tres sencillas

reglas.

¿Qué interés tiene este juego? Desde luego, no puede considerarse que el Juego de la Vida sea realista desde el punto de vista biológico. No hace nada útil. Ni siquiera se trata de un juego en el sentido habitual de la palabra. Ahora bien, es una plataforma con la que poder realizar todo un conjunto de demostraciones vinculadas con varios conceptos importantes, de modo que puede decirse que constituye una especie de «laboratorio virtual de filosofía de la ciencia». El filósofo Daniel Dennett ha afirmado que todo estudiante de filosofía tiene la responsabilidad de familiarizarse con dicho juego. Este autómata nos ofrece la posibilidad de contemplar un microcosmos lo suficientemente sencillo como para comprender con facilidad el modo en que suceden las cosas, sin que carezca por ello de una fuerza generatriz capaz de producir fenómenos interesantes.

Si dedicamos una hora a observar la evolución del Juego de la Vida podremos desarrollar una comprensión intuitiva de los siguientes conceptos e ideas:

- Complejidad emergente: esto es, aprenderemos cómo surgen pautas complejas a partir de una serie de reglas muy sencillas.
- Conceptos dinámicos básicos: es el caso, por ejemplo, de la distinción entre las leyes de la

naturaleza y las condiciones iniciales.

- Niveles de explicación: no tardamos en percibir una serie de pautas (como la aparición de un «planeador», es decir, de un concreto tipo de patrón que recorre la pantalla). Pueden describirse eficazmente estas pautas utilizando la terminología propia de los niveles superiores, pero lo cierto es que resulta muy engorroso describirlas valiéndonos únicamente del lenguaje de la física elemental que da lugar al surgimiento del patrón en sí (afirmando, por ejemplo, que se trata de píxeles individuales que están muertos o vivos).
- Superveniencia:** esto nos lleva a pensar en la relación existente entre las diferentes ciencias que existen en el mundo real. ¿Puede decirse de igual manera que la química superviene de la física, que la biología superviene de la química o que la mente superviene del cerebro?
- Formación de conceptos y disección minuciosa de los más íntimos detalles de la naturaleza:*** es decir, la averiguación de cómo y por qué alcanzamos a reconocer ciertos tipos de pautas, asignándoles un determinado nombre. De este modo, por ejemplo, resulta posible distinguir en

el Juego de la Vida lo que llamamos «vida estática», esto es, pequeñas pautas que se muestran estables e invariables; «osciladores», es decir, pautas que se mueven en un ciclo perpetuo, pasando por una secuencia fija de estados intermedios; «naves espaciales», o lo que es lo mismo, patrones que se desplazan a lo largo de la rejilla (como ya vimos que ocurría con los «planeadores»); «cañones», o patrones estacionarios que emiten de manera incesante un flujo de naves espaciales; y «locomotoras a vapor», o sea, patrones formales que se desplazan por la rejilla dejando restos tras de sí. Cuando uno empieza a construir estos y otros conceptos, el caos que aparece en la pantalla resulta cada vez más comprensible. El desarrollo de nociones capaces de explorar minuciosamente los más recónditos detalles de la naturaleza es el primero y más decisivo paso que se revela preciso dar para empezar a comprender una cosa —y esto no solo en el contexto del Juego de la Vida sino también en el terreno de la ciencia y en la esfera de la vida cotidiana.

En un plano más avanzado, descubrimos que el Juego

de la Vida es un sistema de Turing completo, lo que significa que podemos construir una pauta que actúe a la manera de una Máquina Universal de Turing (esto es, como un ordenador facultado para simular el comportamiento de cualquier otro ordenador). De este modo, llegamos a la conclusión de que en el Juego de la Vida puede ponerse en marcha cualquier función computable, incluyendo tal vez una función capaz de describir un universo similar a aquel en el que nosotros mismos habitamos. En el Juego de la Vida también es posible fabricar un constructor universal, es decir, una pauta capaz de generar un gran número de objetos complejos, incluyendo copias de sí misma. No obstante, las estructuras que vemos evolucionar en el Juego de la Vida son distintas de las que encontramos en el mundo real, ya que las estructuras del Juego de la Vida tienden a ser frágiles, en el sentido de que es muy frecuente comprobar que la modificación de una única celda puede acabar provocando la disolución de todas las demás. Un ejercicio interesante consiste en tratar de imaginar cuáles son exactamente los elementos que explican dichas diferencias, cotejando para ello las reglas del Juego de la Vida con las leyes de la física que rigen en el universo que nosotros mismos habitamos.

Es posible que la mejor forma de entender el Juego

de la Vida ideado por Conway no consista en considerar que se trata de una abstracción taquigráfica singular sino en verlo más bien como un generador de ese mismo tipo de abstracciones. Gracias al Juego de la Vida de Conway conseguimos un conjunto de abstracciones útiles —o al menos disponemos de un método para generarlas—, y todo ello con el mismo coste energético que el que nos supondría la obtención de una sola. Esta circunstancia señala además la presencia de una abstracción taquigráfica particularmente fructífera: la derivada de aplicar la estrategia denominada «búsqueda de generadores». Es habitual que nos enfrentemos a un gran número de problemas. Podemos tratar de resolverlos uno a uno, pero se nos ofrece también la alternativa de intentar crear un generador capaz de producir soluciones a múltiples problemas.

Pensemos, por ejemplo, en el reto que supone hacer progresar el conocimiento científico. Podríamos avanzar en ese sentido abordando directamente unos cuantos problemas científicos al azar. No obstante, es posible que pudiésemos incrementar el ritmo de nuestros progresos dedicándonos a buscar generadores y centrando nuestros esfuerzos en una serie de subconjuntos concretos de esos mismos problemas científicos —a saber, aquellos cuyas soluciones tienen más posibilidades de facilitar el

descubrimiento de otras muchas soluciones—. Desde este planteamiento podríamos prestar la máxima atención a las innovaciones metodológicas de más amplia aplicación potencial, al desarrollo de aquellos instrumentos científicos capaces de permitir la concepción de una gran cantidad de experimentos nuevos, y a la introducción de mejoras en los procesos institucionales, como el de la revisión por homólogos, ya que todo ello puede ayudarnos a tomar decisiones relacionadas con la persona que más nos conviene contratar, financiar o promover —decisiones que, de este modo, reflejarían más exactamente el verdadero mérito de los candidatos.

En este mismo sentido, es muy probable que nos interese sobremanera desarrollar un conjunto de potenciadores cognitivos eficaces en el campo de la biomedicina, fomentando al mismo tiempo otras fórmulas capaces de mejorar las capacidades pensantes de los seres humanos —dado que, a fin de cuentas, el cerebro es el generador por excelencia.

EL ANECDOTISMO

ROBERT SAPOLSKY
Neurocientífico de la Universidad de Stanford; autor de El mono enamorado y otros ensayos sobre nuestra vida animal

Son varios los conceptos que acuden a mi mente al buscar alguno susceptible de ser incluido en nuestro instrumental cognitivo. Por ejemplo el de «emergencia». O en relación con esta misma noción, podría añadir igualmente el del «fracaso del reduccionismo», esto es, la idea de que es preciso desconfiar de la afirmación de que, si uno quiere alcanzar a comprender un fenómeno complejo, la única herramienta científica que puede emplearse consiste en dividir el problema en los elementos que lo componen para estudiarlos seguidamente de forma aislada e individualizada, volviendo a recomponer después el todo mediante la reunión de sus más pequeños elementos constitutivos. Se trata de un método que muy a menudo no funciona, y cada vez más es más habitual constatar que no se consigue ningún resultado al aplicarlo a los fenómenos más interesantes e importantes que pueden observarse en el mundo exterior. Por poner un ejemplo: imagine que tiene usted un reloj que no funciona correctamente. Muy a

menudo le será posible arreglarlo abriéndolo y desmontando las piezas que lo componen hasta dar con el engranaje que muestra un diente partido (la verdad es que no tengo ni idea de si siguen existiendo relojes en el planeta que continúen utilizando este tipo de mecanismos). Ahora bien, si nuestro problema consiste en enfrentarnos a una nube que no descarga la humedad que contiene, resulta inútil descomponerla en sus elementos constitutivos. Y lo mismo cabe decir en el caso de una persona cuya mente no opere de manera correcta, o en el de la comprensión de los problemas de una sociedad o un ecosistema.

En este mismo sentido podemos encontrar otros términos relacionados con los anteriores, como «sinergia» e «interdisciplinar» —pero líbrenos el cielo de tener que seguir escuchando afirmaciones vinculadas con cualquiera de esas dos palabras—. Actualmente existen áreas del conocimiento científico en las que resulta enteramente imposible conseguir un puesto docente a menos que hayamos tenido la precaución de incluir uno de esos dos vocablos en el título de la ponencia con la que optemos al cargo y nos lo hayamos hecho tatuar en la parte baja de la espalda.

Otro concepto científico igualmente útil es el de «vulnerabilidad genética». Personalmente, tengo la esperanza de que esta noción consiga abrirse camino y

terminar formando parte del equipamiento cognitivo del común de los mortales, dado que sus dobles malvados —me refiero a la «inevitabilidad genética» y al «determinismo genético»— no solo han logrado arraigar ya con notable fuerza en esa caja de herramientas cognitiva que aquí estamos proponiendo sino que, además, pueden exhibir a estas alturas una prolongadísima estela de consecuencias negativas. Todo el mundo debería conocer los trabajos de científicos como Avshalom Caspi y sus colegas, que se han dedicado al estudio de los polimorfismos genéticos asociados con los distintos sistemas de neurotransmisores vinculados con ciertos desórdenes psiquiátricos y algunas conductas antisociales. Serán muchas —demasiadas, de hecho— las personas que sientan la tentación de aplaudir este estado de cosas basándose en esa herramienta deforme y prácticamente inútil que es el determinismo genético. «Basta aceptar uno de esos polimorfismos para verse arrastrado por la inevitabilidad.» Y, sin embargo, lo que demuestran de la manera más elegante imaginable los estudios realizados por Avshalom Caspi y sus colaboradores es que la presencia de dichos polimorfismos no implica en modo alguno un riesgo mayor de padecer esos desórdenes, ya que el incremento del peligro es prácticamente igual a cero —a menos que uno tenga la desgracia de crecer en un

entorno particularmente dañino—. Por eso digo: a paseo con el determinismo genético.

Sin embargo, el concepto científico que sugiero que se incluya en nuestro instrumental cognitivo resulta muy útil y sencillo, dado que en realidad no se trata de una noción científica: estoy hablando del anecdotismo. Todo buen periodista conoce la fuerza que expresa esta idea. ¿Qué es mejor, empezar un artículo con una estadística sobre los índices de embargo inmobiliario o presentar al público el caso de una familia machacada por una entidad bancaria? Bueno, no es muy difícil decidirse. ¿Y qué resultará preferible, desplegar un conjunto de mapas que permitan apreciar el gran volumen de refugiados que huye de Darfur o destacar en primera plana el demacrado rostro de un huérfano que se muere de hambre en un campamento de acogida? Las elecciones son obvias. Hay que galvanizar el ánimo del lector.

No obstante, el anecdotismo es igualmente una práctica que se presta a la distorsión, al menos en potencia. ¿Qué elegir: las lecciones de la ciencia y eliminar las grasas saturadas de nuestra dieta, o traer a colación el caso del tío de un amigo de nuestra esposa que no come más que cortezas de cerdo y sigue haciendo pesas a la edad de ciento diez años? ¿Y qué hacer: confiar en uno de los pilares que han permitido ampliar la

esperanza de vida a lo largo del siglo XX y proceder a vacunar a nuestros hijos u obsesionarnos con uno de esos relatos de terror de tipo similar a los que prodiga el *National Enquirer* y no inmunizarlos, en atención al relato de una vacunación concreta que acabó de manera desastrosa? El solo hecho de pensar en el vigente potencial que encierra el siguiente caso de anecdotismo que voy a mencionar hace que me estremezca —y les pido que tengan en cuenta que estoy escribiendo estas líneas tan solo cuatro días después de las graves heridas sufridas por la política Gabrielle Giffords y otras diecinueve personas más (seis de ellas fallecidas) en el tiroteo provocado por Jared Loughner en Arizona—. En el momento en que redacto este escrito, algunos expertos, como el prestigioso psiquiatra Edwin Fuller Torrey, comienzan a conjeturar que Loughner es un esquizofrénico paranoico. Y de ser cierto, la explotación de este anecdotismo volverá a dar alas al trágico error que presupone que las personas que padecen una enfermedad mental son más peligrosas que el resto de nosotros.

Por consiguiente, cabe pensar que si argumento en favor de la inclusión del anecdotismo en el instrumental cognitivo del conjunto de la población lo que hago en realidad es abogar por la incorporación de dos cosas a esa caja de herramientas: a) la comprensión de las

distorsiones que dicha práctica puede provocar; y b) el reconocimiento, en honor a los trabajos realizados por personas como Amos Tversky y Daniel Kahneman, de la magnética atracción que el anecdotismo ejerce sobre nosotros —dada su capacidad para proporcionarnos una elevada satisfacción cognitiva—. Siendo como somos un grupo de primates sociales dotados de una región del córtex cerebral especializada en el reconocimiento de rostros, tendemos a considerar que el semblante de los individuos —o si se quiere, usando el término en sentido más metafórico, el aspecto más exterior y superficial de los acontecimientos— tiene una fuerza muy especial. Sin embargo, las áridas pautas, en modo alguno intuitivas, de las estadísticas y los gráficos de variación suelen resultar, por regla general, mucho más informativas.

SE PUEDE MOSTRAR QUE ALGO ES POSITIVAMENTE PELIGROSO PERO NO QUE SEA RADICALMENTE SEGURO

TOM STANDAGE
Director editorial de contenidos digitales de The Economist; autor de An Edible History of Humanity

A mi juicio, si lográramos divulgar la comprensión de un hecho concreto, a saber, que resulta imposible probar una realidad negativa, contribuiríamos enormemente a elevar el nivel del debate público relacionado con la ciencia y la tecnología.

Como periodista, he perdido ya la cuenta del número de veces que la gente ha exigido que se demuestre que una determinada tecnología «no genera ningún perjuicio». Esto, evidentemente, resulta imposible, del mismo modo que no hay forma de demostrar que no existen los cisnes negros. Son varias las maneras en que puede uno esforzarse en encontrar un cisne negro (el perjuicio), pero en caso de no lograr dar con ninguno no podrá afirmarse que no sea potencialmente posible topar finalmente con él: la ausencia de evidencia no es evidencia de ausencia.

Todo cuanto podemos hacer es volver a buscar el

daño o el perjuicio al que le estemos siguiendo la pista, haciéndolo esta vez de manera distinta. Y si continuamos viéndonos en la imposibilidad de hallarlo tras procurar dar con él de todas las formas que alcance uno a imaginar, la cuestión seguirá abierta: «la falta de pruebas de un daño dado» implica a un tiempo que la situación en sí es «todo lo segura que quepa pensar» pese a que «sigamos sin tener la absoluta certeza de si es o no enteramente inocua».

Cuando señalan este extremo, es muy frecuente que se acuse a los científicos de destrozar la lógica. Sin embargo, resultaría inmensamente beneficioso para el discurso público que se divulgara lo máximo posible la comprensión de que resulta posible mostrar que algo es positivamente peligroso pero no que sea radicalmente seguro.

AUSENCIA Y EVIDENCIA

CHRISTINE FINN
Arqueóloga, periodista, autora de Artifacts: An Archaeologist's Year in Silicon Valley

La primera vez que escuché las palabras «La ausencia de evidencia no es evidencia de ausencia» me encontraba cursando el primer año de la carrera de arqueología. Hoy sé que fue Carl Sagan quien acuñó ese aforismo al tratar de contrarrestar en una ocasión los intentos destinados a probar algo sobre la base de una ignorancia, pero en la época en que llegó inicialmente a mis oídos, aquella cita desprovista de autor y de contexto era simplemente una de las herramientas que nos ofrecía el profesor que nos la acababa de señalar a fin de instarnos a incluirla en nuestro instrumental cognitivo y ayudarnos a hallar sentido al proceso de la excavación arqueológica.

Desde un punto de vista filosófico, la idea que expresó en su momento Carl Sagan resulta realmente un concepto muy complejo, pero en un yacimiento arqueológico todo se esclarece gracias a la concienzuda y laboriosa tarea de excavar, cepillar y extraer las piezas halladas en el emplazamiento. Se trata de una noción que

tiene la utilidad de recordarnos, mientras inspeccionamos el lugar, que hemos de tener en cuenta las posibles realidades que no se hallaban presentes en el yacimiento cuando este era aún un espacio vivo. Lo que encontramos, observamos y reunimos es un conjunto de restos materiales, de artefactos que han logrado llegar hasta nosotros —y que, por regla general, sobreviven gracias a las características de la propia materia de que están compuestos o en virtud de la afortunada circunstancia de que el punto y la forma en que quedaron abandonados viniera a favorecer venturosamente su conservación—. En un yacimiento arqueológico apenas suelen quedar residuos constatables de lo que un día hubo, y un buen ejemplo de ello es la capa de carbonilla y cenizas que atestigua la presencia de un hogar prehistórico. Pero, a pesar de que tras el lavado o la realización del análisis en el laboratorio puedan encontrarse otros restos, lo cierto es que no dejan de constituir un conjunto de pruebas tangibles. No obstante, lo que nos aportaba el concepto de Carl Sagan era la idea de los restos invisibles, la conciencia de aquel material que, desaparecido ya del punto espacial que tomamos como referencia para nuestra incursión en el tiempo pretérito, tuvo en su día, pese a todo, una concreta influencia en el contexto de la realidad viva de la que formó parte.

Aquella exhortación estimulaba poderosamente mi imaginación. Comencé a buscar más ejemplos de aquella concepción en contextos que no tuviesen un carácter filosófico. Empecé a interesarme en la figura de Leonard Woolley, el gran arqueólogo del Oriente Próximo, dado que al proceder a excavar el palacio de Ur, perteneciente a la Mesopotamia del siglo XXI antes de Cristo y situado actualmente en Irak, este científico tuvo la osadía de evocar la existencia de instrumentos musicales de la época basándose precisamente en el hecho de su ausencia. Las pruebas que contribuirían a impulsarle a afirmar esa realidad se encontraban en los orificios que se observaban en los diferentes estratos de la excavación, espectros vacíos de otros tantos objetos de madera que el tiempo había terminado por volatilizar hacía muchos siglos. Woolley aprovecharía la evidencia de esta ausencia para realizar moldes de aquellos orificios y recuperar los instrumentos perdidos mediante la elaboración de reproducciones basadas en dichos moldes. Recuerdo que en aquellos años me llamó mucho la atención el hecho de que, en realidad, estuviera creando tantas obras de arte como objetos perdidos viniera a resucitar. Las liras ausentes constituían en realidad un conjunto de instalaciones artísticas que Woolley había logrado esbozar a partir de sus intervenciones

arqueológicas, transformándolas después en otros tantos artefactos. En época más reciente, la artista británica Rachel Whiteread ha conseguido hacerse un nombre gracias a una novedosa comprensión de la forma ausente, puesto que, partiendo del molde de una casa, ha logrado poner de relieve los entresijos y los espacios recónditos de un interior doméstico.

El reconocimiento de la evidencia de una ausencia no implica imponer una forma a lo intangible sino que guarda más bien relación con la apreciación de un elemento potencial en el hecho de que algo se halle ausente. Lo que yo sugiero es que si aceptamos que el concepto de ausencia constituye una idea positiva ocurren cosas interesantes. Los arqueólogos del Oriente Próximo se han sentido desconcertados al encontrar un gran número de baños públicos y otro tipo de estructuras aisladas en remotos lugares de los desiertos del norte de África. ¿Dónde estaban las pruebas de una habitación humana? Pues bien, la clave del enigma residía justamente en una ausencia: eran los nómadas quienes utilizaban aquellos edificios y, como se sabe, los nómadas no dejan tras de sí más que las efímeras huellas de sus camellos en la arena. Los espacios que ocupaban eran de carácter efímero — jaimas que en caso de no desmontar y llevarse consigo estaban confeccionadas con unos materiales que no

tardaban en desaparecer en el desierto—. De este modo, al revisar a esta luz las fotografías aéreas del desierto, las ruinas parecen repoblarse de forma embrujadora.

Las evidencias ausentes de nuestra propia presencia se encuentran por todas partes, y son todavía más numerosas que las huellas digitales.

Al fallecer mis padres y heredar yo su casa, me entregué a la tarea de reorganizar sus habitaciones, labor que se me antojó a un tiempo emotiva y arqueológica. En la última repisa en que miré, la de la chimenea, comprobé que se habían acumulado, a lo largo de treinta y cinco años de vida matrimonial, montones de fotografías, cachivaches diversos, pequeños tesoros hallados a la orilla del mar y cajitas repletas de botones y monedas antiguas. Me pregunté qué conclusiones podría sacar alguien que no conociera la historia de mis padres —digamos, por ejemplo, un especialista en ciencias forenses o un arqueólogo convencional— en caso de que su narrativa se hubiera tenido que basar exclusivamente en ese variopinto conjunto de pruebas tangibles. Sin embargo, al llevarme todo aquello de allí en un arrebato emocional tuve la clara sensación de estar sacando de la habitación, junto con los objetos materiales, una gran cantidad de elementos no presentes ni palpables. Se trataba de algo invisible e imposible de cuantificar, de

algo que había mantenido unidas todas aquellas cosas en su específico contexto.

Me percaté de que estaba ante una sensación ya conocida, y me vino a la memoria mi primera excavación arqueológica. La realicé para hacer aflorar los restos de un sabueso de largas patas, uno de aquellos «espléndidos perros de caza» que, según refiere el autor clásico Estrabón, solían venderse en el Imperio romano, sin reparar en los costes de llevarlos hasta allí desde Britania. Al arrodillarme junto a aquella fosa de dos mil años de antigüedad, tratando de recoger con el máximo cuidado hasta el más diminuto de los fragmentos óseos, tuve la impresión de haber iniciado una labor escultórica y sentí la presencia de algo que, en realidad, se hallaba ausente. Me sería imposible cuantificarlo, pero era aquella invisible «evidencia» lo que, al parecer, había conferido su condición canina al animal allí enterrado.

HISTÉRESIS

JOHN McWHORTER
Lingüista; crítico cultural; investigador principal del Instituto Manhattan; profesor del Departamento de Literatura Inglesa y Literatura Comparada de la Universidad de Columbia; autor de What Language Is (And What It Isn't and What It Could Be)

En una situación ideal, el público general comprendería de forma espontánea que lo que los politólogos denominan histéresis resulta ser, en realidad, un término cuya capacidad para explicar el modo en que opera el mundo es muy superior a lo que parece. La «histéresis»* hace referencia al hecho de que, muy a menudo, algo que da la impresión de ser normal o inevitable en el momento presente se inició en su día a raíz de una decisión tenida por racional en un particular instante del pasado, pese a haber llegado hasta nosotros tras haberse eclipsado ya la justificación que le dio originalmente razón de ser, debido a que, una vez sentada su adecuación, comenzaron a surgir una serie de factores externos que vinieron a desaconsejar una vuelta atrás destinada a poner en práctica otras posibilidades alternativas.

El ejemplo paradigmático es el de la disposición que presentan los distintos caracteres en el teclado de las

máquinas de escribir —disposición que puede parecer ilógica a primera vista—. ¿Por qué no colocar sencillamente las letras en orden alfabético, o situarlas de tal manera que las que tiendan a pulsarse con mayor frecuencia vengan a quedar bajo los dedos provistos de una fuerza percutora más intensa? Lo que sucede, de hecho, es que los vástagos metálicos que sujetaban los caracteres de la primera máquina de escribir tendían a trabarse unos con otros cuando se procedía a un mecanografiado de alta velocidad, de modo que el inventor del artilugio optó por concebir *ex profeso* una disposición de letras que le permitiera colocar la «A» bajo el dedo meñique, cuya torpeza y escasa fuerza contribuiría a evitar así el bloqueo del mecanismo. Además, se decidió dotar a la primera fila de letras de todos los caracteres contenidos en la palabra «*typewriter*» a fin de que los vendedores de estos aparatos, que carecían de conocimientos mecanográficos, pudiesen escribir dicho término valiéndose únicamente de una hilera de teclas.

Sin embargo, no se tardaría mucho en conseguir ciertas mejoras mecánicas y lograr así que se pudiera mecanografiar a mayor velocidad sin ningún percance, apareciendo por consiguiente en el mercado una serie de teclados innovadores cuyas letras aparecían dispuestas en

función de su frecuencia de uso. Pero ya era demasiado tarde: no había forma de volver atrás. En la década de 1890, todos los mecanógrafos de los Estados Unidos se habían acostumbrado a utilizar teclados de tipo QWERTY, habiendo aprendido a recorrer a toda velocidad los pulsadores de un conjunto de nuevas versiones de esos mismos teclados, dado que ahora ya no se trababan con tanta facilidad. Volver a entrenarles a fin de que pudieran usar los nuevos teclados habría resultado extremadamente costoso y en último término innecesario, de modo que los teclados QWERTY lograron pasar de generación en generación, hasta el punto de que incluso en la actualidad seguimos valiéndonos de la extraña configuración QWERTY en los teclados de los ordenadores, en los que el bloqueo mecánico es simplemente imposible.

La idea básica es muy sencilla, pero en general se tiende a pensar que el concepto pertenece a la esfera de los relatos «interesantes», como el del teclado QWERTY, en lugar de considerar que se trata de una evolución capaz de explicar una enorme cantidad de procesos científicos e históricos. En vez de ponderar el peso de la histéresis en la realidad de las cosas, la tendencia natural consiste en hallar la explicación de los fenómenos modernos en un conjunto de causas y condiciones igualmente modernas.

Podría pensarse que los gatos recubren sus excrementos en virtud de una cierta voluntad de pulcritud, pero lo cierto es que ese mismo animal no tendrá el menor inconveniente en ingerir su propio vómito para saltar después al regazo del amo y arrellanarse allí tranquilamente. Si los gatos proceden a enterrar sus deposiciones es a causa de un instinto adquirido en la época en que todavía vivían en estado salvaje, ya que entonces ese comportamiento contribuía a evitar que los predadores pudieran detectar su presencia. Y como en la actualidad no hay ninguna razón que impulse a los gatos a perder ese rasgo evolutivo, lo que sucede es que este se conserva (para gran alivio de quien los tenga por mascotas). Muchas veces he deseado que fuera mucho mayor el número de personas que sintieran el impulso espontáneo de aceptar que la verosimilitud de las explicaciones basadas en nociones vinculadas con la histéresis es tan elevada como las de las basadas en ideas poco rigurosas fundadas en el presente. Y ello por la sencilla razón de que la noción de que el fundamento de la realidad presente descansa en una dinámica mezcla de realidades actuales y condicionamientos antiguos resulta simplemente más atrayente que suponer que en el presente viene a resumirse (básicamente) la totalidad de lo real y que la historia no es más que «el pasado», esto es, un

ámbito cuyo único interés estribaría en poder ponderar las posibilidades de que algo ya ocurrido en ese tiempo anterior pudiera venir a repetirse en la época actual —eventualidad que es muy distinta de lo que permite comprender la histéresis.

Pongamos un ejemplo: la histéresis tiene la capacidad de dar cuenta de un gran número de extremos relacionados con el lenguaje, extremos que de lo contrario se atribuirían a un variopinto conjunto de explicaciones artificiosas y poco convincentes. El hecho de que buena parte del público en general se adhiera a la idea de que la lengua que uno maneja canaliza la forma en que uno piensa, se basa en este tipo de planteamientos. Robert McCrum elogia la «eficiencia» del idioma inglés señalando que se funda, entre otras cosas, en la escasez de sufijos, circunstancia que le evita tener que cargar con el lastre de un tipo de partículas que vienen a añadir una complejidad excesiva a la mayor parte de las lenguas europeas. La idea viene a sostener asimismo que ese estado de cosas hunde sus raíces en la existencia de un «algo» en el ánimo del hablante inglés que habría contribuido a impulsarle y a permitirle liderar el mundo a través de la exploración y la Revolución Industrial.

Lo cierto, sin embargo, es que el inglés comenzó a perder los sufijos en el siglo VIII antes de Cristo, es decir,

en la época en que los vikingos invadieron Gran Bretaña, circunstancia que determinaría que el número de recién llegados que se vieron abocados a aprender imperfectamente la lengua fuera extremadamente elevado, de modo que hasta los niños británicos comenzaron a hablar de la misma manera. Una vez arraigado ese estado de cosas resultó ya posible crear los géneros y las conjugaciones prácticamente de la nada —y de hecho no existe ya la posibilidad de volver atrás, al menos en tanto que el gradual proceso de configuración lingüístico no recree ese tipo de cosas con el paso de una ingente cantidad de generaciones—. Esto significa que la actual fluidez de la sintaxis inglesa no guarda la menor relación con ninguna pretendida cualidad actual del espíritu inglés, del mismo modo que tampoco es posible vincularla con ningún otro supuesto elemento anímico que diera en manifestar hace cuatro siglos su presencia en la idiosincrasia inglesa. El factor responsable de dicho estado de cosas es la histéresis, y lo mismo cabe decir de la mayor parte de las realidades relacionadas con la forma en que aparece estructurado el lenguaje.

Pensemos asimismo en los numerosos comentarios que se escuchan actualmente en relación con la existencia de una crisis generalizada de las competencias ortográficas, supuestamente debida al envío de correos

electrónicos y al uso de los mensajes de texto telefónicos. Hay no obstante un argumento circular en este razonamiento: ¿cuál es el motivo concreto que vendría a impedir hoy que la gente redactara sus correos y sus mensajes de texto en un estilo «literario» semejante al que en su día acostumbraban a emplear las personas al elaborar sus cartas? También se invoca, en este mismo sentido, el efecto, vagamente definido, de la televisión, pese a que los niños lleven aferrándose al hábito de acurrucarse delante de la pequeña pantalla desde la década de 1950, esto es, mucho antes de la década de 1980 en la que habrán de empezar a lanzarse —al menos con el presente nivel de alarmismo— los gritos de alerta que ya se han convertido hoy en cosa cotidiana, como puede observarse en el informe que presentara en su día la Comisión Nacional de los Estados Unidos para la Excelencia en la Educación con el título de *A Nation at Risk*.

Una vez más, la explicación fundada en las causas presentes carece de la coherencia suficiente, mientras que la que se basa en la existencia de un desarrollo histórico previo que no admite vuelta atrás resulta perfectamente sólida. El público estadounidense de habla inglesa inició en la década de 1960 un giro de comportamiento que le llevó a pasar del empleo de un estilo muy cuidado en sus

comunicaciones al uso de un conjunto de fórmulas menos convencionales y cuasi «orales», y todo ello como consecuencia de los cambios culturales sobrevenidos en el clima de la época, crecientemente dominado por la contracultura. Esta nueva percepción acabaría afectando de manera muy directa al modo en que se redactaban los manuales destinados al aprendizaje de la lengua, al grado de exposición de los jóvenes a las viejas fórmulas del «discurso» formal, y a la actitud que mantenía el conjunto del público en relación con el legado general de la lengua inglesa. El resultado de esa confluencia de circunstancias ha sido el surgimiento de una cultura lingüística que tiende a privilegiar las expresiones escuetas, corrientes y espontáneas. Ha bastado troquelar a una sola generación con las claves de dicho contexto para que no exista ya forma alguna de desandar lo andado. Cualquiera que optara por comunicarse con la grandilocuente fraseología de antaño parecería expresarse de un modo absurdo, negándosele en gran medida, tanto a él como a sus mensajes, tanto influencia como difusión. Por consiguiente, el análisis de la histéresis nos permite señalar que este cambio cultural constituye la verdadera causa de todo aquello que nos descorazona, nos encanta o simplemente capta nuestra atención en el terreno de los actuales usos lingüísticos del inglés, revelando al mismo

tiempo que el papel que desempeñan tanto la televisión como el correo electrónico y el resto de las tecnologías modernas es meramente epifenoménico.

A mis ojos, son muchos los elementos y factores de la vida que han de explicarse en función de su histéresis. Si me fuese dado elaborar, partiendo de cero, el currículo educativo del país, insistiría en que dicho concepto se encontrase entre los destinados a ser enseñados a los jóvenes desde la edad más temprana posible.

INTERSEIDAD

SCOTT D. SAMPSON
Paleontólogo especializado en el estudio de los dinosaurios; biólogo evolutivo; divulgador científico; autor de Dinosaur Odyssey: Fossil Threads in the Web of Life

La inclusión del concepto de «interseidad» en el conjunto de las herramientas cognitivas que manejamos los seres humanos podría resultar notablemente beneficioso. Se trata de una noción que debemos a un monje budista vietnamita llamado Thich Nhat Hanh. Así lo expresa él mismo:

> Si uno es un poeta, verá flotar con toda claridad una nube sobre la hoja del papel en blanco. Sin la nube no habrá lluvia; sin la lluvia no alcanzarán a desarrollarse los árboles; y sin los árboles sería imposible fabricar el papel. La existencia de la nube resulta esencial para la existencia del papel. Si la nube careciera de realidad, tampoco podría tener realidad la hoja de papel [...]. La voz «interseidad» es una palabra que todavía no figura en el diccionario, pero si combinamos el prefijo «inter-» con el verbo «ser», nos encontramos frente a una nueva forma verbal: la del «inter-ser». Sin nube no es posible disponer de papel, de modo que puede decirse que la nube y la hoja de papel *inter-son* [...]. Ser es inter-ser. Ocurre simplemente que no se puede ser de forma aislada. Es preciso inter-ser con todo cuanto existe. Esta hoja de papel es porque todo lo demás es.

En función de la perspectiva que adoptemos, el

pasaje anterior nos parecerá un texto imbuido de una honda sabiduría o un nuevo ejemplo de la jerigonza propia de los movimientos adscritos a la Nueva Era. Lo que yo pretendo proponer aquí es una doble idea: en primer lugar, que la noción de la interseidad constituye en realidad un sólido hecho científico —al menos admitiendo que exista verdaderamente algo semejante a un hecho científico sólido—, y en segundo lugar, que dicho concepto no solo posee una importancia crucial sino que resulta extremadamente oportuno.

No sería difícil argumentar que la idea más apreciada y más profundamente arraigada en la mentalidad occidental es la de la individualidad distinta y separada de nuestro yo, encapsulado en los límites definidos por el envoltorio de nuestra piel —esto es, la convicción de que se nos puede asemejar a otras tantas máquinas aisladas y estáticas—. El hecho mismo de haber externalizado el mundo, distinguiéndolo y alejándolo de nuestro cuerpo, determina que nos veamos consumidos por un torrente de pensamientos centrados a un tiempo en promover nuestros propios objetivos y en protegernos a nosotros mismos. Sin embargo, esta idea tan hondamente anclada del aislamiento se revela ilusoria, como muestra el constante intercambio de materia y energía que mantenemos con el mundo «exterior». ¿En qué momento

puede decirse que la última bocanada de aire, el último sorbo de agua o el último bocado de comida de una persona deja de ser parte del mundo exterior para pasar a convertirse en elemento integrante de esa misma persona? ¿Y en qué preciso instante cabe afirmar que las exhalaciones y excreciones de los seres humanos dejan de ser parte integrante de su realidad? Nuestra piel tiene mucho más de membrana permeable que de barrera, hasta el punto de que, como suele suceder en el caso de los remolinos, resulta difícil determinar dónde termina «uno mismo» y dónde empieza el resto del mundo. Tras recibir energía de la luz del sol, la vida logra convertir la materia inanimada en nutrientes, unos nutrientes recorrerán posteriormente el organismo de las plantas, de los herbívoros y de los carnívoros antes de acabar descomponiéndose y regresar a substrato inanimado de la Tierra, donde volverán a iniciar el ciclo. Nuestro metabolismo interno está íntimamente entrelazado con ese circuito metabólico terrestre. Y una de las consecuencias de ese estado de cosas se concreta en el hecho de que todos los átomos de nuestro cuerpo son sustituidos por otros diferentes cada siete años aproximadamente.

Para contrarrestar este punto de vista podría replicarse algo similar a esto: «Vale, de acuerdo, todo cambia con el paso del tiempo. ¿Y qué? En cualquier

momento dado sigue siendo posible distinguir fácilmente al yo del otro».

No es tan fácil. Resulta que «usted» no es una sola forma de vida —es decir, un yo— sino muchas. Únicamente en la boca tenemos más de setecientos tipos distintos de bacterias. Nuestra piel y nuestras pestañas se hallan igualmente poblados de microbios, y en nuestros intestinos se aloja asimismo un conjunto similar de linajes bacterianos. Pese a que esto siga dejando varias regiones libres de presencia microbiana en un organismo sano —por ejemplo las del cerebro, la médula espinal y el torrente sanguíneo—, las últimas estimaciones señalan que nuestro yo físico posee aproximadamente diez billones de células humanas y cerca de cien billones de células bacterianas. En otras palabras, *en cualquier momento dado*, como se nos decía, nuestro cuerpo estará compuesto por materiales no humanos en un noventa por ciento —*grosso modo*—, y el número de formas de vida que alberga se revelará superior a la cifra de habitantes con que cuenta actualmente la Tierra. ¡De hecho, el número de formas de vida que nos habita supera incluso el volumen de estrellas contenidas en el conjunto galáctico que denominamos Vía Láctea! Y para añadir aún más interés a las cosas, las investigaciones microbiológicas demuestran que nos hallamos en una relación de completa

dependencia respecto de este despliegue de bacterias (inmerso, a su vez, en un continuo proceso de cambio), ya que todas ellas nos procuran una variadísima gama de «servicios» que van desde la sujeción y el control de las posibles intrusiones externas a la conversión de los alimentos en nutrientes asimilables por el organismo.

Por consiguiente, si estamos intercambiando materia continuamente con el mundo exterior, si nuestros cuerpos quedan completamente renovados cada pocos años, y si todos y cada uno de nosotros somos una colonia ambulante integrada por billones de formas de vida de comportamiento en gran medida simbiótico, ¿en qué consiste exactamente ese yo que consideramos separado e independiente? No somos seres aislados. El hecho de adherirse a las tendencias en vigor y de concebir el cuerpo, siquiera en términos metafóricos, al modo de una máquina no solo resulta inadecuado sino también destructivo. En realidad, todos nos parecemos más a un remolino, a una breve concentración de energía en perpetuo cambio inmersa a su vez en una vasta corriente que lleva fluyendo miles de millones de años. En muchos aspectos, la línea divisoria que separa al yo de los otros resulta arbitraria. El punto de «corte» puede situarse en muchos sitios, en función de la metáfora del yo que elijamos abrazar. Tenemos que aprender a considerarnos

de un modo diferente, es decir, debemos dejar de vernos como yoes aislados para pasar a contemplarnos como seres permeables y entrelazados: como yoes integrados en el interior de otros yoes más amplios (yoes entre los que cabe incluir el yo de la especie (o sea, a la humanidad) y el yo de la biosfera (o lo que es lo mismo: el yo de la vida). La perspectiva que ofrece la interseidad nos impulsa a no considerar a las demás formas de vida como meros objetos, sino como sujetos, como compañeros de viaje llevados igualmente por la corriente de este antiquísimo río. Y en un plano todavía más hondo, esta misma circunstancia permite que nos veamos, tanto a nosotros mismos como a otros organismos, no a la manera de una sucesión de «cosas» estáticas —puesto que no lo somos en modo alguno—, sino como a otros tantos *procesos*, todos ellos profunda e inextricablemente implicados en el flujo de fondo.

Uno de los mayores obstáculos a que ha de enfrentarse la enseñanza de la ciencia en la actualidad guarda relación con el hecho de que el grueso del universo existe fundamentalmente de dos formas: o bien a escalas extremadamente amplias (por ejemplo, la de los planetas, las estrellas y las galaxias), o bien a escalas tremendamente pequeñas (como las de los átomos, los genes y las células, pongo por caso). En ambos casos, las

escalas se sitúan mucho más allá de la comprensión de nuestros sentidos (al menos en la medida en que se hallan desprovistas de toda ayuda tecnológica). La evolución nos ha dotado únicamente de la capacidad de percibir las dimensiones intermedias, eso que se conoce como «mesocosmos», integrado a su vez por los animales, las plantas y los paisajes. Con todo, si hemos aprendido a aceptar la noción de que la Tierra no es el centro del universo —una idea que no resulta en modo alguno intuitiva, pese a ser plenamente científica—, también hemos de asumir ahora el hecho de que no nos hallamos fuera de la naturaleza ni por encima de ella, sino que nos encontramos, muy al contrario, totalmente imbricados en ella. La interseidad, que es la expresión de una antigua sabiduría respaldada por la ciencia, puede ayudarnos a comprender esta ecología radical, fomentando una transformación de las mentalidades que resulta hoy más necesaria que nunca.

EL OTRO

DIMITAR SASSELOV
Catedrático de astronomía; director de la Iniciativa «Orígenes de la Vida» emprendida por la Universidad de Harvard

El concepto de «alteridad», o la noción del «Otro», es uno de los elementos que determinan el modo en que un ser humano percibe su propia identidad. La pregunta «¿Cuál es la relación que me une a los demás?» constituye, en realidad, uno de los elementos que definen al yo, siendo al mismo tiempo un factor integrante de la conciencia de sí. Se trata de un concepto filosófico ampliamente utilizado tanto en el campo de la psicología como en el de las ciencias sociales. Los recientes avances efectuados en los ámbitos de las ciencias biológicas y físicas han posibilitado nuevas ampliaciones de dicha noción, ampliaciones que, en algunos casos, se han revelado incluso inesperadas. El mapa del genoma humano y la cartografía de los genomas diploides de los individuos, el mapa de nuestra dispersión geográfica, el mapa del genoma neandertal... son las nuevas herramientas con que hoy contamos para abordar el estudio de un conjunto de antiquísimos interrogantes relacionados con la unidad y la

diversidad humanas. La comprensión del código del ADN no se detiene aquí, ya que sitúa a los seres humanos en el vasto y colorido mosaico de la vida terrestre. Empezamos a entender con una nueva luz el concepto de «alteridad». Nuestros microbiomas, es decir, los billones de microbios que tienen su hábitat en el interior de nuestro organismo y cuya presencia resulta esencial para el correcto funcionamiento de nuestra fisiología, han pasado a formar parte de nuestros respectivos yoes.

Tanto la astronomía como las ciencias del espacio están intensificando la búsqueda de vida en otros planetas, desde Marte y las más lejanas estribaciones del sistema solar a los planetas análogos a la Tierra y a las supertierras que orbitan en torno a otras estrellas. Las posibilidades de éxito podrían depender de nuestra capacidad para comprender la posible diversidad que pueden presentar los fundamentos químicos de la propia vida, esto es, de lo bien o lo mal que alcancemos a entender la «alteridad» que correspondería no ya a las especies que codifican su información genética en forma de secuencias de ADN sino a aquellas formas de vida que utilizan moléculas distintas para codificar sus características. Deberemos contrastar en ese caso nuestro legado de innovación y diseño molecular —un legado que tiene una antigüedad de cuatro mil millones de años— con

el de esas formas de vida. Y es posible que la primera vez que tengamos la oportunidad de experimentar este encuentro cósmico sea precisamente en nuestros laboratorios. El hecho de que el año pasado se creara la JCVI-syn1.0 —esto es, la primera célula bacteriana totalmente controlada por un genoma sintético— constituye el preludio que habrá de introducirnos en un nuevo campo de conocimiento.*

Este es probablemente el momento más oportuno para comenzar a ponderar en qué consiste la «alteridad» y cuál puede ser su más amplio significado, dado que es justamente ahora cuando nos embarcamos en una era marcada por el inicio de nuevas exploraciones. Como ya predijo T. S. Eliot en el poema titulado «Little Gidding», puede que al final no lleguemos sino al punto de partida y alcancemos a saber al fin, por vez primera, en qué consiste nuestro propio yo.

ECOLOGÍA

BRIAN ENO
Artista; compositor; productor discográfico de U2, Coldplay, Talking Heads y Paul Simon; músico; autor de A Year with Swollen Appendices: Brian Eno's Diary

La idea, o el conjunto de ideas, que aparece señalada en el título representa a mi juicio la más importante revolución del pensamiento general a que hemos asistido en los últimos ciento cincuenta años. Se trata de una noción que nos ha proporcionado una percepción totalmente nueva de quiénes somos, de cuál es nuestro sitio y de cómo funcionan las cosas. Ha convertido en un intuitivo lugar común un conjunto de percepciones que anteriormente quedaban reservadas al ámbito de la mística —esto es, a un cierto sentido de totalidad y de interconexión.

La imagen que nos hacíamos de una humanidad que no solo poseía un carácter semidivino sino que se hallaba perfectamente ubicada en el centro mismo del universo empezó a fallar a partir de las revelaciones de Copérnico. Descubrimos así que vivimos en un pequeño planeta que gira en torno a una estrella de tamaño mediano situada a

su vez en la periferia de una galaxia corriente. Y cuando todavía no nos habíamos recuperado del golpe hete aquí que, siguiendo a Darwin, dejamos de poder ubicarnos también en el epicentro de la vida. Darwin nos proporcionó una matriz en cuyo entramado podíamos localizar la vida en todas sus formas, y la noticia que nos dejó conmocionados fue la de saber que tampoco nos encontrábamos en el centro de aquella matriz, que éramos simplemente una especie más y que, además de hallarnos perdidos en el inmenso abanico formado por las especies existentes, estábamos inextricablemente unidos al conjunto de la trama biológica (y que, para colmo, ni siquiera constituíamos una parte indispensable de la misma). Nos han puesto en nuestro sitio, es cierto, pero al mismo tiempo hemos descubierto que formamos parte de un espectáculo de una vastedad y una belleza inimaginables: el espectáculo de la Vida.

Antes de la introducción de los conceptos asociados con la ecología nuestra comprensión del mundo se basaba en la metáfora de la pirámide: todo era jerárquico, y en lo más alto de esa jerarquía se encontraba Dios, seguido de cerca por el hombre y, ya a mucha distancia, por la inmensa masa de la vida y la materia subyacente. En ese modelo, la información y la inteligencia fluían en una sola dirección: de la cúspide inteligente hacia los «viles»

cimientos, de modo que, siendo los amos del universo, no teníamos el menor reparo en explotar los estratos de la pirámide situados por debajo de nosotros, inferiores en todos los sentidos.

La visión ecológica ha transformado este planteamiento: en la actualidad resulta cada vez más frecuente considerar que la vida constituye en realidad un sistema reticular de muy honda complejidad en el cual la información circula en todos los sentidos, por no mencionar el hecho de que en lugar de una única jerarquía veamos hoy una infinidad de jerarquías codependientes e imbricadas unas en otras —con el añadido de que la complejidad de todo este entramado revela tener, en sí y por sí, un carácter creativo—. Ya no necesitamos invocar la idea de una inteligencia superior situada fuera del sistema, ya que el denso campo de inteligencias transversales posee la fertilidad suficiente como para dar cuenta de la increíble belleza de la «creación».

El planteamiento ecológico no se circunscribe al mundo orgánico, dado que su asunción conlleva una nueva comprensión del modo en que adviene al mundo la inteligencia misma. La imagen clásica nos hablaba de que los Grandes Hombres concebían Grandes Ideas... pero hoy tendemos a pensar más en términos de circunstancias felices y fecundas, de circunstancias en las que una

incontable cantidad de entendimientos viene a revelarse tributaria del río de la innovación. Esto no quiere decir que los seres humanos tengamos que dejar de admirar a las personas que realicen las contribuciones más destacadas en dicho proceso: únicamente implica asumir que hoy consideramos que esos individuos tienen tanto de efecto como de causa. Además, este punto de vista termina ramificándose e influyendo en la forma en que concebimos el diseño societal, el delito, el conflicto, la educación, la cultura y la ciencia.

Esto, a su vez, conduce a una reevaluación del papel que desempeñan los distintos actores que intervienen en el drama humano. De este modo, cuando comprendamos que los encargados de la limpieza de las calles y los conductores de los autobuses son tan importantes en el cuadro general como los catedráticos y las personas famosas empezaremos a mostrarles el respeto que se merecen.

DUALIDADES

STEPHON H. ALEXANDER
Profesor asociado de física del Haverford College de Pensilvania

En la zona nororiental del Bronx neoyorquino, camino ahora por un vecindario en el que antiguamente me habría dado miedo aventurarme, pero esta vez lo hago con una amplia sonrisa en el rostro. Esto se debe a que en esta ocasión tengo la posibilidad de callar a los matones utilizando el nuevo término jergal que acaba de incorporarse a nuestro diccionario: me refiero a la palabra «dual». Al aproximarme a la segunda parada del tren de la calle 225 Este, los bravucones del barrio ya me están esperando. Les digo: «¡Yepa! ¿Cuál es la onda, tíos?».* Entonces los perdonavidas me dan un panzudo abrazo, unas sólidas palmadas en la espalda y terminan el ceremonial chocando los cinco con la mano en alto —lo que significa que no he perdido el tren.

Una de las ideas más hermosas e insuficientemente apreciadas de la física es la vinculada con la noción de dualidad. Una dualidad nos permite describir un fenómeno físico desde dos perspectivas diferentes, y muy a menudo se precisa una destellante intuición creativa para hallar

esos dos planos de análisis distintos. Sin embargo, el potencial de la dualidad va más allá de la aparente redundancia de la descripción. A fin de cuentas cabe preguntarse lo siguiente: ¿qué es lo que determina que necesite más de una descripción para dar cuenta de un fenómeno determinado? En el campo de la física hay ejemplos en los que se constata que cualquiera de las dos descripciones que se acierten a dar de un fenómeno específico se revelarán incapaces de captarlo enteramente. De este modo «surgen» una serie de propiedades del sistema, «más allá» de las descripciones concretas. Pondré a continuación dos bellos ejemplos con los que podrá entenderse cómo se las arreglan las dualidades para explicar las propiedades emergentes, y terminaré con una especulación.

Casi todo el mundo ha oído hablar ya de la célebre dualidad onda-corpúsculo de la mecánica cuántica, dualidad que no solo permite que el fotón (y el electrón) obtengan el conjunto de mágicas propiedades que les caracterizan sino que también explica todas las maravillas de la física atómica y de los enlaces químicos. La dualidad sostiene que la materia (como por ejemplo el electrón) posee unas propiedades que la hacen participar a un tiempo de las características de una onda y de las de una partícula, y todo ello en función del contexto. Lo que

resulta extraño es la manera en que la mecánica cuántica viene a manifestar la dualidad onda-corpúsculo. De acuerdo con la interpretación tradicional de Copenhague, la onda es una oscilación que se desplaza y contiene la posibilidad de que en alguno de sus puntos pueda encontrarse al electrón como partícula.

En el ejemplo del efecto túnel de la mecánica cuántica, la vida adquiere un extraño aspecto, puesto que el electrón se revela capaz de penetrar una barrera únicamente en virtud de las propiedades ondulatorias del electrón. La física clásica nos indica que un objeto es incapaz de superar una determinada barrera (como una colina, por ejemplo) si la suma total de su energía cinética resulta ser inferior a la energía potencial de la barrera. No obstante, la mecánica cuántica predice que una partícula tiene la capacidad de superar una barrera (como si horadara en ella un túnel) a pesar de que la energía cinética de la partícula sea inferior a la energía potencial del mencionado impedimento. Se trata de un efecto que se verifica a diario cada vez que se utiliza un llavero USB con memoria flash o un reproductor de CD.

Son muchas las personas que dan por supuesto que la conducción de electrones en el interior de un objeto de metal es una propiedad bien comprendida de la física clásica. Sin embargo, si observamos en profundidad esta

cuestión, entenderemos que si la conducción de electrones se verifica es justamente en virtud de la naturaleza ondulatoria de esos electrones. Solemos decir que el electrón es un conjunto de ondas que se desplazan a través del entramado periódico de una serie de ondas de Bloch metálicas. Cuando los electrones de las ondas de Bloch interfieren constructivamente unos con otros se produce el fenómeno de la conducción. Pero no acaba aquí la cosa, ya que la dualidad onda-corpúsculo nos lleva todavía más lejos y predice los fenómenos asociados con la superconductividad: ¿cómo es que los electrones (y otras partículas de espín semientero, como los quarks) pueden realizar la conducción sin resistencia?

Actualmente, en el campo en el que yo trabajo, que es el de la gravedad cuántica y la cosmología relativista, los teóricos están explotando otro tipo de dualidad para abordar las cuestiones irresueltas. Los precursores de esta dualidad holográfica fueron Leonard Susskind y Gerard't Hooft, aunque más tarde su contenido vendría a hallar sede permanente en la dualidad AdS / CFT (esto es, en el espacio anti-de-Sitter / teoría conforme de campos) que concibió Juan Maldacena a finales del año 1997. Esta dualidad viene a postular que el fenómeno de la gravedad cuántica puede describirse, por un lado, mediante una teoría gravitacional ordinaria (esto es, por medio de una

versión ampliada de la teoría general de la relatividad de Einstein). No obstante, y por otro lado, la descripción dual de la gravedad cuántica viene definida por una física no gravitacional provista de un espacio-tiempo de una dimensión menor. De este modo, y muy en consonancia con la dualidad onda-corpúsculo, quedamos abocados a preguntarnos qué nuevas conclusiones físicas acabaremos alcanzando a entresacar de este tipo de dualidades.

La dualidad holográfica parece persistir en otros enfoques de la gravedad cuántica, como el de la gravedad cuántica de bucles, y los investigadores todavía siguen explorando hoy tanto el verdadero significado que se agazapa detrás de la holografía como las potenciales predicciones que pueden aplicarse a los experimentos.

Las dualidades nos permiten comprender y utilizar un conjunto de propiedades físicas que superan el marco que alcanzaríamos a analizar si nos ciñéramos a una única perspectiva teórica. ¿Nos atreveremos a imaginar que la dualidad trascienda el papel que desempeña en el ámbito de la física para penetrar de ese modo en otros campos? Habrá que esperar a que nos lo desvele la dualidad del tiempo.

DUALIDADES

AMANDA GEFTER
Editora literaria y artística de la revista *New Scientist*; fundadora y directora de la sección «CultureLab»

Es una de las ideas más extrañas surgidas hasta ahora en el ámbito de los más recientes descubrimientos físicos. Pensemos por ejemplo en dos teorías que describan dos mundos totalmente desiguales —unos mundos provistos de una distinta cantidad de dimensiones, de diferentes geometrías espaciotemporales y de una materia compuesta por elementos fundamentales desemejantes—. Hace veinte años habríamos dicho que nos hallábamos ante dos mundos dispares y mutuamente excluyentes. En la actualidad hay, sin embargo, otra opción, ya que puede darse el caso de que dos teorías radicalmente disímiles resulten hallarse en relación de recíproca *dualidad* —es decir, puede tratarse efectivamente de dos manifestaciones notablemente disparejas de una misma realidad subyacente.

Las dualidades son una de las nociones más antiintuitivas que existen, pero en la física sobran ejemplos de ellas. Cuando los físicos que trataban de unir

la teoría cuántica con la gravedad general se encontraron frente a cinco teorías de cuerdas totalmente diferentes pero igualmente plausibles quedaron abrumados ante aquella plétora de posibilidades: todo el mundo esperaba conseguir una «teoría del todo», pero desde luego no cinco. Sin embargo, el ingrediente clave resultó ser el de la dualidad. Y justamente eso sería lo que revelara tener un carácter más notable: el hecho de que las cinco teorías acabasen por mostrar, todas ellas, una relación de mutua *dualidad*, lo que significa que venían a ser expresiones diferentes de una única teoría subyacente.

La encarnación más radical de la dualidad es, posiblemente, la descubierta en el año 1997 por el físico teórico Juan Maldacena. Maldacena descubrió que existe una versión de la teoría de cuerdas vigente en un universo de forma extraña y dotado de cinco grandes dimensiones que es matemáticamente dual respecto de una teoría cuántica y perfectamente ordinaria de partículas ubicadas en los límites cuatridimensionales de dicho universo. Con anterioridad a este descubrimiento, cabía argumentar una de estas dos cosas: que el mundo estaba compuesto de partículas *o* que se hallaba integrado por cuerdas. La dualidad ha conseguido transformar esta conjunción disyuntiva «*o*» en el elemento copulativo «*y*» —convirtiendo las dos hipótesis mutuamente excluyentes en

dos hipótesis, que siendo todavía mutuamente excluyentes, resultan ser también igualmente ciertas.

En el lenguaje corriente, la palabra «dualidad» significa algo muy distinto, dado que se trata de una voz que posee la connotación propia de aquellas realidades que denotan una clara dicotomía, como sucede, por ejemplo, en el caso del macho y la hembra, del este y el oeste, o de la luz y la oscuridad. No obstante, si decidimos adoptar el significado que tiene para el físico la palabra dualidad nos encontraremos en posesión de una poderosa y novedosísima metáfora que constituye una singular abstracción taquigráfica capaz de expresar la idea de que dos cosas muy diferentes pueden revelarse en último término igualmente ciertas. Y dado que nuestro discurso cultural está adquiriendo unas características cada vez más polarizadas, la noción de dualidad empieza a resultar hoy más extraña y, a la vez, más necesaria que nunca. En el instrumental cognitivo que empleamos de manera cotidiana, el concepto de dualidad podría actuar al modo de un potente antídoto con el que contrarrestar nuestra actual forma de pensar, que es característicamente booleana, bivalente y de suma cero —lo que significa que se trata de un modo de razonar en el que las afirmaciones son verdaderas o falsas, de modo que las respuestas posibles son «sí» o «no», con el corolario de que si el

individuo A tiene razón, entonces el individuo B ha de equivocarse necesariamente—. Por el contrario, si abrazamos la idea de la dualidad surge una tercera opción. Puede que mi argumentación sea correcta y la suya errónea; puede que su planteamiento esté en lo cierto y que el mío se revele equivocado; o simplemente pudiera darse el caso de que nuestros enfrentados razonamientos se hallasen en una situación de dualidad recíproca.

Esto no significa que debamos caer en una especie de relativismo, o que no existan las verdades singulares. Lo que sí quiere decir, en cambio, es que la verdad se revela muchísimo más sutil de lo que hayamos podido llegar a creer en el pasado, pudiendo presentarse a nuestros ojos bajo múltiples disfraces. Y nos corresponde a nosotros aprender a reconocerla bajo la variada gama de apariencias que puede llegar a presentar.

LA PARADOJA

ANTHONY AGUIRRE
Profesor asociado de física de la Universidad de California, Santa Cruz

Las paradojas se producen cuando una o más verdades convincentes se contradicen mutuamente, chocan con otras verdades plausibles o violan un conjunto de intuiciones inquebrantables. De este modo, y a pesar de resultar frustrantes, las paradojas revelan tener también un carácter notablemente seductor. Son muchas las personas que consideran saludable evitar su empleo, hacerles caso omiso o borrarlas de la mente. Sin embargo, lo que conviene hacer, antes al contrario, es salir en su búsqueda, a fin de que, en caso de encontrar una, podamos aguzarla y llevarla a su más extrema expresión, albergando en todo momento la esperanza de que acabe revelándose a nuestros ojos la solución de la paradoja misma, que vendrá invariablemente acompañada de una buena dosis de verdad.

La historia está repleta de ejemplos de esto que acabo de exponer, aunque también de oportunidades fallidas. Una de mis paradojas favoritas es la llamada

paradoja de Olbers. Supongamos que el universo se hallara efectivamente repleto de una inmensa masa de estrellas brillantes y eternas repartidas por el espacio, y que su distribución fuese prácticamente uniforme. Las estrellas lejanas presentarían una luz difusa y tenue debido al hecho de que no ocuparían sino un ángulo extremadamente pequeño del firmamento, pero en el interior de dicho ángulo resplandecerían con tanta intensidad como la del sol. Entonces, y teniendo en cuenta que el espacio es eterno e infinito (o finito pero ilimitado), cada vez que contempláramos el cielo, fuese cual fuese la dirección en la que dirigiéramos la vista, nuestros ojos vendrían a quedar inexorablemente situados en el interior del arco angular descrito por alguna de esas infinitas estrellas. En tal caso, el cielo debería aparecer fuertemente iluminado, tanto como la propia superficie del Sol. Por consiguiente, un simple vistazo a las numerosas zonas oscuras del cielo nocturno indica que el universo ha de ser necesariamente dinámico, esto es, que se encuentra en expansión o inmerso en un proceso evolutivo. Durante varios siglos, los astrónomos lidiaron con los interrogantes que plantea esta paradoja, concibiendo para ello distintos planes, todos ellos inviables. Pese a que haya habido al menos una lectura correcta del problema (¡y nada menos que por parte de Edgar Allan Poe!), las

implicaciones de la paradoja de Olbers nunca han llegado a calar hondo entre la gente, ni siquiera en el seno del reducido grupo de personas acostumbradas a reflexionar acerca de la estructura fundamental del universo. Incluso Albert Einstein, al comenzar a aplicar su nueva teoría del universo, puso empeño en encontrar un modelo de carácter eterno y estático abocado a no tener nunca el menor sentido e introdujo un término en sus ecuaciones que, más tarde, reconoció como su mayor y más garrafal equivocación —un error grave que le impidió concebir la teoría cosmológica del *Big Bang*.

Resulta fácil constatar lo extraordinariamente raro que es que la naturaleza se contradiga a sí misma, de modo que una paradoja puede constituir una oportunidad para poner en evidencia nuestros más preciados supuestos y descubrir cuál o cuáles de esos planteamientos hemos de abandonar. Sin embargo, una buena paradoja puede llevarnos todavía más lejos, revelándonos que no solo hemos de sustituir nuestras suposiciones sino incluso la propia forma de pensar que nos ha llevado a concebir la paradoja. ¿Que hay partículas y ondas? No es ninguna verdad inamovible, se trata, simplemente, de un par de modelos prácticos. ¿Que existe la misma cantidad de números enteros que de cuadrados perfectos de ese mismo conjunto de guarismos? No me lo creería ni loco, aunque

puede que se le vaya efectivamente a uno la cabeza si inventa la cardinalidad. «Esta oración es falsa.» Y lo mismo podría afirmarse, según sostiene Gödel, de los fundamentos de todo sistema formal que tenga capacidad de autorreferencia. Y esta lista podría alargarse de forma más que notable.

¿Y qué viene a continuación? Tengo en mente unas cuantas grandes paradojas con las que estoy bregando. ¿Cómo es posible que surja la segunda ley de la termodinámica? Se trata de algo que únicamente podría suceder si se diera la circunstancia de que las condiciones cosmológicas iniciales hubiesen quedado sintonizadas de un modo que jamás consideraríamos aceptable en cualquier otra teoría o explicación, fuera esta de la índole que fuese. ¿Cómo podemos pretender un conocimiento científico si el universo es infinito y el resultado de todo experimento se produce un infinito número de veces en muchos casos?

¿Cuál es la imposibilidad que le atormenta a usted?

EN BUSCA DE LA RAÍZ CAUSAL: LA «CAJA NEGRA» HUMANA

ERIC TOPOL
Profesor de genómica translacional del Instituto de Investigación Scripps; cardiólogo de la Clínica Scripps

El análisis de las causas profundas, o causas-raíz, es un atractivo concepto que puede aplicarse a todo un conjunto de cuestiones relacionadas con la industria, la ingeniería y el control de calidad. Una de las aplicaciones clásicas de esta noción es la determinación de los motivos que pueden explicar un accidente de aviación mediante la llamada «caja negra», un dispositivo registrador de datos y sucesos invulnerable a las manipulaciones. Pese a que, por regla general, este tipo de cajas son de color naranja brillante, el término simboliza la idea de una materia oscura, de un contenedor provisto de información crítica que puede contribuir a arrojar luz sobre lo sucedido. La obtención de la cinta de audio presente en una caja negra no es sino uno de los elementos necesarios para proceder al análisis de las causas profundas de un accidente de aviación.

Todos y cada uno de nosotros estamos siendo

gradualmente transformados en algo similar a un dispositivo registrador de datos y sucesos debido tanto a nuestra identidad digital como a nuestra presencia en la Red. No solo dejamos constancia en ella de nuestros datos —haciéndolo incluso sin darnos cuenta en algunas ocasiones— sino que también hay otros individuos que cuelgan en dicha Red información relativa a nuestra propia persona, todo lo cual queda archivado de forma permanente. Por consiguiente, puede decirse que este estado de cosas se halla en realidad muy próximo a la situación que antes calificábamos de «invulnerable a las manipulaciones». Dado que cada vez se utilizan más los biosensores, las imágenes de alta resolución (basta pensar en las cámaras que habitualmente manejamos y en los aparatos que nos permiten grabar en vídeo, por no hablar de las imágenes médicas digitalizadas) y la secuenciación del ADN, queda claro que el dispositivo humano dedicado al registro de datos y sucesos está llamado a crecer de forma paulatina.

En nuestras ajetreadas e interconectadas vidas, inmersas en un constante flujo de comunicaciones, canalizaciones informáticas y elementos de distracción, lo que se observa es una tendencia generalizada a empujar a las personas a no adquirir un conocimiento profundo de las razones de un determinado suceso. El mejor ejemplo

de lo que digo puede observarse en los ámbitos de la salud y de la medicina. Es muy raro que los médicos se interesen por las causas profundas de un fenómeno. Si un paciente se ve aquejado por un conjunto de síntomas corriente, como el de un cuadro de presión arterial alta, diabetes o asma, se prescribe a dicha persona, un tratamiento farmacológico sin procurar discernir en absoluto por qué ese individuo en concreto se ha venido abajo (un nuevo cuadro médico crónico se asemejaría a un suceso comparable al de los accidentes de aviación). Por regla general, hay razones concretas que explican el origen de estos desórdenes de la salud, pero nadie se preocupa de seguirles la pista. Llevando las cosas al extremo, conviene recordar que en la actualidad se ha vuelto extraordinariamente infrecuente realizar la autopsia a un sujeto que fallece, aun cuando se desconozca la causa del deceso. En términos generales, puede decirse que los médicos han abandonado todo empeño de hallar o definir las causas profundas, pero lo preocupante es que su actitud resulta bastante representativa de la que mantenemos la mayoría de nosotros. Irónicamente, esto está sucediendo en un momento en el que existe una capacidad sin precedentes para hallar toda clase de explicaciones. Lo que ocurre es simplemente que estamos demasiado ocupados.

Por consiguiente, para mejorar siquiera levemente el rendimiento cognitivo que tenemos en el mundo digital, donde desde luego no puede decirse que haya escasez de datos, ha llegado la hora de valernos de dicho mundo para comprender, tan plenamente como se revele posible, por qué se producen los acontecimientos inesperados o desfavorables. De hecho, deberíamos utilizar incluso nuestras competencias en ese ámbito para averiguar por qué se llega a tener noticia de que ha sucedido algo importante. Y es que nos encontramos frente a un concepto que no solo posee todas las propiedades de lo que consideramos prototípico de lo científico sino que, además, demasiadas veces ha sido insuficientemente explotado. Cada uno de nosotros está empezando a convertirse en un extraordinario dispositivo registrador de datos y sucesos, en parte integrante de la Red digital que lo abarca todo. Internémonos más profundamente en esa senda. En nuestros días no debería dejarse sin investigar nada que todavía permanezca sin explicación.

LA MINERÍA DE LOS DATOS PERSONALES

DAVID ROWAN
Director de la edición británica de la revista Wired

Desde los inicios de la civilización hasta el año 2003, como le gusta decir a Eric Schmidt, ex director ejecutivo de Google, la humanidad logró generar cinco exabytes de datos. En la actualidad se reúnen cinco exabytes de datos cada dos días, y se trata además de un ritmo de acumulación que va en aumento. Lo que hoy sucede en el mundo en el que vivimos —un mundo que no solo se caracteriza por el hecho de que la privacidad parezca haber pasado a la historia sino también por la omnipresente influencia de las redes sociales, el posicionamiento por GPS, la triangulación de los teléfonos celulares a través de las correspondientes torres emisoras, el control por medio de redes de sensores, la localización de los consumidores potenciales gracias al rastreo de las cookies de sus navegadores digitales, la detección y el reconocimiento de rostros, la realización de perfiles de intención de consumo y un sinnúmero de medios distintos que permiten acceder a los datos y a las

costumbres personales que vamos dejando alojados en un vasto conjunto de bases de datos totalmente fuera de nuestro alcance—; lo que hoy sucede, decía, es que los ciudadanos se ven en gran medida privados de los beneficios que podrían obtener de toda esa riqueza informativa, dado que ese enorme volumen de datos podría ayudarles a tomar una serie de decisiones con mayor conocimiento de causa. Ha llegado la hora de empezar a reclamar que se reconozca que es legítimo explotar las informaciones personales como si de una rica veta mineral se tratara, y de que se asuma también que tenemos el legítimo derecho a extraerlos de las bases de datos —un derecho que hoy poseen en exclusiva las industrias dedicadas a la comercialización de los datos relacionados con la microlocalización de los consumidores, las compañías de tarjetas de crédito consagradas a trazar el perfil de los usuarios con el fin de evitar o minimizar los fraudes, o las impertinentes e indiscretas estructuras de vigilancia de las que depende el sistema de búsqueda inteligente desarrollado por la Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados de Defensa de los Estados Unidos—.* Hemos de pensar más seriamente en la minería de nuestros propios datos a fin de poder extraer las pautas capaces de convertir el flujo bruto de nuestros datos personales en información

predictiva y practicable. Si la idea de poder buscar entre los datos personales penetrara en el discurso popular todos saldríamos beneficiados.

Ya en septiembre del año 2006, Microsoft comprendió el potencial de este concepto, y prueba de ello es que en esa fecha presentó la solicitud de patente estadounidense número 20.080.082.393, en la que exponía los pormenores de un sistema dedicado a la «extracción de datos personales». Su funcionamiento resultaba bastante sencillo: una vez introducidos los datos personales de un vasto conjunto de individuos —bien porque los propios usuarios hubieran aceptado proporcionarlos, bien por haberlos suministrado una compañía independiente—, el sistema tecnológico sugerido procedía a analizar dicha información al objeto de «permitir la identificación de las oportunidades detectables y de ofrecer un conjunto de recomendaciones destinadas a incrementar la productividad del usuario o a mejorar la calidad de vida en general». Uno puede decidir por sí mismo si le conviene o no confiar su *lifelog*** particular a los sistemas operativos Redmond, pero lo cierto es que resultaría muy difícil rebatir la siguiente premisa: la extracción de datos personales, como se sostenía en la solicitud de la patente, podría constituir una forma «de identificar un conjunto de informaciones

relevantes que de otro modo tendrían grandes probabilidades de pasar inadvertidas».

Tanto el ciudadano concreto como el conjunto de la sociedad saldrían beneficiados si se permitiera indagar en los flujos de datos personales al objeto de extraer pautas de nuestra conducta. Este tipo de extracción de datos podría conseguir que la información bruta se transformara en una información dotada de la posibilidad de predecir comportamientos, permitiendo así que yo mismo me anticipara a mis propios estados de ánimo y mejorara por tanto mi eficiencia, circunstancia que no solo podría convertirme en una persona más sana y dotada de una mayor intuición emocional, sino que pondría de manifiesto mis debilidades académicas y los puntos fuertes de mi creatividad. Quiero descubrir los significados ocultos, las correlaciones inesperadas que señalan la existencia de esta o aquélla tendencia, los datos que indican la presencia de unos factores de riesgo de los que quizá no alcanzara a tener conciencia de otro modo... En una era presidida por la excesiva propensión a la puesta en común de la información personal conviene reflexionar más en serio acerca del descubrimiento personal basado en el exhaustivo conocimiento de la información disponible.

Ya existe un movimiento —que es todavía pequeño pero que se halla en rápida expansión— capaz de

mostrarnos el potencial de este tipo de planteamientos. Se trata de un conjunto de reflexiones que encuentran inspiración en el yo cuantificado de Kevin Kelly y en la vida fundada en los datos de Gary Wolf. Provisto de sus sensores móviles, de sus apps y de sus visualizaciones, este movimiento está dedicándose ya a rastrear y a medir el ejercicio físico que hacemos, las horas de sueño, el tiempo de vigilia, el período de productividad, las respuestas farmacéuticas, el ADN, el número de pulsaciones cardíacas, el tipo de dieta, los gastos económicos, etcétera, compartiendo después todos esos hallazgos y exhibiéndolos a fin de que se alcance una mayor comprensión colectiva de los mismos. Este movimiento está utilizando las herramientas de que dispone para reunir, agrupar, clasificar y descubrir las normas y reglas que rigen el flujo de datos en bruto, aunque en la mayor parte de los casos se dedique simplemente a cuantificar esos datos al objeto de detectar las señales que se agazapan en ellos —esto es la información—, separándolas del ruido ambiente.

El cúmulo de gratificaciones que permitirá poner a nuestra disposición esta forma de pensar tendrá un carácter más altruista que narcisista, ya sea en el ámbito de la creación de un fondo común de datos personales destinado a la obtención de un mayor conocimiento

científico (como en el caso de la compañía llamada 23andMe), ya sea en el terreno de la propagación de datos remitidos por los propios usuarios con vistas a impulsar y motivar la verificación de cambios de comportamiento en terceras personas (como sucede con <Traineo.com>).* De hecho, como tan enérgicamente demuestran los trabajos de Daniel Kahneman, Daniel Gilbert y el dúo de investigadores formado por Nicholas A. Christakis y James Fowler, un rastreo de datos preciso en el plano de la información individual constituye la clave tanto para concebir formas de cuantificar la felicidad humana como para comprender los mecanismos que explican el grado de influencia que pueden llegar a ejercer las redes sociales sobre nuestra conducta o la forma en que difunden las enfermedades en el seno de los grupos humanos.

Los datos ya están ahí, tanto en la Red como en todo un conjunto de soportes diferentes. Lo único que tenemos que hacer es animar a la gente a que se sirva de ellos, los comparta y logre de ese modo transformarlos en fuente de conocimiento.

ALGUNOS CASOS DE PARALELISMO EN EL ARTE Y EL COMERCIO

SATYAJIT DAS
Experto en derivados financieros e inversiones de riesgo; autor de Traders, Guns Money: Knowns and Unknowns in the Dazzling World of Derivatives y Extreme Money

En los sistemas complejos, la convergencia de distintos factores influye muy notablemente en la producción de cambios. Un ejemplo común puede observarse en el terreno de los riesgos o, lo que es lo mismo, en la denominada teoría del «queso suizo». El mencionado modelo sostiene que las pérdidas solo se concretan en el caso de que fallen todos los controles y de que se alineen todos los agujeros del queso.

Hoy conocemos bastante bien en qué consiste la confluencia —esto es, la coincidencia de distintos acontecimientos en un mismo escenario—. Sin embargo, la evolución de una determinada serie de acontecimientos paralelos en disciplinas o entornos diferentes también puede influir en la forma que terminen adoptando los acontecimientos mismos. La coincidencia de una lógica y unos procesos similares en un específico conjunto de

actividades carentes de relación recíproca nos indica cuál es la evolución probable de los sesgos y los riesgos futuros. La capacidad para identificar cada vez mejor las situaciones de paralelismo puede conseguir perfeccionar nuestros procesos cognitivos.

En el ámbito económico, la emisión de predicciones o pronósticos resulta descorazonadora, hasta el punto de que John Kenneth Galbraith llegó a decir que si la Providencia ha colocado economistas en el mundo es únicamente con la intención de lograr que los astrólogos parezcan personas serias y fiables. Muy pocos economistas han conseguido prever los problemas financieros que padecemos actualmente. No obstante, el mercado del arte ha revelado ser notablemente preciso en cuanto a la predicción de la evolución de los acontecimientos —y en especial el mercado relacionado con la producción artística de Damien Hirst, el más célebre de los creadores incluidos en un grupo de vanguardia al que suele darse el nombre de YBAs (es decir, los «Jóvenes artistas británicos», o Young British Artists, según sus siglas inglesas).

El trabajo más emblemático de Hirst, titulado *The Physical Impossibility of Death in the Mind of Someone Living*,* es una instalación en la que puede contemplarse un tiburón tigre de cuatro metros y medio de largo

conservado por inmersión en una vitrina de formaldehído que pesa en total más de dos toneladas. El gran gurú de la publicidad Charles Saatchi lo compró por cincuenta mil libras esterlinas. En diciembre del año 2004, Saatchi vendió la obra a Steven Cohen, fundador y director del superfondo de inversión libre SAC Capital Advisors, una organización que maneja un volumen económico de dieciséis mil millones de dólares. Se cree que Cohen pagó doce millones de dólares por *The Physical Impossibility of Death in the Mind of Someone Living*, aunque hay también quien alega que la suma fue «únicamente» de ocho millones. En junio del año 2007, Damien Hirst intentó vender el vaciado fundido en platino de un cráneo humano a tamaño natural en el que había engarzado previamente un conjunto de ocho mil seiscientas una teselas formadas por diamantes industriales valorados en quince millones de libras esterlinas y con peso total que se elevaba a mil ciento seis quilates. Por si fuera poco, entre ese gran número de piezas se encontraba, justo en el centro de la frente de la calavera, un diamante rosa de más de cincuenta y dos quilates, valorado en cuatro millones de libras esterlinas. La denominación de la obra —*For the Love of God*— es en realidad un *memento mori* (expresión latina cuyo significado es «Recuerda que has de morir»). La obra salió a la venta por un precio de

cincuenta millones de dólares, integrada en una exposición general de Hirst reunida bajo el rótulo de «Beyond Belief». En septiembre del año 2007, un consorcio formado por el propio Hirst y un grupo de inversores adquirió la obra *For the Love of God*, pagando íntegramente el precio solicitado, aunque con la intención de revender posteriormente la pieza.

La venta de *The Physical Impossibility of Death in the Mind of Someone Living* señalaba la fase final del irresistible ascenso de los mercados. Y el hecho de que *For the Love of God* no se lograra vender adecuadamente advertía, con la misma claridad que cualquier otro indicador financiero, que dicho mercado había alcanzado el punto de saturación.

Las situaciones de paralelismo ponen de manifiesto las relaciones existentes entre los procesos de pensamiento habituales y otros enfoques de valoración o tasación similares orientados hacia objetos desvinculados del pensamiento en sí. Hirst era el artista predilecto de los gestores de los fondos de inversión libre, que no solo se dedicaban a un consumo francamente ostentoso sino que estaban amasando verdaderas fortunas. La terrible inflación de los precios sugería ya la intervención de una forma de exceso irracional. La misma naturaleza de las buscadísimas obras de Hirst, e incluso sus propios títulos,

nos permiten entrever la desmesurada autoimagen de esos financieros. Las fauces abiertas del motivo central de *The Physical Impossibility of Death in the Mind of Someone Living* y el hecho de hallarse suspendido en su miniocéano de formol, dispuesto a tragarse a sus presas, constituía un reflejo de los instintos asesinos de los fondos de inversión libre, convertidos en un temible depredador de los mercados financieros. Se dice que Cohen llegó a afirmar en una ocasión que «le gustaba la aureola de espanto» que rodeaba a la obra. Los trabajos del artista japonés Takashi Murakami permiten confirmar esta idea. Inspirados en el famoso grabado en madera de Katsushika Hokusai conocido con el nombre de *La gran ola de Kanagawa*, las setecientas veintisiete pinturas de Murakami mostraban la imagen y las vicisitudes de Mr. DOB, una especie de Mickey Mouse posnuclear, representado como un ser asimilable a un dios menor aupado a lomos de una nube o a la manera de un tiburón cabalgando sobre las olas. La primera de esas setecientas veintisiete pinturas pertenece al Museo de Arte Moderno de Nueva York, la segunda está en manos de Steven Cohen.

También se hace patente una situación de paralelismo en las causas subyacentes a las diversas crisis a que ha de enfrentarse actualmente la humanidad.

Por regla general, se admite que los elevados niveles de deuda han sido uno de los factores decisivos en la vigente crisis financiera global que padecemos. Lo que se pasa por alto, sin embargo, es el hecho de que la lógica de la deuda sea similar a la que subyace a otras cuestiones problemáticas. Hay una asombrosa semejanza entre los problemas del sistema financiero, el irreversible proceso del cambio climático, y la escasez de ciertos recursos vitales como el petróleo, los alimentos y el agua. El crecimiento económico y la salud se han fundado hasta el momento en la obtención de dinero prestado. La deuda ha permitido a las sociedades del mundo hipotecar el futuro. La acumulación de deuda ha estado acelerando el consumo, dado que el endeudamiento se utiliza para adquirir un determinado bien hoy teniendo como única garantía la insegura promesa de la devolución del préstamo en algún punto del futuro. Las sociedades han polucionado el planeta, produciendo una serie de transformaciones en el medio ambiente que han generado, a su vez, una tendencia difícil de invertir. Adquiridos a un precio muy inferior a su valor, los recursos naturales, que son evidentemente finitos, han sido utilizados a manos llenas, despilfarrándolos sin prestar ninguna consideración realmente digna de ese nombre a la conservación del entorno.

En todos los sectores de la actividad económica, las sociedades han hipotecado el futuro, difiriendo igualmente los problemas a los tiempos por venir. Tanto la obtención del crecimiento actual como el disfrute cortoplacista de los beneficios se han estado procurando a expensas de la asunción de una serie de riesgos no perceptibles de forma inmediata y evidente, pese a que sin duda habrán de hacerse manifiestos más adelante.

Criticar o desautorizar dicha situación incidiendo en el hecho de que se trata de la conjunción de un pensamiento miope y una actitud avarienta resulta en último término un ejercicio de insinceridad. Uno de los factores cognitivos cruciales que se agazapan bajo el enfoque que nos ha llevado al borde del abismo es la puesta en marcha de un proceso de resolución de problemas similar al que subyace a la formulación del enfoque mismo, dado que todo se ha basado en hipotecar el futuro y en diferir las dificultades a ese tiempo venidero que se halla todavía en estado de potencia. Se trata de un proceso que se ha aplicado de manera sistemática a un gran número de problemas diferentes, sin tener en modo alguno en cuenta ni su relevancia ni su aplicabilidad ni su deseabilidad. Lo que se constata en los casos en que se observa la presencia de este paralelismo es que se trata de un proceso que se retroalimenta a sí

mismo, lo cual nos conduce potencialmente al total desplome del sistema.

El hecho mismo de identificar y comprender las situaciones de paralelismo representa ya una de las formas de perfeccionar el instrumental cognitivo del que disponemos. Dicha identificación y comprensión podría proporcionarnos un mecanismo de mejor calidad para predecir el sesgo que pueden adoptar las tendencias económicas o sociales concretas. También tiene la capacidad potencial de permitir que se incremente el acervo dialéctico de la gente, ya que es un proceso que bebe de distintas áreas de conocimiento. Exige la superación del conjunto de disciplinas educativas tan notablemente compartimentado y estrecho que hoy tenemos, así como la modificación tanto de las rígidas estructuras institucionales que caracterizan a nuestras sociedades como de los encorsetados enfoques con que analizamos y tratamos de resolver nuestros problemas.

INNOVACIÓN

LAURENCE C. SMITH
Catedrático de geografía y ciencias de la Tierra y el espacio de la Universidad de California, Los Ángeles; autor de El mundo en 2050. Las cuatro fuerzas que determinarán el futuro de la civilización

Como científicos, la pregunta que ha planteado este año la revista *Edge* nos resulta sumamente atractiva. Se trata de hecho de un interrogante que nosotros mismos nos hemos planteado ya con anterioridad —y en numerosas ocasiones— tras perder una buena cantidad de días de frustrante infructuosidad en las banquetas de los laboratorios o ante las mesas de nuestros ordenadores. ¡Si al menos pudiéramos conseguir que nuestro cerebro encontrara la manera de procesar con mayor rapidez la información que se nos suministra, además de interpretarla mejor y orientar en una misma dirección los caóticos torrentes de datos del mundo hasta alcanzar así un instante de diáfana claridad de comprensión! En una palabra, es muy frecuente que pensemos en el modo de conseguir que nuestro cerebro abandone las secuencias de pensamiento con las que se halla familiarizado y comience a innovar.

Desde luego, la palabra «innovar» ha adquirido en

los últimos tiempos las características propias de un estereotipo. No hay duda de que la figura de los más tenaces directores ejecutivos, de los ingenieros más inteligentes y de un gran número de artistas rebosantes de inquietud creativa acude a la mente antes que la silueta del hombre de ciencia metódico obsesionado por los datos. Ahora bien, ¿cuántas veces damos en ponderar el papel cognitivo de la innovación en el ámbito de la comprobación de hipótesis, de las restricciones matemáticas y del empirismo fundado en la acumulación de datos —ámbito, por otra parte, que solemos suponer extremadamente árido?

En el mundo de la ciencia, la innovación estimula la mente con el objeto de hallar una explicación, y esto cada vez que el universo parece querer aferrarse un poco más a sus secretos, aunque solo sea durante un breve período de tiempo. Esta actitud posibilista, confiada en las capacidades realizadoras del científico, adquiere un valor todavía mayor si cabe cuando tenemos en cuenta que vivimos en un mundo limitado por barreras inapelables —como la de la continuidad de la masa y la energía, la del cero absoluto o la de la relación de Clausius-Clapeyron —. Y pese a la existencia de esos límites, la innovación constituye un catalizador crítico del descubrimiento, tanto en el ámbito definido por dichas barreras como en las

inmediaciones de su radio de acción o como fuera de él. La innovación es el artífice ocasional de ese raro y maravilloso avance fundamental que a veces logra realizarse incluso en aquellas situaciones en que la orientación general de la opinión científica parece ponerse en contra del investigador.

El hecho de reexaminar este mundo desde la perspectiva científica nos hace recordar la enorme potencia de este instrumento cognitivo, una herramienta, por cierto, que la mayoría de la gente ya posee. Por medio de la innovación todos tenemos la posibilidad de trascender los límites, sean estos sociales, profesionales, políticos, científicos o, lo más importante, personales. Quizás esté en nuestra mano utilizar con mayor frecuencia esta facultad potencial.

EL PAISAJE DE GIBBS

KEVIN HAND
Especialista en ciencias planetarias del Laboratorio de Propulsión a Chorro de Los Ángeles, California

La biología rara vez desperdicia su energía o sus recursos. Evidentemente, está claro que en el plano de los organismos individuales se produce un gran despilfarro en situaciones relacionadas con la reproducción y otras actividades similares (piénsese, por ejemplo, en todos los frutos que genera un árbol o en los millones de espermatozoides que se pierden en la carrera encaminada a la fecundación del óvulo). Sin embargo, al nivel de los ecosistemas, lo que supone un desperdicio para una especie revela ser indefectiblemente un tesoro para otra —con tal de que todavía quede en esos desperdicios la suficiente energía aprovechable y de que esta pueda extraerse haciendo reaccionar ese detrito con algún otro elemento presente en el entorno—. La cadena trófica no constituye un simple escalonamiento lineal compuesto por una sucesión de vínculos entre el predador y su presa, es un complejo entramado de organismos grandes, pequeños y microscópicos que interactúan entre sí y con el medio

ambiente con el objeto de aprovechar todo nicho energético posible.

Los geobiólogos y los astrobiólogos pueden medir y cartografiar esa energía, a la que suele darse el nombre de energía libre de Gibbs. Dichas mediciones y mapas permiten ponderar los límites energéticos de la vida en la Tierra y establecer estimaciones relacionadas con la existencia de regiones potencialmente habitables en otros mundos extraterrestres. En un ecosistema dado, la energía libre de Gibbs —así denominada en honor de Josiah Willard Gibbs, el científico estadounidense de finales del siglo XIX que la descubrió— deriva de una determinada reacción bioquímica que puede emplearse para realizar una tarea concreta. Es la energía que sobra tras haberse generado cierta cantidad de calor residual y la correspondiente dosis, más o menos grande, de entropía. Los sistemas biológicos aprovechan esa energía disponible para realizar trabajo físico y llevar a cabo reparaciones estructurales, procesos de crecimiento y requerimientos reproductivos. Cada vez que la vida utiliza una determinada ruta metabólica —como por ejemplo la asociada con la reacción de los carbohidratos con el oxígeno— tenemos en nuestra mano la posibilidad de medir la cantidad de julios que quedan disponibles por mol de reactivos para realizar trabajo. Los seres humanos

y la práctica totalidad de los animales que conocemos y amamos acostumbran a aprovechar por regla general unos dos mil julios por mol de sustancia al quemar los alimentos mediante el oxígeno.

Los microbios han puesto a punto todo tipo de fórmulas para conseguir utilizar la energía libre de Gibbs combinando distintos gases, líquidos y minerales. Las mediciones efectuadas por Tori Hoehler y sus colegas del Centro de Investigación Ames de la NASA sobre los organismos microbianos capaces de generar metano y de alimentarse a base de sulfatos indican que el límite biológico puede encontrarse aproximadamente en torno a los diez kilojulios por mol. Es posible que en el seno de un entorno dado haya muchas rutas químicas en marcha, de modo que, si existe un nicho energético disponible, habrá también muchas posibilidades de que la vida encuentre la manera de colmar ese vacío. Es posible levantar un mapa que represente los distintos ecosistemas biológicos al modo de otros tantos panoramas de reacciones y rutas químicas destinadas al aprovechamiento de la energía. Estaríamos entonces frente a lo que llamamos el paisaje de Gibbs.

El surgimiento de las civilizaciones y el auge de los ecosistemas industriales y tecnológicos han generado nuevos desafíos, ya que actualmente la comprensión de la

dinámica que se establece entre las necesidades y los recursos energéticos constituye un reto. El paisaje de Gibbs representa una abstracción taquigráfica capaz de conceptualizar dicha dinámica. Podemos imaginarnos de cualquier ciudad, país o continente y superponerle el correspondiente mapa de la energía disponible para la realización de trabajo físico. En dicho mapa no solo se incluiría el marco químico y energético utilizado en el contexto de los ecosistemas biológicos sino que su alcance se extendería más allá de los límites habituales. Pondré un ejemplo: los automóviles provistos de un motor de combustión interna metabolizan la gasolina con el aire. Los edificios ingieren la electricidad que se les suministra por medio de un conjunto de plantas de producción eléctrica o de una serie de paneles solares instalados en su parte superior. Todos los componentes de una sociedad industrial moderna ocupan alguno de los nichos presentes en dicho paisaje.

No obstante, resulta igualmente importante el hecho de que muchos de los paisajes de Gibbs aparezcan repletos de nichos desocupados. Los sistemas que hemos diseñado y construido utilizan de una forma ineficiente e incompleta la energía que necesitan para realizar los trabajos que exigen los ecosistemas de la civilización. Una gran parte de los objetos que hemos concebido no

solo son excelentes máquinas generadoras de calor residual sino que optimizan la producción de trabajo. Si pensamos en nuestros hábitos, desde las luces que permanecen encendidas toda la noche hasta los vertederos repletos de recursos desechados, observaremos que los actuales paisajes de Gibbs dejan un amplio espacio a la innovación y la evolución tecnológicas. Los paisajes de Gibbs también nos permiten visualizar las energías potenciales que todavía no alcanzamos a aprovechar convenientemente en la realización de trabajo físico —la energía eólica, la solar, la hidroeléctrica, la mareomotriz o la geotérmica son algunos de los estratos energéticos que podríamos utilizar—. Considerados en conjunto, estos estratos nos muestran en qué puntos podemos trabajar, y cómo, para cerrar los ciclos reactivos y conseguir atar los cabos sueltos de nuestra naciente civilización tecnológica.

Cuando uno empieza a contemplar el mundo que le rodea a través de la lente de observación de Gibbs lo que ve es el desaprovechado potencial que encierran muchos de nuestros modernos ecosistemas tecnológicos e industriales. Al principio resulta una visión incómoda que nos recuerda lo mal que hemos realizado nuestra tarea, pero hay que tener en cuenta que el maridaje entre la civilización y la tecnología es todavía joven. Los paisajes de Gibbs nos ofrecen un gran número de razones para la

esperanza, dado que no hemos dejado de innovar y que seguimos esforzándonos por alcanzar el punto de equilibrio y de continuidad que tan bien ha contribuido al funcionamiento de los complejos sistemas biológicos que llevan miles de años operando sobre la faz de la Tierra.

LAS TECNOLOGÍAS DERIVADAS DE LA HIPÓTESIS DEL CISNE NEGRO

VINOD KHOSLA
Empresario tecnológico e inversor en capital riesgo de la compañía Khosla Ventures; ex miembro de la sociedad mercantil colectiva Kleiner Perkins Caufield Byers; fundador de Sun Microsystems

Pensemos por un momento en el aspecto que presentaba el mundo hace tan solo diez años. Por esa época Google acababa de echar a andar y no existían ni Facebook ni Twitter. No había teléfonos inteligentes y nadie había llegado a imaginar siquiera la posibilidad de tener en el mercado los centenares de miles de apps para el iPhone que hoy existen. El escaso número de tecnologías de amplio impacto (diferentes de los avances tecnológicos que progresan mediante una sucesión de ligeros incrementos) surgidas en la última década son en todos los casos tecnologías derivadas de la hipótesis del cisne negro. En un libro titulado *El cisne negro. El impacto de lo altamente improbable*, Nassim Taleb viene a decir que un cisne negro es un acontecimiento que, además de contar con una baja probabilidad de ocurrencia, pese a poseer un impacto potencial extremo, únicamente consideramos

predecible *a posteriori*. Los efectos de los cisnes negros pueden ser positivos o negativos, y podemos encontrarlos en todos los sectores de la actividad tecnológica. Con todo, la razón que más imperiosamente me anima a creer que las tecnologías derivadas de la hipótesis del cisne negro constituyen una herramienta conceptual que debería estar presente en el instrumental cognitivo del común de los mortales es simplemente la relacionada con el hecho de que los desafíos que vienen a plantearnos actualmente tanto el cambio climático como la producción de energía son demasiado importantes como para poder abordarlos mediante soluciones conocidas y apuestas seguras.

Todavía recuerdo que hace quince años, cuando empezamos a levantar la empresa Juniper Networks, no existía el más mínimo interés en sustituir por los protocolos de Internet la tradicional infraestructura de telecomunicaciones entonces dominante (y el mantra que todo el mundo repetía era: ATM). A fin de cuentas, la infraestructura que nos había legado el pasado representaba una inversión de varios cientos de miles de millones de dólares y parecía tan inamovible como las actuales infraestructuras energéticas. Lo que recomendaba la creencia popular para maximizar el potencial de las infraestructuras ya existentes era la introducción progresiva de una serie de mejoras escalonadas. Sin

embargo, el principal defecto de las creencias populares estriba en el hecho de que no alcanzan a entrever siquiera la posibilidad de que surja una tecnología derivada de la hipótesis del cisne negro. Resulta más que probable que lo que nos aguarda en el futuro no sea un escenario dominado por los tradicionales pronósticos de la econometría, sino más bien un ámbito en el que las circunstancias que hoy consideramos improbables acaben convirtiéndose en el saber popular del mañana. ¿Quién habría tenido la insensatez de predecir en el año 2000 que en la India del 2010 el número de personas con ocasión de utilizar un teléfono móvil duplicaría al de la gente con posibilidad de acceder a una letrina? Hubo un tiempo en el que solo las personas extremadamente ricas podían permitirse el lujo de adquirir un teléfono inalámbrico. Cuando se consigue dar un «pelotazo» tecnológico con las características de un cisne negro no es preciso preocuparse ya de los límites que imponen las infraestructuras existentes, ni ceñirse a las predicciones ni al mercado, dado que basta entonces con cambiar sencillamente los supuestos en vigor.

Son muchas las personas que argumentan que debemos desplegar rápidamente las energías alternativas que ya somos capaces de manejar. Sin embargo, estas personas se revelan incapaces de valorar el potencial que

ofrecen las posibilidades tecnológicas derivadas de la hipótesis del cisne negro: lo que hacen es descartarlas debido a que confunden la «improbabilidad» de las mismas con la supuesta «irrelevancia» de su eventual surgimiento, quedando por tanto incapacitadas para imaginar el arte de lo posible que permite poner sobre la mesa la tecnología misma. Este solo hecho puede hacernos correr el riesgo de gastar enormes sumas de dinero en un conjunto de proyectos basados en convicciones convencionales obsoletas. Y lo que es aún más importante, no podrá contribuir a resolver los problemas que hemos de encarar. El hecho de que nos centremos en encadenar una serie de soluciones graduales y cortoplacistas no conseguirá sino apartarnos del esfuerzo que es preciso realizar para hilar las jugadas maestras que pudieran modificar los supuestos arraigados en los ámbitos del aprovechamiento energético y de la utilización de los recursos sociales. Pese a que no puede decirse que en la actualidad andemos escasos de tecnologías capaces de producir avances de carácter gradual (ya sea en el campo de la energía solar fotovoltaica, de los aerogeneradores o de las baterías de iones de litio), lo cierto es que ni siquiera sumando los efectos energéticos de todas ellas resolveríamos nuestros problemas. Eso significa que podemos considerarlas

irrelevantes, dada la magnitud de las dificultades a que hemos de enfrentarnos. Es posible que contribuyan a generar en algunos casos distintos negocios interesantes, e incluso que en ocasiones estos puedan adquirir una notable envergadura, pero la verdad es que no conseguirán influir en las vastas cuestiones que gravitan hoy predominantemente sobre la energía y los recursos. Para lograr influir en ellas hemos de tratar de realizar un salto cuántico en el ámbito tecnológico, y no solo atreviéndonos a invertir en su procura, sino asumiendo igualmente que dicho salto cuenta con pocas probabilidades de éxito. Tendremos que crear tecnologías derivadas de la hipótesis del cisne negro. No nos quedará más remedio que facilitar esa multiplicación de recursos que solo mediante la tecnología puede crearse.

Así las cosas, cabe preguntarse lo siguiente: ¿cuáles son esas tecnologías de nueva generación, esos procedimientos tecnológicos asociados con la hipótesis del cisne negro y destinados al aprovechamiento energético? Son un conjunto de inversiones de alto riesgo caracterizadas por una elevada probabilidad de fracaso pero que permiten, sin embargo, realizar grandes saltos tecnológicos potencialmente capaces de ejercer un impacto inmenso en todo el planeta si se ven coronados por el éxito: me estoy refiriendo a la posibilidad de

conseguir que la energía solar resulte más económica que el carbón, o viable sin necesidad de subsidios públicos; o a la necesidad de lograr que la eficiencia de la iluminación doméstica e industrial y el funcionamiento del aire acondicionado se eleve en un ochenta por ciento —y al empeño de que todo ello funcione mediante unos procedimientos más económicos que los que ahora empleamos—. Pensemos por un momento en la posibilidad de incrementar en un cien por cien la eficiencia de los motores de nuestros vehículos, en un almacenamiento extremadamente económico de la energía y en el sinfín de saltos tecnológicos que todavía hoy nos resultan inimaginables. Evidentemente, es muy poco probable que un único hallazgo pueda tener todos esos efectos. Pero bastaría con que de diez mil iniciativas osadas surgieran siquiera diez conmociones similares a la generada por Google para provocar un vuelco en todo cuanto pudieran haber logrado los planteamientos convencionales o los pronósticos de los económetras —y lo que es todavía más importante: se superarían así las perspectivas que parecen cernirse sobre nuestro futuro energético.

Para lograrlo, hemos de reinventar las infraestructuras de la sociedad aprovechando el potencial de las mentes más brillantes y motivándolas para que se

pongan a trabajar en un conjunto totalmente nuevo de supuestos para el porvenir. O dicho de otro modo, lo que hemos de preguntarnos no es tanto «¿qué puede acabar sucediendo?» como «¿qué está pasando?». Tenemos que crear un entorno dinámico de competencia creativa y brillantez colectiva capaz de generar ideas innovadoras de forma transversal a todas las disciplinas y de sentar las bases para el triunfo de la innovación. Debemos estimular un ecosistema social susceptible de incentivar la asunción de riesgos en terrenos claramente presididos por la voluntad innovadora. Y en este sentido, resulta esencial popularizar el concepto de las tecnologías asociadas con la hipótesis del cisne negro, ya que solo ellas lograrán inculcar la mentalidad que se precisa en los ámbitos en que hoy trabajan los emprendedores, los responsables políticos, los inversores y las personas que integran el público en general —mentalidad que consiste en asumir que todo puede ocurrir y que quizá no haya nada imposible—. Si sabemos aprovechar las capacidades de esas mentes nuevas y brillantes, motivándolas adecuadamente al lograr que el mercado les envíe las señales y los estímulos más acordes con la situación, conseguiremos que surja un nuevo conjunto de asunciones futuras, inimaginables para las mentalidades actuales, y que esas novedades radicales terminen convirtiéndose en

las ideas comúnmente aceptadas del mañana.

CACONOMÍA

GLORIA ORIGGI
Filósofa del Institut Jean Nicod del Centre National de Investigaciones Científicas de París

«Caconomía» —esto es, la extraña predilección por las recompensas de baja calidad— es un importante concepto que explica por qué resulta habitual que la vida nos parezca tan mediocre.

Los enfoques estándar de la teoría de juegos postulan que, al comerciar tanto con las ideas como con los bienes o los servicios, la gente quiere recibir siempre de los demás un trabajo o un servicio de alta calidad. Imaginemos por un momento que reducimos la complejidad natural de la situación y que la calidad con la que pueden intercambiarse los bienes no admite más que dos niveles: alto o bajo. La caconomía (palabra que procede de una voz griega con la que se viene a señalar la economía de lo peor) describe un tipo de situaciones en las que las personas no se limitan a exhibir la habitual preferencia que les induce a querer recibir bienes de alta calidad y a entregar a cambio, cuando ellos mismos son los beneficiarios, bienes de baja calidad —en lo que

constituye la normal recompensa del timado— sino que revelan preferir de hecho entregar un producto de baja calidad y recibir igualmente un bien de baja calidad, lo que significa que aceptan de mutuo acuerdo un intercambio de baja calidad por ambas partes.

¿Cómo es posible que se den este tipo de situaciones? ¿Podemos considerarlas racionales? Aun suponiendo que tuviéramos una cierta propensión a la pereza y prefiriéramos entregar un producto de baja calidad, como sucedería en el caso de que nos pareciera más interesante escribir un artículo para una revista mediocre con tal de que la empresa editora no nos exigiera trabajar con demasiado ahínco, lo lógico sería esperar que continuáramos prefiriendo esforzarnos poco y recibir mucho. Es decir, entregar objetos de baja calidad y recibir una recompensa de alta calidad. Sin embargo, la caconomía es diferente: ¡cuando nos abonamos a ella no nos limitamos a preferir la entrega de unos productos de baja calidad sino que también aceptamos recibir a cambio un bien de baja calidad!

La caconomía es una extraña y, sin embargo, muy difundida predilección por los intercambios mediocres que se mantiene al menos mientras nadie se queje de la situación. Los mundos caconómicos son mundos en los que la gente no solo convive con el escaso rigor propio y

ajeno sino que espera realmente que ese sea el comportamiento general: confío en que el otro no cumplirá plenamente sus promesas porque quiero tener la libertad de no cumplir yo las mías y, además, no sentirme culpable por ello. Lo que determina que este sea un caso tan interesante como extraño es el hecho de que en todos los intercambios de naturaleza caconómica ambas partes parezcan haber establecido un doble acuerdo: por un lado un pacto oficial por el que los dos intervinientes declaran tener la intención de realizar uno o más intercambios con un elevado nivel de calidad, y por otro un acuerdo tácito por el que no solo se permiten rebajas en esa calidad supuesta sino que se coincide incluso en esperarlas. De este modo, nadie se aprovecha del otro, ya que la caconomía se halla regulada en virtud de una norma social tácita que implica la aceptación de rebajas en la calidad, es decir, la mutua asunción de un resultado mediocre, satisfactorio para ambas partes mientras una y otra se avengan a afirmar públicamente que el intercambio ha tenido en realidad un alto nivel de calidad.

Pongamos un ejemplo: imaginemos que un autor sólidamente afianzado y con varios grandes éxitos de ventas en su haber ha de remitir a su editor una obra cuyo plazo de entrega haya rebasado ya con creces. El escritor en cuestión cuenta con un abundante número de lectores y

sabe perfectamente que la gente se lanzará a comprar el libro que escriba basándose sencillamente en que se trata de una obra suya —y además es también muy consciente de que el lector medio rara vez acostumbra a pasar del primer capítulo—. Su editor también tiene presente todo esto. Así las cosas, el autor decide entregar el manuscrito pese a que este apenas contiene otra cosa que un inicio electrizante y una trama mediocre (un producto de baja calidad). El editor se contenta con el texto recibido y felicita al autor como si este le acabase de confiar una obra maestra (en un ejemplo de retórica de la alta calidad), de modo que ambos quedan satisfechos. El autor no solo prefiere entregar un trabajo de baja calidad, sino que, también, considera preferible que la respuesta del editor sea igualmente de baja calidad y que la empresa se revele incapaz de corregir con seriedad las galeradas y se muestre plenamente dispuesta a no poner ningún reparo a la publicación del texto. Ambos confían en su recíproca falta de fiabilidad y se confabulan para conseguir un resultado de baja calidad que resulta, en último término, ventajoso para ambos. Siempre que nos encontremos frente a un acuerdo tácito destinado a provocar que las partes acepten un resultado de baja calidad que beneficie a ambos intervinientes nos hallaremos ante un caso claro de caconomía.

Paradójicamente, si una de las dos partes genera un resultado de alta calidad en lugar del mediocre producto esperado, la parte contraria lo encajará mal y se considerará víctima de un abuso de confianza —pese a que muy posiblemente no lo reconozca de forma abierta —. En el ejemplo que acabamos de poner, es muy posible que el autor se ofendiera con el editor si este realizara una corrección de pruebas de alta calidad. En este tipo de relaciones, la formalidad consiste en responder con una intervención de baja calidad a una entrega de calidad igualmente mediocre. Al contrario de lo que sucede en el habitual ejemplo que plantea la teoría de juegos con el dilema de prisionero, solo habrá garantía de que ambas partes habrán de mostrarse dispuestas a repetir la interacción con la parte contraria en caso de que la persona en cuestión también esté decidida a ofrecer un resultado de baja calidad y a no procurar en cambio una respuesta de alta calidad.

No puede decirse que la caconomía dé lugar invariablemente a una situación deplorable. A veces permite una cierta reducción de las expectativas, lo cual confiere un tono más relajado a la vida, para beneficio de todos. Esto me lleva a recordar lo que me comentaba hace algún tiempo un amigo que acababa de iniciar una serie de reformas en una casa de campo que posee en la Toscana:

«Los obreros italianos jamás entregan un trabajo en la fecha prometida, pero la buena noticia es que tampoco esperan que uno les pague el día acordado».

Sin embargo, el principal problema de la caconomía y la razón de que quepa considerarla una especie de insensatez colectiva tremendamente difícil de erradicar estriba en el hecho de que todos y cada uno de los intercambios de baja calidad que se realizan instauran un equilibrio local, un equilibrio por el que ambas partes quedan satisfechas —a pesar de que, a largo plazo, cada uno de esos intercambios termine por erosionar la generalidad del sistema—. Por consiguiente, la amenaza que de ese modo pone en peligro la obtención de un buen conjunto de resultados colectivos procede no solo de la existencia de aprovechados y predadores, como acostumbran a enseñarnos actualmente las corrientes dominantes de las ciencias sociales, sino también de la presencia de una serie de bien organizadas normas de comportamiento caconómico, unas normas que regulan los intercambios de la peor manera posible. El cemento de la sociedad no se limita únicamente al establecimiento de fórmulas de cooperación encaminadas a la obtención de un bien común, de modo que si queremos entender por qué la vida nos parece tan mediocre deberíamos revisar las normas de cooperación que, habiendo sido pensadas para

la consecución de un óptimo local, logran, en realidad, un empeoramiento general.

http://educaciondemillonarios.blogspot.com

KAYFABE *

ERIC WEINSTEIN
Matemático y economista, director del Grupo Natron

Es posible que el ámbito del que termine procediendo el concepto científico más sofisticado y con mayor capacidad potencial de mejorar el entendimiento humano no sea el del mundo académico sino el de un entorno notablemente más insospechado: me estoy refiriendo nada menos que a la esfera de la lucha libre profesional.

Los biólogos evolutivos Richard Alexander y Robert Trivers han destacado recientemente que el elemento que con mayor frecuencia viene a desempeñar un papel decisivo en el ejercicio de las distintas presiones de selección que actúan sobre los seres vivos es el engaño y no la información. Sin embargo, en la mayoría de los casos nuestra forma de razonar considera que el engaño constituye, en realidad, una perturbación por la cual se viene a incidir en el intercambio de la información pura, circunstancia que, a su vez, nos incapacita para contemplar adecuadamente las realidades de un mundo en el que la impostura puede desplazar con notable eficacia a lo genuino. Lo que se constata, en particular, es que

resulta altamente probable que las presiones selectivas, que según todos los indicios gravitan sobre el futuro de la humanidad, continúen vinculadas a aquella teoría económica cuyo constructo central gira en torno a un modelo de mercado fundado en un conjunto de asunciones relacionadas, a su vez, con la existencia de una información perfecta.

Si queremos tomarnos más en serio el papel de la selección en los seres humanos, puede que juzguemos oportuno tratar de averiguar si existe o no un sistema riguroso capaz de manejar una realidad alterada en la que la adulteración se acumula hasta formar varios estratos, una realidad en la que no es posible asumir que haya algo que sea efectivamente lo que parece ser. Este tipo de sistema, que lleva más de un siglo adquiriendo cuerpo y consistencia, se ha convertido actualmente en la base de un intrincado imperio empresarial de puras paparruchas en el que se mueven miles de millones de dólares. Las personas que bregan y forcejean en ese ruedo dan al sistema el nombre de «kayfabe», una voz envuelta en un misterioso origen.

Dado que la lucha libre profesional resulta ser en realidad un deporte de simulación, los contendientes que salen a enfrentarse en el cuadrilátero forman un conjunto de individuos que no solo se han puesto previamente de

acuerdo para colaborar sino que se hallan integrados en un hermético entramado (al que se conoce con el nombre de «promoción») al que nadie ajeno a la componenda tiene posibilidad de acceso. Los antagonistas que se elijen para los distintos combates salen siempre del grupo formado por los integrantes de cada promoción, y sus ritualizados encontronazos son en gran medida el resultado de una serie de negociaciones previas, coreografiándose y ensayándose con antelación con el objeto de disminuir significativamente el riesgo de lesiones o incluso la eventualidad de un desenlace fatal. Al venir el resultado de los choques predeterminado por la aplicación de las reglas del kayfabe, lo cierto es que, en la lucha libre, los abusos de confianza no se producen cuando alguien se comporta de manera antideportiva, sino al irrumpir inopinadamente en escena un comportamiento deportivo real. Este inoportuno espíritu deportivo, que «viola los códigos del kayfabe», recibe el nombre de «legítimo» para distinguirlo de los fingimientos acordados y esperables que se ciñen efectivamente al guión establecido —los cuales quedan englobados bajo el término de «trabajo».

Si la noción de kayfabe pasara a formar parte del instrumental cognitivo del siglo XXI nos resultaría sin duda más fácil comprender el hecho de que estamos viviendo

en un mundo en el que el periodismo de investigación parece haberse desvanecido y en el que una serie de enconados adversarios jurídicos se revelan dispuestos a cooperar en todo, asociándose tanto con vistas a la realización de operaciones conjuntas como al objeto de presionar a otros actores para defender sus intereses. De este modo podríamos comprender más claramente que las enmarañadas batallas que enfrentan a los macroeconomistas de «agua dulce» de Chicago con los teóricos de «agua salada» de la *Ivy League*[*] suceden en el contexto de una misma «promoción ortodoxa», dado que ninguno de los dos grupos ha salido en modo alguno mal parado por el hecho de haberse revelado incapaz de prever la reciente crisis financiera —fracaso en el que incurrieron, insisto, ambos contendientes—. De hecho, tengo la impresión de que la vieja batalla que lleva décadas enfrentando a los físicos teóricos para dirimir cuál de los dos bandos dominantes —el de la teoría de cuerdas o el de la gravedad cuántica de bucles— tiene derecho a alardear de un mayor número de victorias constituye en realidad un ejemplo todavía más significativo de rivalidad intrapromocional y proclive a la colaboración en el ámbito de la ciencia pura y dura, dado que, aparentemente, ambos grupos se muestran incapaces de generar una teoría cuántica de la gravedad.

Lo que confiere su carácter notable al concepto de kayfabe es que nos ofrece el ejemplo más completo del proceso que viene a determinar que un amplio conjunto de importantes empeños intelectuales o sociales recorren actualmente el camino que lleva de una realidad fracasada a un fingimiento más que logrado. Pese a que hoy puede afirmarse que la mayoría de los aficionados al deporte son perfectamente conscientes de que la lucha libre profesional es en realidad un seudodeporte, lo que muchos olvidan es que esa modalidad de combate tiene su origen en un deporte real, aunque fallido, al que se le conocía con varios nombres, pero que podría asimilarse a la lucha grecorromana y a otras modalidades de lucha tradicional —modalidades que vendrían a dirimir el último título no amañado de su historia en un enfrentamiento celebrado a principios del siglo XX—. Era habitual que los combates durasen horas sin que se produjese ninguna acción determinante, o que se zanjaran de forma súbita al haber sufrido una o más lesiones invalidantes un atleta prometedor en el que se había invertido mucho tiempo, dinero y esfuerzos. Esta circunstancia pone de relieve la estrecha relación que existe entre dos de los riesgos paradójicos que definen la categoría de actividades a la que pertenece la lucha libre profesional, y que sin duda comparte con otras esferas de la vida humana: a) un

peligro ocasional y, sin embargo, extremo para los participantes, y b) una monotonía general tanto para el público como para los participantes.

La «kayfabificación» (es decir, el proceso por el cual pasamos de la realidad al kayfabe) se produce como consecuencia de los esfuerzos que realizamos para conseguir ofrecer un producto fiable y atractivo a un público de masas sin tener que padecer al mismo tiempo las traumáticas e impredecibles circunstancias que pueden hacer peligrar la integridad física de los participantes —o su bienestar económico, o aun el confort de cualquier otra índole que pudieran experimentar—. De este modo, la «kayfabificación» ha pasado a convertirse en una de las características presentes en muchos de los más importantes sistemas que conocemos, como los vinculados con la guerra, la economía, el amor, la política y la ciencia. Y lo que es más importante, el kayfabe también ilustra hasta qué punto la mente humana puede suspender con éxito la incredulidad antes de que la fantasía y la realidad vengan a fundirse. La urdimbre de simulaciones en la que se basa el sistema de la lucha libre profesional ha adquirido en los últimos tiempos un grado de complejidad tan elevado que los luchadores han acabado enzarzándose de cuando en cuando en verdaderas adulteraciones de la realidad al introducir en la trama de

fondo de una de sus fabricadas coreografías un giro argumental ficticiamente falso. Al final, el kayfabe mismo terminaría convirtiéndose en víctima de su propio éxito, al elevar los niveles de su artificiosidad hasta un punto que ya no iba a resultarle posible mantener más tarde, cuando el mundillo de la lucha libre viniese a topar con la dificultad de tener que superar la supervisión a que habrían de someterlo los distintos inspectores externos encargados de vigilar el desarrollo de los principales acontecimientos deportivos de los Estados Unidos.

Cuando los defensores del kayfabe se vieron obligados a admitir que la lucha libre profesional no constituía en modo alguno una especialidad deportiva lograron algo más que verse exonerados de las normativas aplicables al deporte y quedar condenados al olvido, puesto que fue entonces cuando la lucha libre descubrió lo impensable: que el público que seguía sus espectáculos no exigía ni la más mínima pincelada de realismo. La lucha libre profesional había cerrado así el círculo que venía a unirla con sus honrados orígenes al apartar en último término de los hombros de los luchadores la pesada responsabilidad del disimulo y transferírsela a la connivente mentalidad de los espectadores.

Según parece, el kayfabe es un plato que ha de servirse al modo de una configuración destinada al

cliente.

COLOQUEMOS LA CUCHILLA DE EINSTEIN EN LA NAVAJA DE OCKHAM

KAI KRAUSE

Precursor de los programas lógicos informáticos; diseñador de interfaces

Mi padre falleció en un accidente de aviación en el año 1971, siendo yo todavía un adolescente. De algún modo comencé a volverme «serio» y a tratar de comprender el mundo que me rodeaba y el lugar que yo ocupaba en él, intentando hallar un significado y un sentido a la vida y empezando a darme cuenta de que, en realidad, todo era distinto a lo que yo había supuesto en los inocentes días de mi infancia.

Se iniciaba así la «elaboración de mi propio instrumental cognitivo», y todavía recuerdo la intensa dicha del descubrimiento, la alegría de mis voraces lecturas y la pasión —notablemente alejada de los intereses de mis amigos y el currículo escolar— que me empujaba a devorar enciclopedias, obras filosóficas, biografías y textos de ciencia ficción.

Uno de los muchos relatos que por entonces tuve ocasión de leer estaba llamado a permanecer grabado en

mi memoria, y especialmente uno de sus párrafos: «*¡Hemos de hacer uso de la espada de Thargola! El principio de la parsimonia. El primero que lo enunció fue el filósofo medieval Thargola14, quien lo expresaría del siguiente modo: "Hemos de cortar a espada toda hipótesis que no se revele estrictamente necesaria"*».*

Aquello me hizo pensar y repensar.

Me llevó bastante tiempo averiguar quién podía haber sido ese filósofo, pero al tratar de conocer su identidad me embarqué en una nueva aventura, iniciándose así mi historia de amor con las bibliotecas, los grandes volúmenes y los libros de tapas polvorientas... Podría decirse que así fue como empecé a surfear por el conocimiento. De ese modo descubrí que había existido un monje, nacido en un pueblecito rodeado de robles, al que se daba apócrifamente el nombre de Guillermo de Ockham.* Volvería a encontrarlo años más tarde, siendo ya profesor en Múnich, al toparme un buen día con la calle Occam y comprender que el filósofo que yo buscaba había pasado en esa ciudad los últimos veinte años de su vida, en tiempos del rey Luis IV de Baviera, a mediados del siglo XIV.

Isaac Asimov se había apropiado de las afirmaciones del buen franciscano Guillermo, para rendirle así homenaje y exponer lo que hoy se conoce, en sus

numerosas variantes, como la «navaja de Ockham», cuyos distintos enunciados pueden expresarse como sigue:

La pluralidad no se debe postular sin necesidad.

No deben multiplicarse las entidades sin necesidad.

O aun, de forma no solo más general y coloquial sino también algo menos traducida del latín:

Ha de preferirse la explicación completa que se revele más sencilla e invoque un menor número de construcciones hipotéticas.

Ahí lo tenía, ese juego coreográfico entre lo simple y lo complejo que tanto y de tantísimas formas ha logrado fascinarme desde entonces. A mis ojos, esa interrelación está muy próxima a constituir el núcleo de la «comprensión del mundo», según se nos planteaba en la pregunta que este año ha dado en poner sobre la mesa la revista *Edge*.

¿Habrá que considerar cierto que la máxima «Cíñete a la sencillez», de tan inocente aspecto, constituye una estrategia óptima para abordar los interrogantes de la vida, sean estos grandes o pequeños, científicos o personales? Desde luego, no hay duda de que intentar eliminar los supuestos superfluos puede resultar un principio útil, y de hecho podemos encontrarlo tanto en la obra de Carl Sagan como en la de Stephen Hawking, ya que en ambos estudiosos ese planteamiento forma parte

del enfoque que emplean para reflexionar en términos científicos. No obstante, hay algo que nunca ha acabado de convencerme en esta idea. Yo comprendía de forma tan intuitiva como clara que a veces las cosas no son tan sencillas —y que el escueto hecho de que una determinada explicación fuera «la más sencilla» de todas las imaginables no podía considerarse sin más como una prueba de su verdad.

- Hasta el más humilde de los relatos detectivescos se enorgullecería de no tener que recurrir a la explicación más obvia para señalar al culpable o para referir cómo se llevó a cabo el crimen.
- El diseño de un coche concebido para «experimentar las sensaciones óptimas al entrar en una curva a gran velocidad» requiere la concepción de una serie de sistemas de tan enorme complejidad que sería difícil describirlos finalmente diciendo que son «suficientemente válidos».
- El agua que desciende por una colina opta siempre por seguir un curso sinuoso y no por la línea recta.

No obstante, si vemos las cosas desde otro punto de vista descubriremos que la solución aparentemente falta

de sencillez es en realidad «la más fácil»: en el caso del agua, *el hecho de que se necesite menos energía para descender una pendiente eligiendo invariablemente los planos menos inclinados* se revela más importante que *el imperativo de seguir una línea recta entre A y B*. Y ese es uno de los elementos que tiene bien presentes la navaja de Ockham: la definición de lo que es la «sencillez» ha de resultar necesariamente sencilla a su vez. Y lo mismo habrá de ocurrir con la definición de aquello que deba considerarse comparativamente «más sencillo» que algo otro —bueno, eso es lo que cabría pensar, pero en realidad las cosas no son tan sencillas en este caso.

Hay una gran diferencia entre lo «simple» y lo «simplista». Y desde un punto de vista más abstracto, el principio de que «las cosas sencillas han de conducir a las complejas» no solo opera aquí en paralelo sino que, en realidad, lleva toda la vida encauzando profundamente mis desvelos, tanto en el plano personal como en el profesional.

A principios de la década de 1970 también yo comencé a juguetear con los primeros sintetizadores modulares de gran tamaño y no tardé en descubrir lo difícil que resulta reproducir los diferentes sonidos, incluso aquellos que parecen verdaderamente «sencillos».

Pulsar una simple tecla del piano para hacer sonar

una sencilla nota posee una insospechada complejidad —que rebasa incluso la capacidad de las decenas de osciladores y filtros de magnitud de un sintetizador.

En los últimos tiempos, uno de los muchos proyectos en que me he embarcado ha consistido en replantearme el espacio estético de las visualizaciones científicas, y otro de ellos se ha centrado en la encarnación más tangible de las matemáticas —esto es, en los fractales—, reanudando así un estudio que ya había iniciado hace casi veinte años con Ben Weiss, un virtuoso de los códigos (y lo cierto es que hoy puedo disfrutar de los caleidoscopios fractales gracias a las reproducciones virtuales en tiempo real que actualmente se pueden recibir por medio de un pequeño teléfono inteligente). Y este es quizás el ejemplo más extremo: una diminuta fórmula matemática, que apenas ocupa una línea en un folio de papel, es capaz de generar, utilizada de forma recursiva, una auténtica constelación de imágenes de pasmosa belleza. (Ben tuvo el insólito placer de mostrar a Benoit Mandelbrot una versión alfa de dicho generador de imágenes con ocasión de una Conferencia sobre Tecnología, Entretenimiento y Diseño, y esto pocos meses antes de que falleciese Mandelbrot.)

Las dudas que me planteaba el abuso del principio de la parsimonia aparecería perfectamente expresado en una cita de Albert Einstein, que podría considerarse

razonablemente como la cuchilla que Einstein viene a ofrecer como contrapunto de la navaja de Ockham: «Es preciso lograr que las cosas presenten el aspecto más sencillo posible —pero no más».

Y aquí tenemos la perfecta aplicación de esta verdad, utilizada recursivamente y aplicada a sus propios principios: ¡*Ni Einstein ni Ockham usaron de hecho las palabras exactas que aparecen en las citas que se les atribuyen*! Tras pasar por un cedazo las decenas de libros del gran físico de origen judío, espulgar sus obras completas, estudiar el montón de cartas redactadas en alemán que integran su correspondencia y visitar los Archivos de Albert Einstein de la Universidad Hebrea de Jerusalén, descubrí que no podía encontrarse en ninguna parte —ni en la Enciclopedia Británica, ni en la Wikipedia ni en Wikiquote— una indicación fiable de la fuente exacta de la que proceden estas máximas. Y lo mismo puede decirse de Ockham. Todo cuanto es posible encontrar *de facto* son sus precedentes.

Desde luego, no hay duda de que resulta perfectamente posible acumular rápidamente una ingente cantidad de ejemplos cotorreados y retuiteados en las redes sociales, pasados una y otra vez por la trituradora de los blogs y regurgitados a toda prisa, dado que se han convertido en verdaderos memes, como es obvio. Y

resulta igualmente posible asumir que tanto en uno como en otro caso, es muy probable que ambos estudiosos enunciaran sus respectivas ideas exactamente de la forma en que hoy las encontramos, dado que Ockham y Einstein se valieron de diversas expresiones semejantes no solo en la forma sino también en el fondo. Ahora bien, atribuirles unas determinadas palabras exactas debido a que «parecen hallarse próximas» a las pronunciadas por los autores mismos equivaldría a confirmar una vez más que *las cosas no son tan simples*.

Además, hay una enorme diferencia entre la información *adicional* y la *redundante*. (Y si no fuera así, ¿admitiríamos que alguien decidiera que puede prescindirse del segundo y redundante «ein» de la palabra «Einstein»?)

Pero dejemos a un lado las bromas lingüísticas, puesto que lo cierto es que la navaja y la cuchilla juntas constituyen un enfoque conjunto de gran utilidad para el pensamiento analítico. Dado que está bien eliminar las conjeturas no esenciales, es evidente que vale la pena incluir esta máxima en el «instrumental cognitivo del público en general», pero también resulta interesante incorporar a esa misma caja de herramientas conceptuales lo que podríamos considerar su corolario: ¡No vayamos a exagerar la sencillez!

Y ahora permítanme terminar con una frase concluyente de mi propia cosecha: *no hay nada tan complejo como la simplicidad*.

MISILES DE LOCALIZACIÓN PASIVA POR INFRARROJOS

DAVE WINER
Profesor visitante de la Facultad de Periodismo de la Universidad de Nueva York, precursor del desarrollo de las programaciones lógicas informáticas (en los campos de la creación de blogs, la publicación de grabaciones sonoras, la sindicación de contenidos en la Red, los procesadores de ideas y la gestión de contenidos digitales)

La ciudad de Nueva York, en la que ahora resido, le enseña a uno que pese a que seamos seres sociales, lo mejor es muchas veces no admitirlo.

Conforme va uno sorteando los diversos obstáculos que amenizan el recorrido de los viandantes que transitan por las aceras de Manhattan es fácil olvidar los pensamientos que a menudo nos absorben y empezar a prestar atención a las personas que vamos encontrando por la calle. Es algo que no plantea inconvenientes si se halla uno detenido, pero si se está usted moviendo y traba contacto visual directo con otro peatón estará enviando señales a un desconocido que indican que pretende establecer algún tipo de transacción.

No se trata de nada bueno. Es un signo de debilidad.

Tanto si el flujo de transeúntes que circulan en su dirección se ha percatado de ello como si no lo ha advertido, la persona a la que ha mirado usted directamente a los ojos, sea hombre o mujer, aprovechará su debilidad confesa y avanzará a paso de carga hacia donde usted se encuentra —teniendo buen cuidado, eso sí, de no mirarle a usted directamente a la cara en ningún momento—. No hay apelación posible. Todo cuanto puede usted hacer es apartarse del camino de esa persona, aunque ni siquiera tal maniobra conseguirá evitar la colisión, dado que su adversario todavía se acercará más a usted, aunque de forma inconsciente. Su estado de debilidad actúa como un imán. El espacio que usted ocupa está disponible, al alcance del primero que quiera hacerse con él. Llegadas las cosas a ese punto, no le queda a usted más remedio que aceptar el choque, aunque de acuerdo con los protocolos peatonales de Nueva York se le considerará a usted responsable del encontronazo.

Esa es la razón de que la gente que se zambulle enteramente en el manejo de sus teléfonos móviles, enfrascada en la consulta o el envío de uno o más mensajes de texto o en la revisión de sus correos electrónicos, sin dejar de caminar con la mirada baja, domine de forma tan absoluta el tráfico que circula por las aceras. Son otros tantos misiles de localización pasiva

por infrarrojos, y es su calor corporal lo que les atrae.

No creo que sea un problema exclusivo de la ciudad de Nueva York, se trata en realidad de una característica de la especie humana. Todos buscamos compañía.

En el año 2005 viví durante un tiempo junto a la playa situada al noreste de Florida, a las afueras de la población de San Agustín. Se trata de una franja arenosa muy larga y relativamente solitaria. Además, está permitido conducir por la arena a fin de localizar el punto idóneo para tomar un baño, de modo que si no le importa pasarse un rato al volante tendrá la posibilidad de encontrar un espacio solitario. Yo solía conducir hasta llegar a alguna ensenada sin gente, aparcaba el coche y me lanzaba de cabeza a la blanca espuma de las olas. La mayoría de las veces, al regresar, me encontraba con que había un coche aparcado justo al lado del mío. Si hubiera detenido el vehículo en cualquier otro sitio, el conductor podría haber disfrutado de la soledad, puesto que tenía más de un kilómetro y medio libre en ambas direcciones.

¡Por favor añadan este dato a sus respectivos instrumentales cognitivos!

EL ENTRELAZAMIENTO CUÁNTICO

MARCO IACOBONI
Neurocientífico; catedrático de psiquiatría y ciencias de la conducta; director del Laboratorio de Estimulación Magnética Transcraneana del Centro de Cartografía Cerebral Ahmanson-Lovelace de la Facultad de Medicina David Geffen de la Universidad de California, Los Ángeles; autor de Las neuronas espejo. Empatía, neuropolítica, autismo, imitación o de cómo entendemos a los otros

El entrelazamiento cuántico es una «acción fantasmal a distancia», como solía afirmar Einstein (y lo cierto es que este era un concepto que no le gustaba en absoluto, pese a que en un momento determinado no le quedara más remedio que admitir su existencia). En física cuántica, dos partículas se hallan entrelazadas cuando la ocurrencia de un cambio en una de las partículas se asocia inmediatamente con un cambio en la otra partícula. Y aquí es donde interviene la parte fantasmagórica, ya que podemos empeñarnos en separar todo cuanto sea posible a nuestros «entrelazados amiguitos» sin que dejen por ello de seguir entrelazados. El surgimiento de un cambio en uno de ellos queda instantáneamente reflejado en el otro, aunque se encuentren físicamente muy alejados entre sí (¡y

cuando digo muy alejados me refiero a que se hallen ubicados en países diferentes!).

El entrelazamiento cuántico parece cosa de magia. Se trata de un hecho que resulta realmente difícil de comprender. Y, sin embargo, constituye un fenómeno muy real, susceptible de ser medido y reproducido en el laboratorio. Y la cosa no acaba aquí. Si durante muchísimos años se ha venido pensando que el entrelazamiento cuántico era un fenómeno extremadamente sutil que únicamente podía observarse en la infinitesimal pequeñez del universo de la física cuántica («¡Ah, bueno, menos mal! ¡Por lo menos nuestro mundo es inmune a tan extrañas realidades!»), siendo además notablemente volátil, las pruebas más recientes sugieren que dicho entrelazamiento pudiera ser de hecho mucho más sólido y hallarse bastante más extendido de lo que en un principio se pensaba. Es posible que la fotosíntesis tenga lugar por medio de un fenómeno de entrelazamiento cuántico, por no mencionar el hecho de que los últimos datos relativos al funcionamiento cerebral sugieren que el entrelazamiento cuántico desempeñaría un papel en la difusión sistemática de la actividad eléctrica que actúa en grupos de neuronas situadas en zonas del cerebro mutuamente alejadas entre sí.

El entrelazamiento cuántico posee un notable peso

cognitivo, dado que representa un desafío para nuestras intuiciones cognitivas. Da la impresión de que nuestra mente ha sido diseñada para preferir las narrativas que nos proporcionan una explicación de los fenómenos naturales basada en un conjunto de relatos causales de carácter relativamente mecánico. Y si no nos resulta posible concebir uno de esos relatos, tendemos a recurrir al pensamiento irracional —es decir, al tipo de sentimiento mágico que solemos experimentar al darle vueltas al fenómeno del entrelazamiento cuántico—. La existencia de partículas entrelazadas nos enseña que las creencias en las que sustentamos la idea que nos hacemos acerca del funcionamiento del mundo pueden llegar a chocar gravemente con nuestro modo de comprenderlo. Sin embargo, también nos señalan que si nos atenemos a los principios de la buena práctica científica —consistente en observar primero para medir después y pasar a reproducir finalmente los fenómenos que logremos enmarcar en una teoría (o que se hallen incluidos entre las predicciones de una teoría científica ya existente)— tenemos a nuestro alcance la posibilidad de hallar sentido a las cosas. Incluso a aquellas que presenten unas características tan sumamente extrañas como las del entrelazamiento cuántico.

Otra de las razones que sustentan la afirmación de

que el entrelazamiento cuántico posee un considerable peso cognitivo radica en el hecho de que venga a susurrarnos al oído que los fenómenos de causa y efecto que nos resultan aparentemente evidentes en sí mismos podrían no hallarse en modo alguno en una relación causal propiamente dicha. La aplicación de las modernas tablas de vacunación, con las correspondientes indicaciones de las dosis y las secuencias de administración —en lo que constituye un esquema que representa probablemente el mayor logro de la medicina contemporánea—, coincide con la declaración de un conjunto de síntomas asociados con la aparición de diversos casos de autismo entre la población infantil. Esta concomitancia en el tiempo podría inducirnos a creer, erróneamente, que la vacunación podría haber generado esos síntomas, y por consiguiente la propia enfermedad del autismo. Al mismo tiempo, dicha correspondencia temporal debería ponernos en guardia contra toda asociación directa entre una causa y su pretendido efecto, invitándonos a examinar una segunda vez las cosas y a realizar experimentos controlados a fin de averiguar si existe realmente o no algún vínculo entre la administración de las vacunas y la incidencia del autismo. Actualmente hemos conseguido saber que no cabe pensar que haya ningún vínculo de esa clase. Por desgracia, dicha creencia resulta muy difícil de erradicar,

y está haciendo que algunos padres tomen la decisión, potencialmente desastrosa, de no vacunar a sus hijos.

La historia del entrelazamiento cuántico es un gran ejemplo de la capacidad que tiene la mente humana para comprender casi más de lo que creemos que alcanza efectivamente a comprender. En este caso, la palabra más importante es «casi». Dado que ya hemos «estado ahí», es decir, puesto que actualmente ya entendemos la idea del entrelazamiento cuántico, se hace a todas luces evidente que teníamos la capacidad de «llegar a dicho punto», o lo que es lo mismo, que siempre hemos tenido luces suficientes para comprender tal noción. Sin embargo, antes de lograrlo, no teníamos en absoluto esa impresión. En tanto que no dimos con científicos susceptibles de ser reproducidos, el fenómeno del entrelazamiento cuántico que predice la teoría cuántica se nos antojó prácticamente tan espeluznante como la existencia de los fantasmas. (Y aun así continúa presentando todo el aspecto de una cuestión un tanto peliaguda, ¿no creen?) Los seres humanos muestran una propensión natural a rechazar los hechos que no se ajustan a sus creencias, y lo cierto es que al vernos enfrentados a esos hechos tendemos automáticamente a reforzar nuestras convicciones y a ocultar los datos adversos bajo la alfombra. Las hermosas vicisitudes del entrelazamiento cuántico nos recuerdan

que podemos «ir más allá de nosotros mismos», que no tenemos por qué aferrarnos desesperadamente a nuestras creencias, y que podemos encontrar sentido a las cosas. Incluso a aquellas que se revelan un tanto inquietantes.

LA TECNOLOGÍA HA ABIERTO EL CAMINO A LA HUMANIDAD

TIMOTHY TAYLOR
Arqueólogo de la Universidad de Bradford, en el Reino Unido; autor de The Artificial Ape: How Technology Changed the Course of Human Evolution

La sola idea de que pueda existir algo así como una «caja de herramientas cognitiva» es ya, de por sí, uno de los elementos más importantes de ese instrumental destinado a facilitar y a promover el conocimiento. Se trata de una noción que va mucho más allá de lo simplemente metafórico, dado que la relación que existe entre las herramientas físicas que manejamos y el modo en que opera nuestro razonar no solo es muy honda, sino también de una insondable antigüedad.

En términos fácticos, las ideas asociadas con la evolución y con los períodos más remotos de la prehistoria de la humanidad han quedado tan bien sentadas como la noción de que la Tierra es efectivamente redonda. Únicamente las personas fanáticas o las que se llaman a engaño podrían dudar de ellas. Sin embargo, también debiera darse a conocer a todo el mundo otro hecho: el de

que la primera herramienta de piedra tallada precede, al menos en medio millón de años, a la expansión intelectual que tanto caracteriza a los seres humanos.

La idea de que la tecnología surgió antes que la propia condición humana y de que en términos evolutivos vino realmente a preparar el terreno para poder adquirir más tarde dicha cualidad constituye un concepto científico que, a mi juicio, debería formar parte del instrumental cognitivo del común de los mortales. De convertirse en una noción universalmente conocida podríamos comprender que el hecho de pensar por medio de los objetos y con ellos, así como la circunstancia de que sepamos manipular cosas virtuales en nuestra mente, constituye una parte esencial de la autoconciencia crítica. La capacidad de interiorizar nuestras propias creaciones mediante la abstracción y la conversión de los instrumentos físicos «exteriores» en otros tantos mecanismos mentales es lo que permite el funcionamiento de todo el proyecto científico.

EL TIEMPO DISCRECIONAL *

PAUL SAFFO
Pronosticador tecnológico; director ejecutivo de planificación de la empresa Discern Analytics; estudioso visitante emérito de la Red de Investigación de Stanford MediaX de la Universidad de Stanford

Hace medio siglo, en una época en la que todavía se dedicaba a asesorar a una compañía metalúrgica del Reino Unido, Elliott Jaques tuvo una honda intuición llamada a levantar una notable polvareda. Se percató de que los empleados que trabajaban en los distintos escalafones que integraban la empresa tenían un horizonte temporal muy diferente. Los obreros que se afanaban en las cadenas de montaje se centraban en la realización de un conjunto de tareas que podían completarse en un único turno de trabajo, mientras que los gerentes tenían que consagrar sus energías a labores cuya culminación precisaba de una dedicación de seis meses o más. Y al mismo tiempo, el director ejecutivo de la compañía se entregaba a la consecución de objetivos que únicamente podían realizarse en el transcurso de varios años.

Tras pasar varias décadas sumido en una serie de complejos estudios empíricos, Jaques llegó a la

conclusión de que si los seres humanos acostumbran a diferenciarse, entre otras cosas, por el grado de su inteligencia, también suelen distinguirse en función de su capacidad para gestionar aquellos procesos complejos cuya compleción depende del paso del tiempo. Todos nos sentimos espontáneamente cómodos con un determinado horizonte temporal, circunstancia que viene a definir lo que Jaques denominó «período de tiempo discrecional», esto es, la tarea de mayor duración temporal que puede realizar con éxito un individuo concreto. Jaques observó que, por regla general, las organizaciones empresariales reconocen implícitamente este hecho, dado que lo reflejan en todos sus gestos, desde la denominación de los cargos de sus empleados hasta el salario que se les asigna. Se paga por horas a los trabajadores de las cadenas de producción, y si a los gerentes se les remunera a base de sucesivas anualidades, se tiende a compensar en cambio a los directores ejecutivos ofreciéndoles incentivos a más largo plazo, como ocurre por ejemplo con las llamadas opciones de compra de acciones.

Jaques también se percató de que las organizaciones empresariales que operaban con eficacia estaban integradas por un conjunto de empleados caracterizados por el hecho de poseer unos períodos de tiempo discrecional diferentes en cada caso, lo que permitía que

todos ellos trabajasen en un plano de comodidad naturalmente adaptado a sus respectivas cualidades. Lo que se constataba en caso de asignar a un determinado trabajador una tarea que rebasara el período de tiempo discrecional connatural a su persona era que el empleado fracasaba. Si, por el contrario, el período de tiempo discrecional de la tarea encomendada resultaba inferior a las capacidades del asalariado, lo observable era que el trabajador no se sentía suficientemente estimulado, lo que le llevaba a mostrarse descontento.

El período de tiempo discrecional se halla en relación directa con la realización de empeños provistos de un marco temporal explícito. Y gracias al modelo de Jaques podemos valorar los distintos niveles de capacidad discrecional por medio de un esquema escalonado. En el nivel uno encontramos puestos laborales como los de los agentes de ventas o los de los obreros presentes en las cadenas de producción, ya que lo normal en estos casos es que se ocupen de un horizonte temporal que no supere los tres meses de plazo. En los niveles dos a cuatro encontramos varios puestos de gerencia, y los horizontes temporales de este escalón se sitúan entre los dos y los cinco años. En el nivel cinco se encuentran aquellas personas que poseen un horizonte temporal situado en una horquilla comprendida entre los

cinco y los diez años y en el organigrama de la empresa estas cualidades corresponden al plano de los directores ejecutivos y de los vicepresidentes de las grandes compañías. Más allá del nivel cinco entramos ya en la esfera de los hombres de estado y de los más legendarios líderes empresariales, esto es, en el ámbito propio de aquellas personas que se encuentran a sus anchas dando libre curso a su horizonte temporal innato, que puede ser de veinte años (nivel seis), de cincuenta años (nivel siete), o incluso superior. El nivel ocho pertenece al círculo formado por aquellos pensadores capaces de proyectar sus reflexiones a cien años vista, como sería el caso, por ejemplo, de Henry Ford. Por último, el nivel nueve correspondería a individuos como Einstein, Gandhi y Galileo, es decir, a aquellas personas que se revelan capaces de poner en marcha grandes movimientos cuya influencia persiste en el futuro por espacio de varios siglos.

Las ideas de Jaques alcanzaron una notable difusión hasta bien entrada la década de 1970, cayendo después en el olvido, dado que comenzó a sufrir el asedio de las críticas, que censuraban toda su concepción por considerarla surgida de un prejuicio injusto, o peor aún, vinculada a una estratificación totalitaria que venía a traer a la memoria los ecos del *Mundo feliz* de Aldous Huxley.

No obstante, ya va siendo hora de que revisemos las teorías de Jaques y recuperemos la noción del «período de tiempo discrecional», ya que constituye una espléndida herramienta tanto para la comprensión de nuestras estructuras sociales como para su adecuación a los abrumadores desafíos a que ha de hacer frente la sociedad global. Es posible que algunos problemas concretos, como los ligados al cambio climático, resulten en último término intratables debido a que, en realidad, tenemos un sistema político que eleva a los distintos congresos o parlamentos nacionales a pensadores de nivel dos cuando lo cierto es que necesitamos que ocupen el cargo personas de nivel cinco. En este sentido, las ideas de Jaques podrían ayudarnos a comprender que el viejo dicho «Quien piensa a largo plazo sale siempre ganador» no es sino una parte del asunto, dado que, en realidad, las sociedades más efectivas serán aquellas cuyos miembros conciban explícitamente las tareas que se les encomiendan en un contexto definido por el factor temporal.

EL FALSACIONISMO

TANI ALOMBROZO
Psicóloga cognitiva de la Universidad de California en Berkeley

A primera vista, el «falsacionismo» no constituye más que un modesto concepto que hunde sus raíces en la lógica y en la epistemología. Una inferencia resulta defendible si existe al menos la posibilidad de que acabe siendo «falsada» en caso de que alcance a recibirse nueva información. A diferencia de lo que ocurre con las conclusiones deductivas derivadas de nuestra capacidad de juicio, los frutos del razonamiento falsable son siempre susceptibles de revisión y se sostienen invariablemente de forma tentativa, lo que no impide hacerlo al mismo tiempo con plena firmeza.

Todas las afirmaciones científicas, ya se trate de los enunciados propios de un libro de texto o de un conjunto de especulaciones desordenadas, se mantienen al modo de otras tantas proposiciones falsables. Una de las características distintivas del progreso asociado con el conocimiento científico radica en el hecho de que las afirmaciones que se realizan en este campo se hallan permanentemente expuestas a sucesivos procesos de

refinamiento o de rechazo, siempre a expensas de lo que pueda depararles el futuro. Lejos de constituir una debilidad, este estado de cosas es uno de los pilares en que se sustenta la grandeza de la ciencia. Es precisamente el hecho de que las inferencias científicas resulten invariablemente falsables lo que determina que sigan respondiendo adecuadamente a los interrogantes que plantea un mundo que en ocasiones no solo se revela de forma gradual a nuestros ojos, sino que tiende además a modificarse con el transcurso del tiempo y a apartarse de nuestros más apreciados supuestos.

El concepto de falsacionismo ha demostrado constituir una noción valiosa para describir la inteligencia, ya sea esta de carácter artificial o de índole natural. Y al igual que las inferencias científicas, también las deducciones cotidianas sufren la inspección de una severísima judicatura: la que emite sus dictámenes con la afluencia de nuevos datos —dado que estos constituyen una información adicional que tiene la facultad potencial de desbaratar las creencias vigentes en un momento dado —. Al inspeccionar de cerca sus características, un objeto pretendidamente antiguo puede resultar una burda imitación, mientras que el presunto culpable sentado en el banquillo podría terminar no siendo más que una víctima inocente. El hecho de tener que bregar con un mundo

repleto de incertidumbres obliga a los sistemas cognitivos a abandonar la comodidad de la deducción y a adentrarse en la senda del razonamiento falsable.

Cuando llegamos a comprender que el concepto de falsacionismo no es un modesto término técnico sino la actitud más adecuada que se hace preciso mantener frente a toda convicción o creencia, el propio falsacionismo pasa a convertirse en una noción provista de un amplísimo campo de aplicación. Entre la fe ciega y el escepticismo radical hay un inmenso aunque escasamente poblado espacio en el que el falsacionismo encuentra su sede natural, puesto que si los compromisos irreversibles son prueba de insensatez, la duda ilimitada resultaría en cambio paralizante. Las convicciones falsables nos proporcionan la certeza provisional que resulta necesaria para capear las marejadas de un mundo presidido por la incertidumbre.

Comprender que nuestras creencias son potencialmente revisables es uno de los requisitos previos que se hace preciso observar para producir un discurso racional y conseguir progresos, ya sea en el campo de la ciencia, en el de la política, en el de la religión o en el de los pedestres acuerdos de la vida cotidiana. Pensemos por un instante en el aspecto que podría presentar el mundo en el que vivimos si todos nuestros líderes —ya fuera en el

ámbito local o en el global—, si todos nuestros amigos y adversarios —personales o profesionales—, admitieran lo importante que resulta aceptar que sus creencias son, en último término, falsables y optaran por actuar en consecuencia. Personalmente, no tengo la menor duda de que esto vendría a erigirse en un relevante factor de progreso. Aunque, evidentemente, también podría estar equivocada.

ÉTER

RICHARD THALER
Economista, director del Centro de Investigación de la Decisión de la Escuela de Negocios Booth de la Universidad de Chicago; coautor (junto con Cass Sunstein) de Un pequeño empujón (nudge). El impulso que necesitas para tomar las mejores decisiones en salud, dinero y felicidad

Recientemente he tenido oportunidad de publicar en la revista *Edge* una pregunta en la que venía a pedirle a una serie de personas que señalaran cuál era el ejemplo de creencia científica errónea que les parecía más relevante. Y una de las respuestas que más me impresionó fue la que me ofreció Clay Shirky. He aquí un extracto de sus manifestaciones:

> La existencia del éter, esto es, del medio por el que (se pensaba que) se transmite la luz. Si se llegó a la conclusión de que la existencia del éter respondía a una realidad efectiva fue por analogía, ya que si las ondas se propagan de hecho por el agua, y las ondas sonoras se difunden a través del aire, también la luz debía viajar a través de un medio X, y el nombre que terminaría dándose a esa particular incógnita fue justamente el de éter.
>
> Si lo considero mi ejemplo favorito se debe al hecho de que ilustra de un modo interesante lo difícil que resulta acumular pruebas para determinar que algo no existe. La existencia del éter no solo era un requisito necesario para las teorías del siglo XIX, constituía también una

realidad indetectable para los aparatos de ese mismo período, lo que explica que acumulara un montón de características negativas que hacen que se defina como una sustancia inodora, incolora, inerte, etcétera.

Había también otras respuestas (como la relacionada con la «fuerza de la gravedad») que incidían igualmente en la existencia de factores dotados de funciones similares a la ejercida primariamente por el éter, dado que constituían otras tantas ficciones convenientes y dotadas de la capacidad de «explicar» un conjunto de hechos que de otro modo se habrían revelado intratables. Reflexionemos por ejemplo sobre el contenido de esta cita del químico y físico alemán Max Pettenkofer, pronunciada al proceder él mismo a impugnar el papel de las bacterias como agentes etiológicos del cólera: «¡Los gérmenes no desempeñan ningún papel relevante en la producción del cólera! El elemento importante es la predisposición física del individuo».

Por todo esto, y en respuesta a la pregunta que ha planteado este año la revista *Edge*, propongo cambiar el uso de la palabra «éter» y pasar a emplear la antigua ortografía («*æther*»), dado que no hay necesidad alguna de utilizar un término que hace referencia a algo que no existe. La alternativa que sugiero pasaría por usar el término «*æther*» para denotar el papel que desempeña cualquier parámetro no definido que cumpla una función

similar. Pondré un ejemplo: «El "*æther*" es el elemento en que se funda mi teoría». Otra forma de ver cómo funciona la idea que aquí propongo consistiría en tomar la oración de Pettenkofer y sustituir la expresión «la predisposición física» por «el *æther*».

Es frecuente constatar que los partidarios del «*æther*» (es decir, aquellos teóricos que confían en la existencia de una variable fundada en el «*æther*») acostumbran a pensar que el uso que dan al concepto determina que su teoría resulte imposible de probar. Es también habitual comprobar que esa postura podía tener alguna justificación en la época en que les tocó vivir a esos mismos teóricos, aunque siempre se observa igualmente que acaban surgiendo empíricos inteligentes como Albert Abraham Michelson y Edward Morley —lo que significa que lo que hasta ayer era una simple tautología termina convirtiéndose en el último y más específico ejemplo de teoría equivocada.

Las variables etéreas son extremadamente corrientes en el campo que yo mismo cultivo, es decir, en el ámbito económico. La utilidad es el factor que resulta imperativo maximizar si uno quiere lograr que la elección teórica por la que se ha apostado parezca racional.

Tanto el riesgo como la aversión al mismo son conceptos que en su momento quedaron bien definidos,

aunque hoy corran el peligro de quedar convertidos en un puro éter. Si se consideran acciones de riesgo aquellos valores bursátiles que obtienen unos dividendos sorprendentemente elevados es porque, en teoría, los ingresos que superan un determinado umbral han de venir acompañados de una mayor asunción de riesgo. Si en el momento menos oportuno se revela que las tradicionales formas de medición del riesgo, como la varianza o la covarianza relativas al mercado, no son demasiado elevadas, entonces los teóricos partidarios del «*æther*» nos dicen que ha de estar operando algún otro factor de riesgo, y que simplemente ocurre que no sabemos cuál es.

De manera similar, ha sido tradicional considerar que el concepto de aversión al riesgo cosntituía una especie de rasgo básico, y que cada individuo poseía un parámetro —*gamma*— que venía a expresar el valor de su grado de aversión. En la actualidad se acepta que la aversión al riesgo varía con el tiempo, de modo que los partidarios del «*æther*» pueden afirmar con toda seriedad que la causa del desplome que experimentaron los mercados en los años 2001 y 2008 se debió a un súbito incremento de la aversión al riesgo. (Nótese la dirección que se imprime al efecto causal: las acciones bursátiles cayeron debido al espectacular aumento de la aversión al riesgo, y no al revés.)

Por consiguiente, la próxima vez que tope usted con una de estas teorías, le sugiero que sustituya el concepto problemático en cuestión por la palabra «*æther*», o por cualquiera de sus derivados. Lo cierto es que, personalmente, estoy sopesando la idea de empezar a referirme con el nombre de «aversión etérea» a la variedad de aversión al riesgo que se muestra capaz de modificarse con el tiempo.

EL CONOCIMIENTO COMO HIPÓTESIS

MARK PAGEL
Catedrático de biología evolutiva de la Universidad de Reading en el Reino Unido; profesor externo del Instituto Santa Fe, en Nuevo México, Estados Unidos

Como es bien sabido, el oráculo de Delfos se hizo famoso al dictaminar que Sócrates era «el hombre más inteligente del mundo debido a que sabía que no sabía nada». Más de dos mil años más tarde, el matemático e historiador Jacob Bronowski resaltó —en el último episodio de la memorable serie de televisión emitida en la década de 1970 por la BBC e inspirada en su obra *The Ascent of Man*— los peligros derivados de la humanísima tendencia que nos lleva a concebir la idea de que sabemos efectivamente algo, peligros que se concretaron de forma trágica en las atrocidades perpetradas por los nazis durante la Segunda Guerra Mundial. Lo que Sócrates sabía, y lo que Bronowski llegó a valorar en su justa medida, es que el conocimiento —el auténtico conocimiento— es algo extremadamente difícil de alcanzar, tal vez incluso imposible de conseguir. Se trata de una realidad proclive a los malentendidos y a las

contradicciones. Y lo que es más importante: jamás puede adquirirse con total precisión. Sobre cualquier cosa que consigamos llegar a «saber» por medio de nuestras observaciones del mundo planeará siempre la sombra de una duda.

¿Qué es lo que determina que nuestro conocimiento se halle sembrado de dilemas? Desde luego no se debe únicamente al hecho de que la vida sea compleja, puesto que la incertidumbre se encuentra presente en todo cuanto se nos ocurra medir. Por más esmero que podamos poner en la medición de un fenómeno cualquiera, lo cierto es que nuestros cálculos pueden llegar a contener un error superior a la mitad de la más pequeña unidad que seamos capaces de concebir.

Si me dice usted que mide seis pies de alto (esto es, un metro y ochenta y dos centímetros), añadiendo que posee además la capacidad de cuantificar el dato con una precisión de una pulgada (es decir, de unos dos centímetros y medio), su verdadera estatura podría estar comprendida entre los cinco pies y once pulgadas y media (un metro ochenta largo) y los seis pies y media pulgada (algo más de un metro y ochenta y tres centímetros) sin que ni usted ni yo alcanzáramos a percibir la diferencia. Si hablamos de cantidades muy pequeñas, ni siquiera seremos capaces de detectarlas sin la ayuda de un

instrumental de precisión, y si se trata de cifras realmente minúsculas, tampoco conseguirá sacarnos del apuro el microscopio óptico, que se revelará incapaz de captar las diferencias (dado que todo lo que ese aparato y el ojo humano que observa los objetos a su través pueden apreciar son objetos de dimensiones superiores a la de la longitud de onda más corta de la luz visible).

¿Y qué ocurre si medimos algo de forma repetida?

Desde luego, esto contribuye a aumentar la exactitud de la medición, pero pensemos por un momento en los apuros que han de afrontar las personas encargadas de velar por el establecimiento y la conservación de los estándares internacionales de pesos y medidas. En Sèvres, Francia, se conserva bajo una urna de vidrio un pedazo de metal. De acuerdo con lo decretado por el Sistema Internacional de Unidades, ese trozo de platino e iridio constituye la definición misma de lo que es un kilogramo. ¿Y cuánto pesa? La verdad es que, pese lo que pese, su masa es, por definición, igual a un kilo. Sin embargo, lo fascinante del asunto es que en las periódicas mediciones que acostumbran a efectuarse al realizar el seguimiento de este patrón de masa, el cilindro estándar oficial jamás ha *pesado* exactamente lo mismo. Los días en que pesa menos de un kilogramo exacto, no saldrá usted excesivamente bien parado al ir a la tienda de

ultramarinos. En cambio, cuando su peso supere ligeramente el kilo, las compras le saldrán a cuenta.

La despreocupada manera con la que se suele dar noticia de los «hallazgos» científicos en la prensa popular puede venir a enmascarar precisamente lo difícil que resulta adquirir un conocimiento fiable. La altura y el peso —que sepamos— son dimensiones sencillas. Pensemos ahora en las muy superiores dificultades que planteará entonces la medición de algo más complejo, como la inteligencia, o la evaluación del riesgo de contraer una enfermedad cancerosa debido a una excesiva ingesta de carne roja, o si ha de legalizarse o no el consumo del cannabis, si se está produciendo o no un calentamiento global del planeta y por qué, o qué es una «abstracción taquigráfica», en qué consiste la «ciencia», o qué riesgo corremos de padecer una psicosis como consecuencia del abuso de las drogas, o cuál es el mejor método para perder peso, o si son positivas o no las medidas que tienden a obligar a trabajar a aquellas personas a las que el Estado apoya con algún tipo de prestación económica, o si las prisiones constituyen o no un elemento efectivamente capaz de reducir la delincuencia, o cómo dejar de fumar, o si resulta o no bueno para la salud tomar un vaso de vino al día, o si las gafas de visión tridimensional pueden estropear o no la vista de nuestros

hijos, o cuál es el mejor sistema para cepillarse adecuadamente los dientes. ¿Qué es exactamente lo que se mide en todos y cada uno de estos casos, o a quién se evalúa en ellos? ¿Con quién habrán de compararse los individuos cuyo caso haya de ponderarse y cuánto tiempo deberá prolongarse esa comparación para resultar válida? ¿Se trataba de personas como usted y como yo? ¿Intervenía en esos casos algún factor diferente que pudiera explicarnos el resultado?

El escurridizo carácter del conocimiento debería recordarnos que es preciso conservar un mínimo de humildad al tratar de interpretar los datos que recabamos y proceder a actuar sobre la base de esa información. De ese modo aprenderemos a mostrarnos más tolerantes con los demás y a incrementar también el escepticismo con el que contemplamos las interpretaciones que otras personas hacen de la información de que disponemos —o eso es, al menos, lo que debiera suceder—. El conocimiento ha de tratarse siempre con los miramientos que acostumbramos a aplicar a cuanto sabemos hipotético. Recientemente se ha sabido que el propio Bronowski, cuya familia pereció masacrada en Auschwitz, no solo trabajó para las Reales Fuerzas Aéreas británicas durante la Segunda Guerra Mundial sino que su labor se centraba en calcular la mejor manera de arrojar bombas sobre las ciudades del Tercer

Reich, siendo así que las bombas son, en realidad, unos proyectiles tan letales y despiadados como incapaces de distinguir entre las buenas y las malas personas. Es posible que la humildad que más tarde habría de mostrar Bronowski brotara de la comprensión de este hecho —y me refiero específicamente a la circunstancia de que podemos abrazar puntos de vista equivocados y que estos pueden tener graves consecuencias en la vida de terceras personas—. Los más acérrimos detractores de la ciencia como forma de entender el mundo no suelen dudar un segundo en abalanzarse alegremente sobre estas ideas, blandiéndolas a troche y moche por considerar que vienen a constituir una prueba de que «no hay nada real» en la ciencia y de que tanto esta como sus resultados son un mero constructo humano, exactamente igual que el arte o la religión. No obstante, hay que decir que esta es una conclusión tan simplista como ingenua e ignorante.

Si hemos de abordar con humildad el análisis crítico de la medición y de la ciencia, e incluso de las teorías que esta genera, es precisamente debido a que constituyen una poderosa manera de comprender y manipular el mundo. Las observaciones pueden reproducirse, si bien de forma imperfecta, y siempre habrá sujetos que alcancen a ponerse de acuerdo respecto al modo en que procede efectuar las mediciones de las que dependen en su vida

cotidiana, ya se trate de una medición del cociente de inteligencia, de la masa del bosón de Higgs, del grado de pobreza de una persona o de una sociedad, del tiempo que necesitan las proteínas para plegarse y adquirir una estructura tridimensional, o del tamaño real de los gorilas.

Cuando se trata de adquirir conocimiento no hay sistema que pueda equipararse, ni de lejos, a la ciencia, pero esa es justamente la razón de que debamos tratar con humildad sus conclusiones. Einstein era perfectamente consciente de este extremo al afirmar que: «Si la comparamos con la realidad, toda nuestra ciencia resulta primitiva y pueril». Y, sin embargo, añadía: «Es también nuestra más preciosa posesión».

EL EFECTO EINSTELLUNG*

EVGENY MOROZOV
Comentarista del blog Net Effect, como especialista en cuestiones vinculadas con la Red y con la política; redactor asociado de la revista Foreign Policy; autor de El desengaño de Internet

Una de las herramientas que resultaría útil añadir a nuestro instrumental cognitivo es la de una permanente conciencia del llamado «efecto Einstellung». El efecto Einstellung es una realidad mucho más difundida de lo que su nombre sugiere. Se trata de algo que experimentamos constantemente cuando tratamos de resolver un problema mediante la aplicación de un conjunto de soluciones que sabemos que se han revelado operativas con anterioridad, renunciando a estudiarlo y a intentar abordar esa nueva dificultad en función de los desafíos que plantea. De este modo, y a pesar de que resulta muy posible que, en último término, logremos resolver el problema en cuestión, es también altamente probable que estemos desperdiciando la oportunidad de solucionarlo de una forma más rápida, más eficaz y más ingeniosa.

Pensemos por ejemplo en las partidas de ajedrez. Si es usted un maestro en este juego y se halla familiarizado

muy a fondo con la historia de dicho deporte es más que probable que se encuentre de cuando en cuando con partidas que se desarrollan de una manera aparentemente similar a la de otros encuentros que usted haya llegado a aprenderse de memoria. De este modo, sabiendo cómo han evolucionado esas partidas anteriores, tendrá usted la posibilidad de encontrar automáticamente un conjunto de soluciones similares.

Es verosímil pensar que esa sea la postura más adecuada en el caso de aquellas partidas que resulten ser exactamente iguales a las que usted conserva en la memoria, ¡pero en el resto de las situaciones imaginables tendrá que tener cuidado! Es muy posible que las soluciones con las que más ha llegado a familiarizarse no sean precisamente las óptimas. Las más recientes investigaciones relacionadas con la incidencia que muestra el efecto Einstellung en los jugadores de ajedrez sugieren que este tiende a operar de un modo menos marcado tan pronto como los aficionados a ese juego alcanzan un cierto nivel de maestría en el mismo, lo que significa que el tiempo y la experiencia les ayudan a comprender mejor los riesgos que entraña el hecho de atenerse a las soluciones que presentan un aspecto familiar, lo que, a su vez, les incita a evitar jugar poniendo el «piloto automático».

La ironía del asunto estriba en el hecho de que cuanto más expansivo resulte ser nuestro instrumental cognitivo, tanto más probable será que sintamos la tentación de recurrir a soluciones y a enfoques ya conocidos en lugar de preguntarnos si la dificultad que tenemos enfrente constituye o no un problema fundamentalmente diferente a todo cuanto hayamos visto con anterioridad. A mi juicio, todo equipamiento cognitivo que no lleve aparejada la implícita comprensión de lo que es el efecto Einstellung presenta una notable carencia.

Más libros, audiolibros y cursos gratis en:
educaciondemillonarios.blogspot.com

HOMO SENSUS SAPIENS: EL ANIMAL QUE SIENTE Y RAZONA

EDUARDO SALCEDO-ALBARÁN
Filósofo; fundador y gerente de Método, un grupo transnacional y transdisciplinario de científicos sociales

Durante los últimos tres años, los narcotraficantes mexicanos han decapitado a centenares de personas con el objetivo de hacerse con el control de las rutas que se emplean para el transporte de la cocaína. En las dos décadas pasadas, los narco-paramilitares colombianos han torturado primero e incinerado después a miles de individuos, en parte debido a que necesitaban expandir sus territorios con el doble fin de poder dedicar más tierras al cultivo de las cosechas con las que se mantienen, por un lado, y ampliar la red de vías consagradas al transporte de la cocaína, por otro. No obstante, en ninguno de esos dos casos cabe afirmar que los criminales hayan acabado por sentirse satisfechos. Poco importa que se embolsen diez millones de dólares o que logren amasar cien: lo cierto es que hasta el más adinerado de los traficantes de drogas está dispuesto a matar, o a morir, para obtener más y más dinero.

Tanto en Guatemala como en Honduras han estallado despiadados enfrentamientos entre bandas rivales conocidas con el nombre de «maras». Y hay que tener presente que se trata de choques que surgen como consecuencia del deseo de controlar el tráfico de narcóticos en la calle de una barriada pobre. En el año 1994, al producirse el genocidio de Ruanda, se observó que las personas se convertían de la noche a la mañana en enemigos mortales a causa de su diferente origen étnico, incluso aquellas que habían mantenido toda la vida una estrecha amistad.

¿Se corresponde esto con los planteamientos de la Ilustración?

Podría tenerse la impresión de que estos casos constituyen excepciones. No obstante, en todas las ciudades, en cualquier calle del mundo que pueda escogerse al azar, resultará muy sencillo encontrar a un ladrón dispuesto a matar o a morir por diez dólares a fin de calmar su dependencia de la heroína; a un desquiciado igualmente dispuesto a matar o a morir en defensa de un «Dios misericordioso»; o a un tipo corriente y moliente, igualito al vecino que vive puerta con puerta en nuestro mismo edificio, que en un acceso de cólera tras un percance automovilístico también se muestra dispuesto a asesinar o a sucumbir.

¿Cabe considerar racionales estas conductas?

No es difícil encontrar abundantes ejemplos de este tipo de respuestas emocionales automáticas en las que la ambición, la rabia o la angustia desbordan todos los diques de la racionalidad. Se trata de un conjunto de movimientos anímicos que acostumbran a asaltarnos continuamente, al modo de otras tantas fuerzas incontrolables de la naturaleza, como si se tratara de una tormenta o de un terremoto.

Desde el punto de vista taxonómico, los seres humanos modernos quedan definidos mediante la denominación *Homo sapiens sapiens*, expresión que viene a afirmar que nos consideramos doblemente sabios. Según parece, somos capaces de dominar las fuerzas naturales, tanto si estas se presentan en forma de instintos como si se nos oponen bajo el aspecto de virus o de tormentas. Sin embargo, lo que no conseguimos es evitar la destrucción de los recursos naturales, dado que consumimos más de lo que necesitamos. Somos incapaces de controlar nuestra excesiva ambición. No podemos evitar rendirnos al poder del sexo o del dinero. Pese a contar con un cerebro altamente evolucionado, pese a nuestra capacidad para argumentar y reflexionar de manera abstracta, pese a las pasmosas cualidades de nuestro neocórtex, el fundamento de nuestra conducta sigue hundiendo sus raíces en nuestras

más íntimas emociones.

Las observaciones neurológicas señalan que las áreas instintivas del cerebro mantienen una actividad casi permanente. Nuestro sistema nervioso se halla constantemente a merced de una serie de neurotransmisores y hormonas que determinan el nivel preciso de nuestra respuesta emocional. Las observaciones realizadas por la psicología experimental y la economía conductual muestran que la gente no siempre trata de maximizar los beneficios, sean estos futuros o presentes. A la vista de los datos neurológicos, las expectativas racionales, que antiguamente se consideraban el rasgo más determinante del *Homo economicus*, no resultan ya sostenibles. Hay veces en que lo único que desean las personas es satisfacer, aquí y ahora, un deseo concreto, sin importar lo que pueda costarles.

Resulta indudable que los seres humanos poseen unas facultades racionales únicas. Ningún otro animal cuenta con la capacidad de valorar una determinada situación o de simularla, ningún otro tiene la posibilidad de tomar decisiones óptimas como los miembros de nuestra especie. Sin embargo, el hecho de disponer de una capacidad concreta no siempre implica que dicha potencialidad se lleve efectivamente a la práctica.

Las zonas más recónditas y antiguas del cerebro

humano —es decir, lo que llamamos el cerebro reptiliano — tienen la capacidad de generar y de regular todo un conjunto de respuestas instintivas y automáticas, respuestas que desempeñan un papel concreto en la preservación del organismo. Gracias a la acción de esas zonas contamos con la posibilidad de actuar sin necesidad de analizar todas y cada una de las consecuencias de nuestras acciones y de ese modo nos movemos como un motor de inducción automático e inconsciente. Cuando caminamos no tenemos que determinar a cada paso si el suelo bajo nuestros pies habrá de conservar o no la suficiente resistencia como para sostener nuestro peso. Y echamos a correr siempre que nos parece percibir una amenaza, no porque hayamos efectuado una planificación racional, sino de manera automática.

Solo un estricto entrenamiento acaba permitiéndonos dominar nuestros instintos. En la mayoría de los casos, la advertencia por la que se nos insta a no ceder al pánico solo funciona si se da el caso de que no sintamos pánico alguno.

La definición que mejor nos cuadra, al menos de forma abrumadoramente mayoritaria, es la que señala que los factores que nos mueven son los instintos, la empatía y las respuestas automáticas surgidas de nuestras percepciones —lo que significa que no podemos

atribuirnos una conducta fundada en la elaboración de planes y argumentaciones—. Hemos de ser conscientes de que las apelaciones de *Homo economicus* y *Homo politicus* son más una referencia cultural que un modelo descriptivo. El cálculo de la utilidad y la resolución de las disputas sociales por medio del debate civilizado son otras tantas utopías conductuales, no descripciones de lo que en realidad somos o hacemos. Y, sin embargo, llevamos décadas construyendo políticas, modelos y ciencias basándonos en esos supuestos, pese a que no respondan a la realidad. Tendríamos una imagen más exacta de los seres humanos si optáramos por denominarnos *Homo sensus sapiens*.

El hiperracionalismo liberal y el hipercomunitarismo conservador no son sino otras tantas hipertrofias de una de las facetas específicamente humanas. En el primer caso estamos ante una hipertrofia del neocórtex, esto es, ante la idea de que la racionalidad domina los instintos. En el segundo caso nos encontramos frente a la hipertrofia del cerebro reptiliano primitivo, dado que nos abonamos a la idea de que la empatía y las instituciones cohesivas definen a la humanidad. Sea como fuere, lo cierto es que somos ambas cosas a la vez. Somos el producto de la tensión existente entre nuestra parte *sensus* y nuestra faceta *sapiens*.

El concepto del *Homo sensus sapiens* nos permite comprender que nos encontramos en un punto situado a medio camino entre el exceso de confianza en nuestras capacidades racionales y la sumisión a nuestros instintos. Es también una noción que nos permite elaborar un conjunto de explicaciones más exactas de los fenómenos sociales. Los científicos que estudian la sociedad no deberían centrarse en establecer invariablemente una distinción entre los comportamientos racionales y los irracionales. Dichos científicos deberían abandonar la zona de confort que les ofrece la fragmentación positivista de los saberes y proceder a una integración de las disciplinas científicas con el objeto de explicar al ser humano de forma analógica en vez de forma digital —es decir, a fin de definir a la persona en función de la existencia de un continuo entre la sensibilidad y la racionalidad—. Si ajustáramos de ese modo la imagen que tenemos de nosotros mismos, las medidas que propondríamos en el ámbito de la política pública serían mejores.

La primera de las dos características que definen a este nuevo *Homo* —su condición de *sensus*— es la que facilita el movimiento, la reproducción y la preservación de la especie. La parte *sapiens* permite, en cambio, la oscilación psicológica entre el mundo ontológico de la

materia y la energía y el mundo epistemológico de la codificación sociocultural, la imaginación, el arte, la tecnología y la construcción simbólica. Esta combinación nos lleva a comprender, por un lado, la naturaleza de un homínido caracterizado por la constante tensión existente entre las emociones y la razón, y nos permite, por otro, entender igualmente la búsqueda de un punto medio entre la evolución biológica y la cultural. No solo somos animales asustadizos, también somos seres con capacidad para elaborar planes. Somos *Homo sensus sapiens*, esto es, un grupo de animales que sienten y razonan.

PARA COMPRENDER LA FABULACIÓN

FIERY CUSHMAN
Profesor adjunto del Departamento de Ciencias Cognitivas, Lingüísticas y Psicológicas de la Universidad Brown

Resulta impresionante lo mucho que ignoramos las causas de nuestro propio comportamiento. En ocasiones, las explicaciones que proporcionamos poseen todas las características de una absoluta construcción, y desde luego lo que nunca consiguen es ser completas. Sin embargo, no es esa la impresión que tenemos, antes al contrario, dado que actuamos como si supiéramos exactamente lo que estamos haciendo y por qué. Esto es la confabulación: elaborar un conjunto de conjeturas a fin de hallar las explicaciones más verosímiles de nuestro comportamiento para después considerar que dichas conjeturas son, en realidad, certezas introspectivas. Los psicólogos utilizan ejemplos notablemente llamativos para mantener la atención de los estudiantes de licenciatura que acuden a sus clases. La confabulación resulta divertida, pero también posee una faceta seria. Y el hecho mismo de comprenderla podría ayudarnos a actuar y a pensar mejor en nuestra vida cotidiana.

Algunos de los ejemplos más conocidos de confabulación tienen su origen en los pacientes comisurotomizados, esto es, en las personas a las que se les ha practicado la desconexión quirúrgica de los hemisferios cerebrales izquierdo y derecho con el objeto de poder proceder a aplicarles un determinado tratamiento médico. Los neurocientíficos han concebido todo un conjunto de experimentos ingeniosos en los que se proporciona una determinada información al hemisferio derecho (en forma, por ejemplo, de una serie de fotografías de personas desnudas), lo cual provoca un cambio en el comportamiento (digamos una risita nerviosa debida a la sensación de azoramiento). Una vez hecho esto, se pide a los sujetos comisurotomizados que expliquen verbalmente su comportamiento, dado que este depende del hemisferio izquierdo. Al percatarse de que el cuerpo está riéndose pero no ser consciente de la presencia de las imágenes de desnudos, el hemisferio izquierdo comienza a confabular para justificar el comportamiento corporal («¡Me río porque me hace usted unas preguntas muy divertidas, doctor!»).

Es posible que las confabulaciones que acostumbran a realizar de manera sistemática los pacientes ingresados en las alas neurológicas de los hospitales tengan la facultad de dejarnos boquiabiertos, pero lo cierto es que

esto se debe en parte al hecho de que dichas fabulaciones no constituyen un reflejo de la experiencia ordinaria. En la mayoría de los casos, los comportamientos que usted y yo mostramos no se deben a la intervención de una serie de astutos neurocientíficos dedicados a insertar un conjunto de sugestiones subliminales en nuestro hemisferio derecho. Si no estamos en el laboratorio, y si nuestro cerebro cuenta con todas las conexiones normales, la mayoría de nuestros comportamientos emanan de una combinación formada por el pensamiento deliberado y la acción automática.

Irónicamente, eso es justamente lo que determina que la fabulación resulte tan peligrosa. Si lo habitual fuese errar por completo el sentido de las explicaciones que damos a nuestro comportamiento, equivocándonos tan absoluta e inapelablemente como a veces les ocurre a los pacientes comisurotomizados, es probable que fuésemos mucho más conscientes del hecho de que dicha conducta se halla sujeta a todo un conjunto de influencias tan ocultas como omnipresentes. El problema consiste en que las explicaciones que nos damos son parcialmente correctas, de modo que en muchas ocasiones conseguimos identificar adecuadamente las causas conscientes y deliberadas que rigen nuestro comportamiento. Por desgracia nos confundimos y creemos que si esas

explicaciones resultan «parcialmente correctas» es porque, en realidad, son «del todo exactas», y de ese modo quedamos tan incapacitados para reconocer la influencia del inconsciente —que no es menor que la de las causas visibles— como para protegernos de sus efectos. La elección de un empleo, por ejemplo, depende en parte de una cuidadosa consideración de los intereses profesionales, la ubicación del centro de trabajo, los ingresos a percibir y el horario laboral. Al mismo tiempo, las investigaciones revelan que esa elección se halla sometida a la influencia de un gran número de factores de los que no somos conscientes. De acuerdo con un estudio realizado en el año 2005, los sujetos que se llaman Dennis o Denise tienen más probabilidades de trabajar como dentistas, mientras que las personas que responden al nombre de Virginia tienen más probabilidades de instalarse en el estado norteamericano (sí, sí, lo han adivinado) de Virginia —así lo sostienen al menos B. W. Pelham, M. Carvallo y J. T. Jones, en la revista *Psychological Science*—. Menos simpáticas resultan en cambio las conclusiones de otra investigación que viene a sugerir que, por término medio, la gente está dispuesta a aceptar un empleo con menores ventajas económicas, una ubicación menos deseable y unos ingresos inferiores si con ello logran evitar que su jefe sea una mujer —así lo

manifiestan en el año 2007 D. A. Rahnev, E. M. Caruso y M. R. Banaji en un manuscrito inédito de la Universidad de Harvard—. De lo que no hay duda es de que la mayoría de gente no tiene la intención de basar la elección de un empleo en función de la sonoridad de su nombre de pila, y tampoco es probable que las personas deseen sacrificar la calidad de un empleo con el único objetivo de perpetuar los anticuados estereotipos que todavía se aplican al género. La realidad es que la mayoría de la gente no es consciente de que esos factores estén influyendo realmente en sus decisiones. Si se les pregunta cuál es la razón que les llevó a aceptar un determinado empleo, lo más probable es que se remitan a un conjunto de procesos vinculados con su pensamiento consciente: «Siempre me ha encantado cocinar ravioli, la lira* está subiendo, y la ciudad de Roma es perfecta para los enamorados...». Esa respuesta es en parte correcta, pero también se revela parcialmente errónea, dado que pasa por alto la profunda influencia que tienen los procesos automáticos en el comportamiento humano.

Las personas tienden a elaborar juicios morales más severos si la habitación en la que deliberan tiene la atmósfera cargada y maloliente, circunstancia que refleja el papel que desempeña la repugnancia entendida como emoción moral —véase Simone Schnall y otros,

Personality and Social Psychology Bulletin, 2008—. Las probabilidades de que las mujeres llamen a sus padres en los días fértiles de su ciclo menstrual son también inferiores a las probabilidades de que lo hagan durante la fase no fértil, lo cual viene a constituir una conducta encaminada a evitar el incesto. Este comportamiento no se observa en cambio en las llamadas que realizan a sus madres —según sostienen Debra Lieberman, Elizabeth G. Pillsworth y Martie G. Haselton *Psychological Science*, 2010—. Los estudiantes muestran un mayor conservadurismo político si se les encuesta en las inmediaciones de un dispositivo de desinfección de manos durante una epidemia de gripe, particularidad que deja traslucir la influencia que puede llegar a ejercer en la ideología la presencia de un entorno considerado peligroso —véase E. Helzer y D. A. Pizarro, *Psychological Science*, 2011—. Y las personas también juzgarán que un extraño se les antoja más generoso y comprensivo si sostienen en la mano una taza de café caliente mientras hablan con él o con ella que si se encuentran tomando esa misma bebida con hielo, curiosidad que viene a constituir un reflejo de la metáfora que nos señala que las relaciones cordiales son también relaciones «cálidas» —según Lawrence E. Williams y John A. Bargh, *Science*, 2008.

Los comportamientos automáticos pueden presentar un sorprendente grado de organización y tender incluso a la consecución de un objetivo claro. Pondré otro ejemplo: las investigaciones muestran que las personas tienden a mentir o a falsear la realidad en un grado muy preciso: aquel que les permite rematar el engaño sin percatarse de que lo están haciendo —véase Nina Mazar, On Amir y Dan Ariely, *Journal of Marketing Research*, 2008—. Este es un fenómeno realmente notable, ya que una parte de nosotros decide en qué grado ha de concretarse el engaño, calibrando exactamente el nivel preciso para que la otra parte de uno mismo no consiga darse cuenta de la treta.

Una de las estrategias que permiten que la gente materialice este truco es la de las confabulaciones inocentes: cuando se les pide que se auto-evalúen en un examen, los estudiantes suelen pensar: «¡Vaya! ¡He estado a punto de marcar la respuesta *e*, es que sabía que la respuesta era esa!». No se trata de una mentira, como tampoco puede considerarse falso decir que uno no tiene tiempo de llamar a sus padres en las semanas en que está sumamente ocupado. Nos encontramos, sencillamente, ante un conjunto de explicaciones incompletas, de fabulaciones que reflejan nuestro pensamiento consciente y que ignoran los impulsos inconscientes.

Esto me lleva al tema central de mi argumentación, a la parte del razonamiento presente que permite hacer ver que la fabulación es un concepto relevante en la vida cotidiana y que no se trata únicamente de una mera y solitaria prestidigitación reservada a las conferencias que uno pueda dar en la facultad. Es posible que ya se hayan percatado ustedes de que a las personas les resulta más fácil ventear las motivaciones impropias en los comportamientos ajenos que reconocer ese mismo fondo en su propia conducta. Son los demás los que hacen ímprobos esfuerzos para no tener que trabajar a las órdenes de una mujer (es decir, ellos son los sexistas). Son también los demás los que abultan artificialmente sus notas (ellos son los tramposos), mientras que nosotros, pese a haber respondido «Roma» queríamos decir en realidad que «Anne» era la tercera de las hermanas Brontë. Este doble rasero constituye una doble tragedia.

En primer lugar, llegamos a la conclusión de que los comportamientos de los demás son una consecuencia tanto de sus malas intenciones como de su escasa capacidad de juicio, atribuyendo de ese modo a un conjunto de elecciones conscientes unas conductas que quizá se hayan debido a la influencia del inconsciente. En segundo lugar, damos por supuesto que las decisiones que nosotros mismos tomamos se han basado únicamente en las

explicaciones conscientes que nos vienen a la memoria, mientras que rechazamos o ignoramos la posibilidad de que podamos estar respondiendo a nuestros particulares sesgos inconscientes.

Si alcanzamos a comprender la confabulación podremos empezar a poner remedio a estos dos defectos. Lograremos responsabilizar a los demás de los comportamientos que tengan sin poner necesariamente en entredicho sus motivaciones conscientes. Además, también nos responsabilizaremos mejor de nuestras propias acciones si revisamos nuestro comportamiento y tratamos de descubrir en él las influencias inconscientes que pueden haberlo moldeado, a sabiendas de que ese tipo de influencias tienen un carácter tan oculto como indeseado.

LA SELECCIÓN SEXUAL

DAVID M. BUSS
Profesor de psicología de la Universidad de Texas-Austin; autor de La evolución del deseo. Estrategias del emparejamiento humano; coautor (junto con Cindy M. Meston) de Why Women Have Sex. Los secretos de la sexualidad femenina

Si se les pide que piensen en la evolución por medio de la selección natural, a la mayoría de las personas les vienen a la memoria expresiones como «la supervivencia del más apto» o «la naturaleza se defiende con uñas y dientes». Este tipo de frases centran su atención en la lucha darwiniana por la supervivencia. Aunque además de ellos poca gente sea realmente consciente de este extremo, son muchos los científicos que saben que la evolución por medio de la selección natural se verifica gracias a un proceso basado en la instauración de un determinado diferencial en el éxito reproductivo, diferencial que se concreta, a su vez, en virtud de la existencia de desemejanzas hereditarias en la estructura corporal —y en cualquier caso lo importante estriba en conocer que dicha evolución no depende de la consolidación de un éxito diferencial en el terreno de la supervivencia individual en sí misma—. Y a esto hay que añadirle todavía una

consideración más, a saber, que muy a menudo la instauración de un diferencial en la tasa de éxito reproductivo se reduce a la existencia de un diferencial en el éxito del apareamiento —materia que vendría a constituir el punto principal de la teoría de la selección sexual que elaboró Darwin en el año 1871.

En la selección sexual, Darwin señalaba dos procesos causales distintos (aunque potencialmente relacionados). El primero de ellos, cuyo carácter es intrasexual y guarda relación con la competencia entre sujetos del mismo sexo, conlleva una competición entre los individuos de idéntico género, los cuales se enfrentan mutuamente en distintos encontronazos, ya sean de carácter físico o psicológico, con el corolario de que los vencedores de estas pugnas de rivalidad conseguirán una posición privilegiada con vistas al emparejamiento. Las cualidades que conducen al éxito progresan y evolucionan, mientras que los rasgos relacionados con el fracaso muerden el polvo evolutivo. La evolución, esto es, el conjunto de las transformaciones que se generan en una especie con el transcurso del tiempo, se produce como consecuencia del proceso de la competición intrasexual. El segundo factor causal que Darwin señalara —el de la selección intersexual— se halla vinculado con la posibilidad de ocupar una posición de privilegio en la

elección de la pareja. Si los miembros del mismo sexo determinan de manera coincidente cuáles son las cualidades deseables en la pareja y si dichas cualidades resultan ser parcialmente hereditarias, entonces los sujetos del sexo opuesto que posean esas cualidades deseadas dispondrán de una ventaja en el momento del apareamiento. Esto significa que tendrán más posibilidades de ser elegidos. Aquellos que carezcan de las cualidades de apareamiento deseadas se verán rechazados y apartados, y o bien no podrán aparearse o bien tendrán que conformarse con parejas de baja calidad. Los cambios evolutivos que se verifican con el paso del tiempo se producen como consecuencia de un incremento en la frecuencia de aparición de las características deseadas, incremento que, además, se presenta acompañado de una disminución de la presencia de los rasgos menos apreciados.

La teoría de la selección sexual de Darwin, notablemente controvertida en su época y caída después en un olvido relativo que habría de prolongarse durante prácticamente un siglo tras su publicación, ha terminado convirtiéndose de la noche a la mañana en una teoría tremendamente importante en el ámbito de la biología y la psicología evolutivas. En la última década, las investigaciones vinculadas con las estrategias del

apareamiento humano han crecido de manera exponencial, y tanto más cuanto mejor han ido comprendiéndose las profundas implicaciones que tiene el hecho mismo de la selección sexual. Si añadiéramos la selección sexual al conjunto de las herramientas cognitivas que todo el mundo debería poseer conseguiríamos penetrar muy hondamente en un gran número de fenómenos humanos que de lo contrario seguirán desconcertándonos. En sus más recientes formulaciones, la teoría de la selección sexual proporciona respuesta a todo un conjunto de interrogantes tan relevantes como perturbadores que todavía se muestran esquivos para nosotros —y no solo a los ojos de un buen número de científicos sino también a los de la mayoría de las personas no especialmente versadas en las metodologías de la ciencia:

- ¿Por qué difiere la mentalidad del macho de la de la hembra?
- ¿Qué elementos explican el amplio abanico de estrategias que utilizan los seres humanos para el emparejamiento?
- ¿A qué responde la constatada omnipresencia del conflicto entre los sexos?
- ¿Por qué el conflicto que opone a los hombres y a las mujeres girar de manera tan específica en torno al sexo?

- ¿Qué factores explican la existencia de comportamientos de acoso y coacción sexual?
- ¿Por qué los hombres fallecen antes que las mujeres —en términos estadísticos— en todas las culturas del mundo?
- ¿Por qué hay más asesinos de sexo masculino?
- ¿Por qué muestran los hombres un entusiasmo mucho mayor que las mujeres en lo tocante a constituir coaliciones bélicas?
- ¿Por qué entre los hombres se da una tendencia mucho mayor a convertirse en terroristas suicidas que entre las mujeres?
- ¿Por qué el terrorismo suicida revela tener una prevalencia muy superior en las culturas polígamas que generan un elevado número de varones sin pareja?

En resumen, el hecho de venir a incorporar la teoría de la selección sexual al equipamiento cognitivo del común de los mortales no solo puede proporcionarnos una comprensión más honda de las características que presenta la naturaleza humana sino que podría ayudarnos a entender por qué nos obsesionan el sexo y la obtención de pareja, cuál es el origen de las diferencias sexuales y a qué se deben buena parte de los profundos conflictos

sociales que gravitan sobre todos y cada uno de nosotros.

LOS MOMENTOS QED*

BART KOSKO
Profesor de ingeniería eléctrica de la Universidad del Sur de California; autor de Noise

Todo el mundo debería saber qué se siente al conseguir demostrar algo. La demostración hace que todas las demás formas de creencia queden relegadas a un distante segundo plano. La demostración constituye el extremo final de la escala cognitiva en la que venimos a señalar el grado de confianza que nos inspira una determinada afirmación —una escala que atraviesa varios niveles de incertidumbre—. Y lo cierto es que la mayoría de las personas jamás alcanzan a saber lo que se experimenta al conseguir demostrar algo.

La experiencia de la demostración deriva de la consecución de una prueba. No se produce simplemente con señalar la existencia de una demostración presente en un libro o en la mente de un profesor. Se genera cuando es el propio descubridor de la demostración quien supera el último peldaño lógico de la escalera deductiva. Solo entonces puede el interesado celebrar esa proeza lógica declarando «QED», es decir, «*Quod erat*

demonstrandum» (o, sencillamente, «*Quite Easily Done*» [«¡Qué fácilmente lo he logrado!»]). La expresión QED establece que la persona en cuestión ha conseguido probar o demostrar la afirmación que deseaba contrastar. La demostración no tiene por qué ser original ni sorprendente. Para que genere un momento QED, solo es preciso que la demostración se revele correcta desde el punto de vista lógico. Para probar el teorema de Pitágoras siempre ha bastado con una sola demostración.

Las únicas demostraciones sólidas que cabe considerar dignas de tal nombre son las que nos ofrecen las matemáticas y la lógica formal. Cada paso lógico ha de venir acompañado de una justificación lógica que alcance a legitimar el movimiento siguiente. De este modo, todos y cada uno de los progresos lógicos generan un tipo de certeza binaria. De cumplirse ese requisito, el propio resultado final mostrará una certeza de carácter binario. Será como si la persona que realiza la demostración hubiera multiplicado el número uno por sí mismo en cada uno de los pasos del proceso. El resultado seguirá siendo el número uno. Esta es la razón de que la conclusión final permita la declaración que viene a resumirse con la abstracción taquigráfica QED. Y esa es también la razón de que todo el proceso quede inequívocamente detenido en el caso de que el sujeto

encargado de la demostración no alcance a justificar uno de los pasos. Todo posible acto de fe, toda conjetura o toda necesidad de buscar un atajo o reducir la exigencia lógica de un determinado paso, arruinará la demostración y su exigencia de una certeza binaria.

El problema consiste en que, en realidad, todo cuanto podemos demostrar son tautologías.

Las grandes verdades binarias de las matemáticas no dejan de ser una equivalencia lógica correspondiente a la tautología 1 = 1 o «Verde es verde». Esto se diferencia de las afirmaciones fácticas que hacemos en relación con el mundo real —afirmaciones tales como «Las agujas de los pinos son verdes» o «Las moléculas de la clorofila reflejan la luz verde»—. Estas afirmaciones fácticas son aproximaciones. Se trata de unas proposiciones que resultan imprecisas o difusas desde el punto de vista técnico. Y es, además, muy frecuente que aparezcan yuxtapuestas a una o más incertidumbres de índole probabilística: «Es altamente probable que las agujas de los pinos sean verdes». Obsérvese que esta última afirmación implica una triple incertidumbre. En primer lugar, nos encontramos frente a una vaguedad: la de que las agujas de pino sean efectivamente verdes, dado que no existe una línea divisoria clara que separe lo que es verde de lo que no lo es, al tratarse en realidad de una cuestión

de grado. En segundo lugar, únicamente estamos afirmando la probabilidad de que las agujas de los pinos posean la vaga propiedad del verdor. Y por último, es preciso tener en cuenta la magnitud de la probabilidad misma. Dicha magnitud viene dada por una palabra igualmente imprecisa o confusa —la de «altamente»—, puesto que tampoco en este caso existe una clara línea de demarcación entre las probabilidades elevadas y las probabilidades no elevadas.

Nadie ha producido jamás una afirmación fáctica que posea un estatuto de verdad binaria equiparable en un cien por cien al de un teorema matemático. Ni siquiera las más exactas predicciones energéticas de la mecánica cuántica alcanzan a ofrecer algo más que una aproximación de unos pocos decimales, cuando lo cierto es que una verdad binaria exigiría que los decimales del resultado se revelaran exactos aunque se prolongaran hasta el infinito.

La mayoría de los científicos son perfectamente conscientes de este extremo, y es natural que les preocupe. Las premisas lógicas de un modelo matemático no consiguen recoger sino de una manera aproximada el mundo que se pretende reflejar con dicho modelo. No puede decirse en modo alguno que tengamos una idea clara de la forma en que estas desigualdades fundamentales terminan por transmitirse a las

predicciones que permite realizar el modelo. Cada paso inferencial corrupto tiende a degradar el grado de fiabilidad de la conclusión final, actuando en ese sentido de la misma manera que una multiplicación por fracciones inferiores a la unidad. La estadística moderna puede imponer límites a la fiabilidad si cuenta con el suficiente número de muestras y si esas muestras se aproximan lo bastante a los supuestos binarios del modelo. Eso tiene al menos la ventaja de obligarnos a pagar todo incremento de certidumbre con la divisa de los datos.

Descendemos notablemente los peldaños de la fiabilidad al pasar de este tipo de inferencias científicas imperfectas a las aproximaciones del razonamiento silogístico del derecho. En esta esfera, las partes litigantes insisten en que un conjunto de premisas similares han de conducir por fuerza a conclusiones igualmente parecidas.

No obstante, esta semejanza implica proceder a un peculiar y aproximado ajuste de pautas de conducta, un ajuste que obliga a adecuar un conjunto de patrones de comportamiento causal, todos ellos inherentemente imprecisos, o una serie de estados mentales ocultos como los asociados con la intención o la previsibilidad de las acciones de los encausados. En la práctica, el dictamen final del juez, que «acepta» o «deniega» la validez de una

determinada argumentación, zanja el asunto. Desde un punto de vista técnico estamos, sin embargo, ante una conclusión ilógica. El producto de cualquier cifra situada entre el cero y el uno dará invariablemente un resultado inferior a uno. Por consiguiente, la fiabilidad de la conclusión disminuirá necesariamente cuanto más se incremente el número de pasos de la cadena deductiva. La sonora percusión de la maza judicial no constituye una demostración.

Cuando utilizamos un lenguaje natural cualquiera, este tipo de razonamientos aproximados constituye el límite superior de la fiabilidad, puesto que no nos será posible acercarnos más a la experiencia de un momento QED. Los argumentos cotidianos que bullen en nuestros cerebros solo alcanzan a escalar unas cimas lógicas notablemente más modestas. Y esa es justamente la razón que explica lo necesario que resulta que todos nosotros alcancemos a demostrar algo al menos una vez en la vida —a fin de experimentar como mínimo un auténtico momento QED—. Esos escasos pero divinos vislumbres de una certidumbre ideal pueden contribuir a evitar que tomemos por certezas cosas que en realidad no lo son en absoluto.

LOS OBJETOS DEL ENTENDIMIENTO Y LA COMUNICACIÓN

RICHARD SAUL WURMAN
Arquitecto; cartógrafo; fundador de la Conferencia sobre Tecnología, Entretenimiento y Diseño; autor de 33: Understanding Change the Change in Understanding

Si se me pregunta por el instrumental cognitivo ideal, diré que, en este sentido, mi sueño dorado está repleto de un conjunto de objetos vinculados con el entendimiento y la comunicación.

Los útiles de mi caja de herramientas poseen la capacidad de responderme. Asienten cuando les hablo, dan fe de mi propia existencia y me sugieren unas incursiones y visitas de segundo y tercer orden que dan alas a mi curiosidad.

Los mimbres de este equipamiento cognitivo se hallan entretejidos sobre una malla formada por hebras de ignorancia y sujeta con las puntadas de una serie de interrogantes que invitan al conocimiento.

En dicho tejido, los mapas y las pautas conocidos se mantienen unidos a una trama lo suficientemente sólida como para permitirme optar, si así lo deseo, por añadir

una gotita de cola de contacto.

Quiero un iPhone, un iPad o un iMac que me responda.

Las primeras películas cinematográficas acostumbraban a recoger las imágenes de una serie de representaciones teatrales. En el iPad y el Kindle actuales se archivan revistas, periódicos y libros.

Quiero disponer de una nueva modalidad de interfaces que permita una conversación con distintos planos de complejidad, en idiomas diferentes y que se revele capaz de entender los matices de mis preguntas.

Quiero ayudar a otros a sobrevolar los sueños que concibo despierto y que conectan entre sí los lazos de esas epifanías.

Creo que estamos a las puertas de una revolución de ese calibre.

Y lo cierto es que ya hemos metido la punta del pie en la cálida bañera de esa nueva modalidad a la que apunto.

LA VIDA COMO EFECTO SECUNDARIO

CARL ZIMMER
Periodista; autor de The Tangled Bank: An Introduction to Evolution; creador del blog titulado The Loom

Hace ya más de ciento cincuenta años que Charles Darwin publicó *El origen de las especies*, pero todavía nos resulta problemático apreciar la sencilla y brillante intuición que vertebra esa obra. Y lo que nos viene a decir esa comprensión genial es que la diversidad biológica no existe porque constituya una necesidad para los seres vivos. Si los pájaros tienen alas no es para volar. Si tenemos ojos no es para poder leer. Antes al contrario: tanto los ojos como las alas o el resto de las maravillas del mundo vivo son en realidad un efecto secundario de la vida misma. Los seres vivos luchan por la supervivencia y se reproducen, pero las réplicas que hacen de sí mismos no son perfectas. La evolución revela ser un subproducto de ese ciclo, igual que el calor que se desprende de un motor en marcha. Estamos tan acostumbrados a pensar que detrás de cada acontecimiento hay un agente causal que nos resulta sumamente difícil entender que la vida pueda constituir en realidad un efecto secundario. Creo que sería

muy positivo que todos superásemos de una vez el impulso que nos lleva a ver agentes causales en situaciones que desde luego carecen de un propulsor concreto. Es algo que, sin ir más lejos, ayudaría a entender incluso por qué ponemos tanto ahínco en encontrar agentes causales en general.

EL EFECTO VEECK

GREGORY COCHRAN
Profesor adjunto de antropología de la Universidad de Utah; coautor (junto con Henry Harpending) de The 10,000 Year Explosion: How Civilization Accelerated Human Evolution

Todos tenemos noticia de que existe la específica y detestable estrategia retórica a la que me voy a referir aquí —y de hecho me temo que la mayoría de nosotros también ha empleado en alguna ocasión dicha estratagema para obtener una posición ventajosa frente a otras personas—. He optado por dar a esa táctica el nombre de efecto Veeck (o mejor dicho: la he denominado «primer tipo de efecto Veeck»*): con ello apunto a lo que sucede cada vez que alguien modifica el contexto o los estándares de validez de uno o más elementos probatorios con el objetivo de conferir mayores probabilidades de éxito al resultado que más le interesa.

¿A qué obedece esa denominación de «Veeck»? Resulta que William Louis Veeck fue un dirigente y promotor del deporte del béisbol bastante fuera de lo común. En su autobiografía, titulada *Veeck–As in Wreck*,** Veeck refiere las vicisitudes que atravesó al decidirse a

instalar una valla flexible en la zona exterior del campo de los Brewers de Milwaukee. En un principio optó por no montar la valla flexible más que en el caso de que su equipo tuviera que enfrentarse a un contrincante en el que hubiera muchos jugadores con gran potencia de bateo, pero al final acabó llevando las cosas al límite, dado que consideró oportuno colocar la valla cuando bateaban los miembros del equipo visitante, retirándola después cuando eran sus propios pupilos quienes esgrimían el bate.

La historia de la ciencia se halla abarrotada de este tipo de «vallas flexibles». La teoría del flogisto predecía que si se prendía fuego a un trozo de magnesio se liberaba una sustancia llamada así, flogisto. Sin embargo, la teoría no tardó en verse en un brete al descubrirse experimentalmente que, tras la combustión, el magnesio se volvía más pesado —escollo que los defensores de la teoría esquivarían alegremente explicando que el flogisto tenía un peso negativo.

Pensemos ahora en el caso de Johannes Kepler. A este célebre astrónomo alemán se le ocurrió la idea de que las distancias que separaban entre sí a los seis planetas conocidos a principios del siglo XVII podían explicarse inscribiendo sucesivamente, unos en otros, los cinco sólidos platónicos. En el caso de la Tierra, de

Marte y de Venus, la idea parecía funcionar, pero estaba claro que fallaba al intentar aplicarla a Júpiter. Así las cosas, Kepler zanjó de un plumazo el problema diciendo: «Nadie tendrá que hacerse preguntas al respecto, teniendo en cuenta que la distancia que nos separa de Júpiter es enorme». Desde luego, la teoría se habría revelado igualmente inválida en caso de haber podido emplearla con cualquier otro planeta adicional, pero para su plena tranquilidad de espíritu, Kepler contaría con la ventaja de que el descubrimiento de Urano se produjera mucho después de su muerte.

El imperativo que aquí asocio con el apellido de William Veeck se manifiesta con notable fuerza en todos los campos del conocimiento y de la vida, pero el ámbito en el que realmente florece con mayor vigor es el de las ciencias humanas e históricas —esferas en las que muy a menudo resulta imposible, poco práctico o incluso ilegal realizar experimentos diacríticos capaces de dar al traste con este tipo de disparates—. Y el terreno en el que esta tendencia al «ajuste» se aprecia con la máxima intensidad es el de la antropología cultural, una disciplina integrada por estudiosos que, en ocasiones, parecen no tener otra *raison d'être* que la de reorganizar la fama de los caníbales.

Algunas veces, esta actitud les ha obligado a negar la

existencia de casos específicos de canibalismo —como, por ejemplo, los ocurridos en su día entre los anasazi de las regiones sudoccidentales de Sudamérica—. En este caso, las pruebas se han acumulado a tal punto que han llegado a resultar abrumadoras. Los arqueólogos han encontrado grandes montones de huesos humanos raspados, lo que indicaría que se procedió en su momento a retirar los músculos con algún instrumento cortante, así como diversas osamentas, igualmente humanas, partidas para acceder a la nutritiva médula o pulidas como resultado del rozamiento debido a los movimientos de cocción ocurridos en el interior de un puchero de cerámica basta. Hasta se han encontrado heces humanas con restos de tejidos humanos digeridos. Sin embargo, todas esas indicaciones no bastan. Y ello por una razón, a saber, que la implicación de que los antiguos anasazi pudieran haber practicado el canibalismo resulta ofensiva para sus descendientes, los indios pueblo —circunstancia que de alguna manera viene a falsar los diferentes túmulos de sanguinolentos elementos probatorios—. Cabría quizá pensar que, ateniéndose a ese mismo principio, los antropólogos culturales podrían acabar dando por buenas otras tergiversaciones construidas al efecto de salvar la cara de algún que otro grupo étnico —como por ejemplo la que todavía colea entre algunos ciudadanos de los

estados meridionales norteamericanos que sostienen que, en realidad, la espoleta que acabó provocando la Guerra de Secesión estadounidense no fue la voluntad que habían manifestado los estados del norte de abolir la esclavitud, sino la insoportable carga de los estados del sur, expuestos a unos aranceles e impuestos excesivamente elevados—. Sin embargo, tengo al menos la impresión de que no es eso lo que sucede.

Algunos antropólogos han llevado todavía más lejos este empeño de «corrección política», llegando a negar que haya habido jamás cultura alguna que haya practicado el canibalismo. Estos eruditos no se limitan a negar las pruebas arqueológicas relacionadas con los anasazi, niegan la realidad de todo tipo de pruebas de esa índole, desde las derivadas de las excavaciones arqueológicas a las fundadas en las crónicas históricas, alcanzando incluso a poner en entredicho los relatos salidos de personas vivas que afirman haberlo visto. En el año 1568, fecha en la que Álvaro de Mendaña descubrió las Islas Salomón, el navegante leonés referiría que un cabecilla tribal aliado decidió un buen día agasajarle con un festín, ofreciéndole, descuartizado, un pedazo de carne humana, sacada concretamente del cuerpo de un muchacho joven. Una historia inventada, desde luego. Los conquistadores españoles sostendrían en más de una ocasión que el reino

de los aztecas era, en realidad, un país de caníbales. Tiene que ser necesariamente falso, pese a que las pruebas arqueológicas vengan a corroborarlo. Y cuando los papúes de Puerto Moresby, en Nueva Guinea, se ofrecieron voluntarios para celebrar una merienda en el depósito de cadáveres de esa ciudad —con el fin de atraer turistas, claro está—, todo lo que estaban haciendo era dar pública muestra de socarronería.

La masiva extinción de la era cuaternaria, que borró de la faz de la Tierra a gran parte de la megafauna planetaria, ofrece a los paleontólogos la oportunidad de instalar sus propias «vallas flexibles». En Australia, los grandes marsupiales, así como las aves incapaces de volar y los reptiles, desaparecieron poco después de la llegada de los seres humanos, es decir, hace unos cincuenta mil años. Los grandes mamíferos presentes tanto en el norte como en el sur del continente americano se esfumaron hace unos diez mil años aproximadamente —de nuevo, justo después de haber asomado la nariz los individuos de nuestra especie—. Los dinornítidos se extinguieron menos de dos siglos después de la colonización polinesia de Nueva Zelanda, y las aves no voladoras gigantes y los lémures dejaron de verse para siempre poco después de la llegada de los hombres. ¿A qué causa apunta el patrón de todas estas extinciones?

¡Vaya pregunta: al cambio climático, evidentemente! ¿Y no podrían haberse debido esas desapariciones a la acción de los cazadores humanos? ¡En absoluto, eso es imposible!

En realidad, el efecto Veeck resulta todavía más común en la vida cotidiana que en el mundo de la ciencia. Se trata del tipo de comportamiento que más cabe esperar de los investigadores. Sin embargo, hay unos cuantos ejemplos científicos que presentan una silueta claramente definida, de modo que resulta muy sencillo detectarlos —y lo cierto es que el hecho de alcanzar a comprender los fundamentos de dicha estrategia podría ayudarnos a evitar que alguien pudiera hacernos sucumbir a ella.

Cada vez que un funcionario de la administración nos recuerda que la ausencia de evidencia no constituye evidencia de ausencia, cada vez que un psiquiatra argumenta que la psicoterapia freudiana no funciona en todos los casos, sino que únicamente consigue ayudar a algunas personas —pese a que se haya probado ya que resulta inútil en términos generales—, podemos estar seguros de que el espíritu de William Louis Veeck cabalga de nuevo.

¡SUPERVENIENCIA

JOSHUA GREENE
Neurocientífico cognitivo y filósofo de la Universidad de Harvard

El mundo está repleto de objetos: los árboles, los coches, las galaxias, los anillos bencénicos, las termas de Caracalla, su propio páncreas, la ciudad de Ottawa, el hastío, políticos como Walter Mondale... ¿Cómo encaja todo este heteróclito conjunto de realidades? Por decirlo en pocas palabras: gracias a la superveniencia. La voz «superveniencia», que es una abstracción taquigráfica surgida originalmente en el ámbito de la filosofía anglonorteamericana, proporciona un marco de orden general que nos permite concebir la forma en que todo traba relación con cuanto existe.

La definición técnica de la idea de superveniencia resulta un tanto compleja. La superveniencia denota la existencia de una relación entre dos conjuntos de propiedades diferentes. Podemos llamarles el conjunto *A* y el conjunto *B*. Decimos que las propiedades del conjunto *A* supervienen de las del conjunto *B* si y solo si únicamente pueden darse diferencias en las propiedades *A*

de dos objetos del primer conjunto si difieren por sus propiedades *B*.*

Pese a ser admirablemente precisa, esta definición no permite apreciar fácilmente el objeto del que trata verdaderamente la superveniencia, puesto que su auténtico cometido gira en torno a las relaciones existentes entre los diferentes niveles de la realidad. Fijémonos, por ejemplo, en la pantalla de un ordenador en el que aparece una determinada imagen. En un plano elevado, esto es, en el plano de las imágenes, la pantalla del computador puede presentarnos la figura de un perro confortablemente instalado a bordo de un bote de remos, enroscado junto a un chaleco salvavidas. Sin embargo, también puede describirse el contenido de la pantalla diciendo que consiste en una determinada organización de los píxeles que la componen, esto es, que deriva de los diferentes estados imputables a un conjunto de puntos concretos y a los correspondientes colores de esos pequeños espacios. La imagen *superviene* por tanto de los píxeles. Esto se debe a que la única forma de que las propiedades que presenta una pantalla determinada en el plano de la imagen (esto es, de que nos evoque, en este caso, el concepto de «perro» y la idea de una «barca de remos») difieran de las que muestra otra pantalla en ese mismo plano consiste en que también difieran las propiedades de

ambas pantallas en cuanto a los píxeles.

Puede decirse, en un sentido bastante objetivo, que los píxeles y la imagen son una misma cosa. Sin embargo —y esta es justamente la clave del asunto—, se hallan en una relación de carácter asimétrico. La imagen superviene de los píxeles, pero los píxeles *no* supervienen de la imagen. Esto se debe a que las propiedades que poseen las pantallas en el plano de los píxeles pueden ser distintas sin que se constaten desemejanzas en el plano de la imagen. Por ejemplo, puede mostrarse una misma imagen en dos tamaños o en dos resoluciones distintas. Y si se nos ocurre eliminar un pequeño número de píxeles seguiremos teniendo la misma imagen. En este sentido, cabe recordar que el hecho de modificar una reducida cantidad de píxeles no protege de una demanda por violación de los derechos de autor de la imagen a la persona que dé en introducir esas variaciones. Posiblemente, la forma más sencilla de comprender la asimetría de la superveniencia pasa por tratar de concebir qué determina qué. La especificación de los píxeles determina total y absolutamente el contenido de la imagen, pero la determinación de la imagen no particulariza por completo la disposición de los píxeles.

El concepto de la superveniencia merece disfrutar de una más amplia difusión, dado que nos permite razonar

con claridad sobre un montón de cosas, no solo acerca de las imágenes y los píxeles. La superveniencia explica, por ejemplo, por qué la física es la ciencia más fundamental de todas cuantas existen y por qué los objetos que estudia la física son también los objetos más elementales que puedan darse. Son muchas las personas que pueden pensar que esto tiene todo el aspecto de ser un juicio de valor, pero no lo es —no necesariamente, al menos—. Si la física posee un carácter tan básico es porque todo cuanto existe en el universo, desde el páncreas de quien lea estas líneas hasta la conurbación de Ottawa, superviene de su fundamento físico. (O eso quieren los «fisicalistas» que dé yo en manifestar.) Si existe un universo físicamente idéntico al nuestro tendrá que haber en él un páncreas exactamente igual al suyo y una ciudad de Ottawa perfectamente indistinguible de la que se encuentra efectivamente en el Canadá de hoy.

La superveniencia resulta de especial utilidad si tenemos que lidiar con cualquiera de las tres cuestiones siguientes, todas ellas estrechamente relacionadas y claramente encontradas: a) el nexo existente entre la ciencia y las humanidades, b) la relación que media entre la mente y el cerebro, y c) el vínculo entre los hechos y los valores.

En ocasiones, los humanistas tienen la sensación de

que la ciencia se comporta de manera imperialista, considerando que es una disciplina que aspira a tomar el control de las humanidades, «reduciéndolo» todo a electrones, genes, números, neuronas —y encontrando así una «explicación convincente» de todo aquello que hace que merezca la pena vivir—. Este tipo de pensamientos suelen ir acompañados de una actitud de desdén o miedo, según el grado de credibilidad que se le conceda a dichas ambiciones. Los científicos, por su parte, mantienen a veces posturas efectivamente imperiosas, mostrándose despectivos tanto con los humanistas como con sus empeños y juzgando que ni su comportamiento ni sus objetivos merecen respeto. La superveniencia puede ayudarnos a comprender de qué forma encajan la ciencia y las humanidades, por qué a veces se tiene la sensación de que la ciencia invade unos terrenos cuyo carácter es específicamente humanista, y en qué medida cabe considerar válidas e inválidas esta clase de sensaciones.

Al parecer, los humanistas y los científicos estudian cosas diferentes. Los humanistas se ocupan de cuestiones relacionadas con el amor, la venganza, la belleza o la crueldad, dedicándose a examinar asimismo la evolución histórica y cultural a que se ven sometidos esos mismos asuntos. Los científicos se centran en el análisis de cosas como los electrones y los nucleótidos. Sin embargo, a

veces da la impresión de que los científicos se vuelven codiciosos. Los físicos aspiran a construir una teoría física de orden general a la que en ocasiones se le da el nombre de «Teoría del Todo» o TOE (siglas inglesas de «*Theory of Everything*»). Si tenemos en cuenta el doble hecho de que los humanistas y los científicos estudian cosas diferentes y de que la física lo abarca absolutamente todo, ¿qué campo de estudio les queda entonces a los humanistas (o, dicho sea de paso, a todos los profesionales que no se dediquen a la física)?

La idea de la existencia de una Teoría del Todo puede entenderse de dos maneras: bien comprendiendo que es efectivamente una teoría total, bien no llevando las cosas a su extremo literal. Una Teoría del Todo es una teoría sumamente completa en la que se da cuenta de aquello de lo que superviene todo lo demás. Si dos mundos son físicamente idénticos también tendrán que ser, por fuerza, idénticos desde el punto de vista humanista, puesto que deberán contener exactamente la misma cantidad y calidad de amor, de venganza, de belleza, de crueldad y de toda esa clase de conceptos. Sin embargo, esto no significa que una Teoría del Todo convierta en inútiles a todas las demás teorías —ni muchísimo menos —. Una Teoría del Todo nunca nos dirá nada interesante sobre *Macbeth* o sobre el Levantamiento de los bóxers.

Es posible que la amenaza que representa la física para las demás disciplinas nunca haya sido tan grave como se ha llegado a creer. En la actualidad, la verdadera amenaza, si alguna existe, procede de las ciencias conductuales, y en especial de aquellas disciplinas que vinculan el tipo de ciencia «pura y dura» que todos hemos estudiado en el instituto con las preocupaciones de carácter humanista. En mi opinión, son tres las ciencias que más destacan en este sentido: la genética conductista, la psicología evolutiva y la neurociencia cognitiva. Mis intereses académicos giran en torno al juicio moral —un tema clásico del humanismo—. Y una parte de mis estudios consiste en examinar las reacciones que manifiesta el cerebro humano en el momento mismo de realizar uno o más juicios de orden moral. En los últimos tiempos he empezado a fijarme en los genes, y oriento mi trabajo de acuerdo con los principios del pensamiento evolutivo. En mis escritos, doy por supuesto que la mente superviene del cerebro, así que trato de explicar los valores humanos —por ejemplo, los valores vinculados con la tensión existente entre los derechos individuales y el bien común— ateniéndome a los planteamientos propios de los sistemas neurales de carácter competitivo.

Puedo sostener, habiéndolo constatado por experiencia personal, que este tipo de investigaciones

incomoda a algunos humanistas. Durante los debates subsiguientes a una charla que tuve la oportunidad de dar en el Centro de Humanidades de la Universidad de Harvard, un destacado catedrático declaró que mi conferencia le había hecho sentirse físicamente enfermo —no una concreta conclusión a la que yo hubiera podido llegar, sino la totalidad del enfoque—. Las materias propias de las humanidades siempre han supervenido de las materias específicamente asignables a las ciencias físicas, pero hasta hace poco los humanistas podían omitir sin el menor remordimiento los detalles físicos subvinientes, comportándose en este sentido de un modo muy similar a la persona que contempla una imagen, que puede ignorar tranquilamente los pormenores relativos a los píxeles subyacentes. ¿Sigue dándose hoy esa misma situación? Quizá sí. Tal vez dependa de los intereses que uno cultive preferentemente. Sea como fuere, no es nada que deba preocuparnos hasta el punto de ponernos enfermos.

EL CICLO DE LA CULTURA

HAZEL ROSE MARKUS y ALAN ACONNER
Hazel Rose Markus es titular de la cátedra Davis-Brack de ciencias de la conducta de la Universidad de Stanford y coautora (junto con Paula M. L. Moya) de Doing Race: 21 Essays for the 21st Century. Alana Conner es periodista científica, psicóloga social y conservadora del Museo de la Tecnología de San José de California

Los estudiosos apelan a la cultura para explicar tanto las tragedias como los triunfos de toda clase: por qué un joven perturbado decide abrir fuego contra un político, por qué los niños afroamericanos tienen mayores dificultades escolares, por qué los Estados Unidos no logran implantar la democracia en Irak, por qué son de mayor calidad los coches que se fabrican en las factorías asiáticas... Una rápida incursión digital por Internet podrá ofrecernos, en una sola mañana y a manera de respuesta, los siguientes resultados: existe una cultura de valoración de las armas de fuego, una cultura de las comunicaciones en Twitter, una cultura ética, una cultura propia de Arizona, una cultura basada en la búsqueda de una conexión permanente a Internet, una cultura que sostiene que el vencedor se lleva todas las ganancias, una cultura de la violencia, una cultura del miedo, una cultura de la

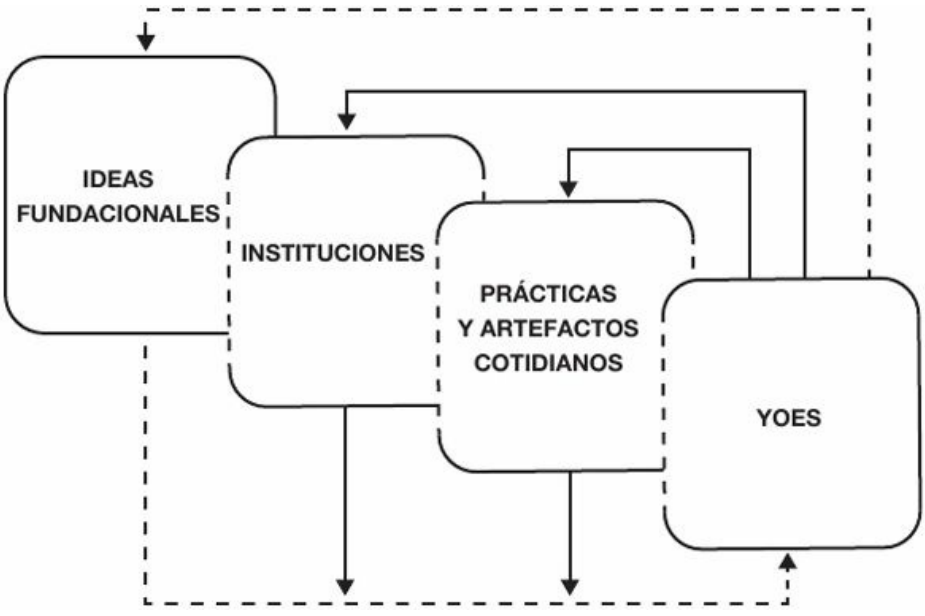
sostenibilidad, una cultura de la codicia empresarial, etcétera.

Sin embargo, nadie explica qué es exactamente la cultura, cómo opera ni cómo se pueden introducir en ella cambios susceptibles de mejorarla.

Una de las herramientas cognitivas que logra colmar ese vacío es la noción de «ciclo de la cultura», un instrumento conceptual que no solo describe cómo funciona la cultura sino que también prescribe fórmulas para generar cambios duraderos en las diferentes culturas. El ciclo de la cultura constituye un doble proceso recursivo e iterativo que permite, por un lado, que la gente alcance a generar culturas y a adaptarse posteriormente a ellas, y que propicia, por otro, que las culturas mismas moldeen de una determinada manera a las personas para que actúen de un modo que redunde en la perpetuación de la cultura en sí.

En otras palabras, las culturas y las personas se moldean mutuamente (cosa que también ocurre en el caso de otros primates). Este proceso conlleva la sucesiva imbricación de cuatro niveles distintos: el de los yoes individuales (es decir, el de los pensamientos, los sentimientos y las acciones personales); el de las prácticas y los artefactos cotidianos, que vienen a reflejar y a configurar a un tiempo la realidad de esos yoes; el de

las instituciones (esto es, la educación, el derecho, los medios de comunicación y demás), que permiten la concreción de esas prácticas y esos artefactos cotidianos —o que las desincentivan—; y el de las difundidas ideas relativas a las concepciones de lo bueno, lo justo y lo humanitario, concepciones que no solo influyen en cada uno de estos cuatro niveles sino que reciben también la influencia de los mismos. (Véase la figura que presentamos a renglón seguido.)



El ciclo de la cultura se revela válido en todo tipo de caracterizaciones sociales, desde el plano macrosocial (nación, raza, etnicidad, región, religión, género, clase

social, generación, etcétera) hasta el microsocial (ocupación, organización, vecindad, pasatiempo, predilección de género, familia, etcétera).

Una de las consecuencias de este ciclo cultural es que no hay una sola acción social cuya causa deba imputarse, de forma exclusiva y aislada, bien a las características psicológicas de los individuos, bien a las influencias externas. Lo que ocurre es que siempre operan, simultáneamente, ambos elementos causales. Si no hay cultura sin agentes, tampoco hay agentes sin cultura. Los seres humanos somos configuradores culturales culturalmente configurados. De este modo, por ejemplo, si nos paramos a considerar el caso de un tiroteo indiscriminado en un colegio, resultará excesivamente simplista preguntarnos si los motivos que indujeron a actuar de esa manera al causante de la matanza se debieron al hecho de que padeciera efectivamente una enfermedad mental, o a la previa existencia de un clima de hostilidad y acoso hacia su persona en el entorno escolar, o a la circunstancia de que no le resultara nada difícil hacerse con un artefacto cultural particularmente letal (como es el caso de las armas de fuego), o aún a algún otro factor, como el de que las instituciones potencien una atmósfera de ese tipo y faciliten el acceso a esa clase de artefactos, o al de que en nuestras sociedades las ideas y

las imágenes que ensalzan las actitudes de resistencia violenta disfruten de una difusión prácticamente generalizada. La pregunta más pertinente, la que exige la noción del ciclo cultural, es otra, y puede formularse del siguiente modo: ¿cómo interactúan las fuerzas presentes en los cuatro niveles anteriormente mencionados? Lo cierto es que los investigadores que se hallan actualmente a la vanguardia del análisis de las problemáticas relacionadas con la salud pública sostienen que, en la mayoría de los casos, no pueden considerarse causas suficientes en la génesis de las enfermedades mentales ni la presencia de elementos de estrés social en el entorno del agresor ni la existencia de uno o más flancos vulnerables en su persona. Antes al contrario, los desórdenes psiquiátricos obedecen casi siempre a la interrelación existente entre los factores biológicos y los culturales, al juego de los genes y los diferentes entornos, a la combinación de lo natural y lo adquirido.

Los científicos sociales también sucumben a otra de las formas de este pensamiento antagónico. Pondré un ejemplo: al verse enfrentados a los desastres causados por el huracán Katrina, miles de ciudadanos afroamericanos pobres «optaron» por no evacuar las costas del Golfo de México, según la mayoría de los informativos televisados e impresos. No obstante, los

científicos sociales dotados de un espíritu más generoso no solo habían concebido otras explicaciones sino que superaron grandes dificultades para sacar a la luz pública las variables que les parecían más relevantes. «Pues claro que no abandonaron la zona —dijeron los psicólogos—, es lógico, porque el *locus* de control psicológico de las personas de escasos recursos económicos es de carácter externo.» Aunque también hubo planteamientos diferentes, atribuyéndose el hecho, bien a una «baja motivación intrínseca», bien a un «reducido nivel de autoeficacia». «Es obvio que no se marcharon», sostuvieron los sociólogos y los científicos políticos. Y la razón hay que buscarla, prosiguieron, en los efectos acumulativos de varios factores: por un lado, los de la inveterada falta de acceso a unos ingresos adecuados y la imposibilidad de disponer de una cuenta bancaria o una línea de crédito, y por otro, los de las carencias en materia educativa, de transporte, de atención sanitaria, de protección policial y de respeto a sus derechos civiles —cuadro que vendría a determinar que al final no les quedara más remedio que permanecer en la zona siniestrada—. «Pero ¿cómo habrían podido marcharse?», preguntaron los antropólogos; no debemos olvidar, insistieron, que tanto sus redes familiares como su fe religiosa y sus lazos históricos les ligan a la tierra que habitan. «No hay duda

de que se quedaron», afirmaron los economistas, y no podía ser de otra manera, recalcaron, dado que carecían tanto de los recursos materiales como de los conocimientos y los incentivos financieros necesarios para levantar el campo.

Lo irónico de las pendencias interdisciplinarias radica en el hecho de que todos cuantos intervienen en el debate llevan buena parte de razón. Sin embargo, la razón que les asiste es muy similar a la que sustenta las afirmaciones que hacen los ciegos de la fábula india a quienes se les pide que describan un elefante por palpación, ya que al ser incapaces de integrar en un todo coherente las aportaciones de cada una de las áreas del saber que intervienen en el análisis, lo que todos y cada uno de los estudiosos obtienen, en último término, es una imagen errónea, o peor aún: prácticamente inútil.

Lo que el ciclo cultural ilustra son las relaciones recíprocas que hay entre los distintos planos analíticos que acabamos de señalar. Es preciso admitir, no obstante, que la explicación que hemos señalado más arriba, basada en la operación de un proceso dotado de cuatro niveles, no resulta tan enérgica como las descripciones que predominan casi invariablemente en el discurso público de nuestros días —y que suelen estar fundadas en una única variable—. Sin embargo, se trata de una aclaración

notablemente más sencilla y precisa que las habituales coletillas a las que acostumbran a recurrir sistemáticamente los más sesudos expertos, que lamentablemente suelen quedarse en asertos del tipo: «Es una cuestión compleja» o «Depende de varios factores».

Además, el ciclo de la cultura lleva incorporado en su misma estructura las instrucciones necesarias para promover la reversión de una o más de sus características, dado que la ocurrencia de un cambio sostenible en uno de sus niveles suele requerir, por regla general, modificaciones en los cuatro planos del ciclo. No existen soluciones mágicas. El actual movimiento estadounidense en favor de los derechos civiles, por ejemplo, exige una mayor apertura de la mente y el corazón de las personas, la efectiva posibilidad de que la gente entable relaciones de carácter igualitario en la vida cotidiana, así como una mayor visibilidad mediática de dicha transformación, la reforma de todo un conjunto de leyes, la modificación de las medidas políticas que hoy se están aplicando y una revisión exhaustiva del concepto nacional de lo que implica ser una buena persona.

No obstante, el simple hecho de que la gente tenga la posibilidad de transformar la cultura en la que vive no significa que la puesta en práctica de este tipo de modificaciones resulte sencilla. Uno de los principales

obstáculos que dificultan ese objetivo radica en que la mayoría de la gente ni siquiera tenga conciencia de pertenecer a una cultura. Antes al contrario, es frecuente que las personas piensen que son simplemente otros tantos seres humanos estándar, es decir, que se hallan dentro de la normalidad. Son justamente los demás los que se apartan de los patrones que rigen la forma de ser natural, obvia y correcta.

Todos nos hallamos integrados en un gran número de ciclos culturales. Y lo cierto es que se trata de una circunstancia que debería enorgullecernos, dado que el ciclo cultural constituye en realidad el elemento peculiar que nos define como seres humanos. Gracias a él no tenemos que esperar a que se concrete una particular mutación genética o a que se verifique hasta sus últimas consecuencias el proceso de la selección natural para poder expandir los límites de nuestra presencia sobre la faz de la Tierra, para extraer nutrientes de una nueva fuente alimenticia o para hacer frente a las vicisitudes propias del cambio climático. Conforme se vaya incrementando la complejidad de la vida moderna y se difundan y enconen los problemas de naturaleza social y medioambiental, la gente no solo empezará a experimentar la necesidad de comprender exactamente en qué consiste eso del ciclo de la cultura, sino que comenzará a utilizar

también con mayor tino esa noción.

CAMBIOS DE ESTADO Y TRANSICIONES DE ESCALA

VICTORIA STODDEN
Jurista especializada en cuestiones informáticas; profesora asociada de Estadística de la Universidad de Columbia

Los físicos han ideado la expresión «cambio de estado» o «transición de fase» para referirse a la ocurrencia de una modificación en un determinado sistema físico, como sucede por ejemplo cuando una sustancia pasa del estado líquido al gaseoso. Desde que se concibiera, este concepto ha venido aplicándose en un amplio y variado conjunto de círculos académicos con la intención de calificar las características de otras clases de transformación —y esto tanto en el campo de lo social (piénsese por ejemplo en el paso por el cual los cazadores y recolectores quedan convertidos en granjeros) como en el ámbito de la estadística (consideremos en este caso las bruscas modificaciones que experimenta la eficacia algorítmica a medida que van variando los parámetros del problema)—. Y pese a ello, la noción misma todavía no ha pasado a formar parte del léxico común.

Uno de los aspectos interesantes de la idea de transición de fase es que apunta a una modificación de estado que parece no guardar relación alguna con la situación física anterior —circunstancia que determina que dicha noción nos ofrezca un modelo que permita comprender fenómenos que desafían nuestra intuición—. Si únicamente hubiéramos conocido el estado líquido del agua, ¿quién habría podido imaginar que esta pudiera transformarse en gas con la simple aplicación de calor? Lo cierto es que, en un contexto físico, contamos con una buena definición matemática de lo que es una transición de fase. Sin embargo, aun en el caso de no disponer de esa precisión, podría resultar extremadamente útil extrapolar la idea del cambio de estado y tratar de explicar con ella una clase mucho más amplia de fenómenos —en particular aquellos que deriven de un cambio brusco e inesperado en el que, además, se constate un aumento de la escala de magnitud.

Imaginemos una serie de puntos en dos dimensiones —por ejemplo, un conjunto de puntos repartidos al azar sobre la superficie de una hoja de papel—. Visualicemos ahora una nube de puntos en tres dimensiones —digamos un grupo de puntos que floten en el interior de un cubo—. Y aun en el caso de que pudiéramos imaginar la disposición de un puñado de puntos en cuatro

dimensiones, ¿quién se habría aventurado a sospechar que todos esos puntos vendrían a encontrarse necesariamente en la parte convexa de la nube de puntos anterior? Pues eso es exactamente lo que ocurre invariablemente siempre que hablamos de situaciones superiores a la tridimensional. En tales casos no se ha producido una transición de fase en el sentido matemático de la expresión, pero dado que la dimensión se ha incrementado, el cambio que experimenta el sistema se verifica de un modo que escapa a las expectativas de nuestra intuición.

Llamo «transiciones de escala» a este tipo de cambios —unos cambios que son, en realidad, el inesperado resultado de un incremento de la escala dimensional—. Por ejemplo, el incremento del número de personas que interactúan en un determinado sistema puede producir resultados imprevistos: eso es lo que explica que el funcionamiento de los mercados de grandes dimensiones presente en muchas ocasiones unas características antiintuitivas. Piénsese, por ejemplo, en el efecto restrictivo que pueden tener las leyes promulgadas para controlar el precio de los alquileres en el número de viviendas de renta asequible, o en el hecho de que la legislación sobre los salarios mínimos pueda acabar reduciendo la cifra de empleos de baja remuneración.

(James Flynn sostiene que la propia palabra «mercados» constituye un ejemplo de «abstracción taquigráfica»; sin embargo, yo me intereso aquí en la circunstancia de que el funcionamiento de los mercados —cuando operan con un gran volumen de transacciones— venga a contradecir con tanta frecuencia los dictados de la intuición.) Piénsese en los positivos e inesperados efectos derivados de la introducción de mejoras en la comunicación —como, por ejemplo, el hecho de que la colaboración y el establecimiento de vínculos entre distintas personas se revele capaz de generar nuevas ideas e innovaciones insospechadas—; o en el antiintuitivo efecto de la enorme capacidad de que disponemos hoy para el procesamiento informático de los datos —una capacidad que ha venido a reducir las posibilidades de reproducir experimentalmente los hechos vinculados con una hipótesis, dado que hemos terminado comprobando que resulta más difícil compartir los datos y los códigos que sus respectivas descripciones—. El concepto de cambio de estado es deliberadamente ambiguo, puesto que ha sido pensado para actuar al modo de un marco cognitivo con el que alcanzar a comprender en qué casos hemos de desconfiar de nuestra intuición natural, dado que en las situaciones en que hemos de abordar problemas de gran envergadura esa intuición tiende a llevarnos, como

acabamos de exponer, a conclusiones equivocadas.

Esto contrasta notablemente con una de las ideas que expusiera en su día el sociólogo Robert K. Merton. Me estoy refiriendo a la noción de las «consecuencias imprevistas», en cuya formulación la transición de escala alude antes a un sistema que a un comportamiento individual deliberado, estando al mismo tiempo directamente vinculada con la idea de que se producen efectivamente algunos cambios debidos a un incremento de la escala. Según parece, nuestra intuición tiende a resultar habitualmente inoperante cuando se trata de cuestiones de escala, de modo que necesitamos encontrar un modo de concebir las transformaciones antiintuitivas que constatamos de ese modo en el mundo que nos rodea. Posiblemente la característica más destacada de la era digital radique en el hecho de que la tecnología venga a facilitar la observación de enormes incrementos de escala —tanto en el terreno del almacenamiento y la conservación de los datos, como en los ámbitos de la capacidad de procesamiento de la información y de la conectividad—, y esto, a su vez, nos permite no solo abordar una cantidad de problemas que no conoce precedentes sino hacerlo además a una escala igualmente inaudita. Por este motivo creo que, a medida que la omnipresencia de la tecnología vaya haciéndose más

patente, la idea de la transición de escala acabará convirtiéndose en una noción de uso común para todos.

LA REPRODUCIBILIDAD

BRIAN KNUTSON
Profesor asociado de psicología y neurociencia de la Universidad de Stanford

Al constatar que una serie de maestros itinerantes diferentes habían estado defendiendo un conjunto de ideas filosóficas contradictorias, los aldeanos de una cierta localidad india se dirigieron al Buda para preguntarles a quién debían creer. El Buda les dio entonces el siguiente consejo: «Cuando conozcáis por vosotros mismos [...] que esas cosas, asumidas y puestas en práctica, conducen al bienestar y a la felicidad, entonces podréis actuar y vivir de acuerdo con dichas máximas». Esta admonición empírica, que podría resultar sorprendente en boca de un líder religioso, no nos llamaría en cambio la atención si viniera de un científico.

El lema «Compruébalo por ti mismo» constituye uno de los credos tácitos de la ciencia. No basta con realizar un experimento e informar después de los resultados. Los colegas que repitan el experimento en sí han de poder llegar al mismo resultado. Cuando un experimento puede repetirse decimos que es «replicable». Y a pesar de que

los científicos tienden a respetar implícitamente el hecho de la reproducibilidad, lo cierto es que no siempre fomentan de manera explícita la cualidad de que los experimentos puedan replicarse *de facto*.

Podría decirse que, hasta cierto punto, resulta perfectamente natural pasar por alto el requisito de la reproducibilidad. El sistema nervioso de los seres humanos ha sido concebido para responder a la ocurrencia de cambios muy rápidos, cambios que van del sutil signo visual de un parpadeo a los patentes arrebatos del éxtasis. La fijación evolutiva que nos permite percibir la aparición de transformaciones muy veloces tiene un gran sentido desde el punto de vista adaptativo, dado que lo que no resultaría coherente sería que nos viéramos en la obligación de gastar energías —siendo como es la energía un recurso limitado— en el aprovechamiento de una oportunidad pretérita o en la evitación de una amenaza ya disipada. Sin embargo, al tener que bregar con un conjunto de problemas sujetos a una lenta progresión, el hecho mismo de fijar la atención en el cambio puede resultar desastroso (pensemos en este sentido en las langostas que se cuecen a fuego lento en una olla que va calentándose poco a poco o en las personas sometidas a los gases causantes del efecto invernadero).

Las culturas también pueden promover la obsesión

por el cambio. En el ámbito científico, son bastantes las publicaciones de alto nivel —e incluso las áreas de conocimiento— que hacen especial hincapié en la aparición de novedades, pudiéndose comprobar que, por regla general, ninguna de ellas tiene inconveniente en echar la reproducibilidad en el saco roto de lo que no resulta publicable o de lo que parece insuficientemente digno de mención. En términos más formales podemos decir en cambio que resulta frecuente que la labor de los científicos se juzgue más en función del carácter novedoso de su trabajo que en atención al hecho de que sus conclusiones se revelen reproducibles o no. El «índice *h*»,* cuya popularidad va en aumento, cuantifica el impacto de la obra o de las publicaciones de un científico mediante la asignación de una cantidad (*h*) con la que se indica que un determinado investigador ha publicado *h* artículos y que estos han sido citados *h* veces o más (de este modo, un académico cualquiera tendrá un índice *h* de cinco si ha conseguido publicar cinco trabajos científicos y si cada uno de ellos ha sido citado cinco veces o más). Pese a que los factores de impacto guarden relación con el hecho de que un estudioso concreto sea o no una personalidad eminente en su campo, por ejemplo en física, no por ello es menos cierto que la valoración de la trascendencia de una aportación dada puede plantear

problemas. Por ejemplo, un académico que posea el grado de doctor podría potenciar su factor de impacto mediante la publicación de una serie de hallazgos de carácter polémico (y por consiguiente muy citados) sin necesidad de preocuparse de que dichos descubrimientos puedan replicarse o no.

¿Por qué no construir un índice de reproducibilidad (al que podríamos llamar «*r*») para completar la información que nos proporcionan los factores de impacto? Como ya vimos que ocurría con el índice *h*, el índice *r* podría señalar que un determinado científico ha documentado la existencia de *r* efectos originales distintos capaces de ser reproducidos *r* veces de manera independiente (y de este modo, una investigadora dada tendría un índice *r* de cinco si hubiera publicado cinco efectos independientes, dándose además la circunstancia de que otros científicos del mismo campo lo hubieran reproducido satisfactoriamente *r* veces o más). En términos numéricos, los índices de reproducibilidad serían necesariamente inferiores a los índices con los que se mide el número de citas de un determinado artículo, dado que es preciso publicar primero los efectos de un descubrimiento concreto para que alguien pueda reproducirlos más tarde, pero esto no impediría que nos proporcionaran una información clara y distinta sobre la

calidad de una determinada investigación. Y como acabamos de constatar que ocurre con los índices de impacto, los índices de reproducibilidad podrían aplicarse incluso a las revistas científicas y a las diferentes áreas de especialización, puesto que ofrecerían una valoración numérica susceptible de combatir los prejuicios que dificultan tanto la publicación del hecho de que ha logrado reproducirse con éxito un experimento concreto como la divulgación de esa misma circunstancia.

Es más, el índice de reproducibilidad podría resultar aún más útil en el caso de los trabajos de carácter no científico. La mayoría de los investigadores que han dedicado una significativa cantidad de tiempo a trabajar en la fatigosa mina de sal que es el laboratorio han comprendido hace tiempo que muchas de las ideas que conciben no logran verse coronadas por el éxito, y que aquellas que sí alcanzan a triunfar lo consiguen a veces gracias al simple azar o a una interpretación benévola. Y a la inversa, esos mismos científicos admiten igualmente que la reproducibilidad significa que verdaderamente han dado con un hallazgo que presenta un interés real. No ocurre lo mismo en cambio con el público en general, ya que este no suele informarse de los progresos científicos a través de las revistas especializadas, sino que alcanza a conocerlos habitualmente con cuentagotas y a través del

filtro de los medios de comunicación sensacionalistas. Por consiguiente, es muy frecuente que tanto a las personas no versadas en temas científicos como a los periodistas les sorprenda constatar que el descubrimiento de nuevos resultados pueda tirar por tierra los últimos hallazgos antiintuitivos logrados con anterioridad en un determinado campo del saber. La valoración de la reproducibilidad podría contribuir a canalizar la atención y a enfocarla preferentemente en la ocurrencia de un determinado cúmulo de contribuciones. Además de estas cuestiones, conviene considerar la posibilidad de aplicar los criterios de la reproducibilidad a las distintas intervenciones que se producen en el ámbito de las políticas públicas destinadas a mejorar la salud de los ciudadanos, a incrementar los progresos de la educación o a doblegar la incidencia de los actos violentos. De hecho, los individuos podrían beneficiarse incluso de la aplicación de los criterios de reproducibilidad, ya que estos podrían contribuir a optimizar sus hábitos personales, por ejemplo en lo tocante a intentar seguir una dieta más eficaz, a perseverar en la práctica del ejercicio físico o a consagrarse más eficientemente al trabajo.

Mucho mejor que denigrar las virtudes de la reproducibilidad es ensalzarlas. Pese a que muy a menudo demos por supuesta la posibilidad de aplicarla, lo cierto

es que la reproducibilidad tendría más de excepción que de regla. Si una corriente o un chorro de agua revela la presencia de un conjunto de rocas enterradas en el barro, también la reproducibilidad podría venir a poner de manifiesto la presencia de los hallazgos más fiables, así como el trabajo de los mejores investigadores, las revistas más competitivas, e incluso las áreas de conocimiento más destacadas. Y en términos más generales, la reproducibilidad podría constituir una herramienta indispensable y permitirnos valorar tanto la calidad de las decisiones personales como la idoneidad de las medidas que se adoptan en el ámbito público. Como ya se sugiere en el *Kalama Sutta*,* la reproducibilidad podría llegar incluso a ayudarnos a decidir a quién nos conviene más creer.

LA MEMORIA AMBIENTE Y EL MITO DE LA OBSERVACIÓN NEUTRAL

XENI JARDIN
Periodista especializada en temas de cultura tecnológica y social, colaboradora y coeditora del blog titulado Boing Boing, productora ejecutiva y presentadora de Boing Boing Video

Como le sucede a muchas de las personas que han vivido experiencias traumáticas en los primeros años de la vida, también mi memoria presenta alguna que otra laguna. Y en ciertos casos, esas soluciones de continuidad en el registro del pasado se extienden considerablemente, llegando en ocasiones a ser de varios años. En otros casos, en cambio, el vacío de información tiene simplemente el tamaño justo para fagocitar aquellos instantes penosos cuyos efectos reverberan durante décadas en el fuero interno de cada cual, pese a que su duración resultara en su momento notablemente breve.

Hay veces en que el registro que almacena el cerebro de esas experiencias se adentra en las profundidades de la psique, aflora a la superficie y vuelve a sumergirse de nuevo con el paso del tiempo. A medida que fui haciéndome adulta, es decir, más fuerte y más capaz de

enfrentarme a los recuerdos, adquirí una mayor conciencia de las grandes diferencias que podían separar el registro interno que yo misma guardaba de unos determinados acontecimientos del recuerdo que otras personas que también hubieran vivido ese mismo instante.

Todos nosotros confiamos de manera muy distinta a la memoria las experiencias que vivimos, de modo que la permanencia de los hechos pasados difiere notablemente de una persona a otra. La experiencia humana del tiempo no es lineal, y tampoco lo es el tiempo mismo, de modo que no existe un archivo único y neutral de cada uno de los acontecimientos vitales registrados. Los seres humanos consisten en un conglomerado increíblemente complejo de músculos, sangre, huesos, aire y pulsos eléctricos capaces de viajar a través de los nervios y las neuronas. Podría decirse que somos un amasijo de impulsos eléctricos capaces de transportar una determinada carga útil, una especie de rastreadores de paquetes en redes que contactan constantemente con un conjunto de servidores dados. Además, la identidad que nos atribuimos se halla indisolublemente unida a nuestro entorno, ya que resulta imposible narrar una historia sin contar con un contexto específico.

La mía es la última generación de seres humanos que, nacida en el mundo anterior a Internet, ha crecido, sin

embargo, a la par que esa gran conciencia colectiva reticular. En el desarrollo de mi trabajo en línea, dedicada a confiar día tras día nuevos recuerdos a la mente común que alberga la Red, he terminado por comprender que el recuerdo que compartimos de una serie de acontecimientos, verdades, datos biográficos y hechos concretos es algo que cambia y se transforma, en un constante flujo y reflujo que reproduce casi punto por punto el funcionamiento por el que acostumbra a regirse en la mayoría de los casos nuestra memoria individual.

La Wikipedia, incesantemente sujeta a revisión, sustituye a las enciclopedias de papel. El parloteo de Twitter eclipsa a las formas de comunicación de carácter fijo y jerárquico. El flujo de noticias que todos recordamos haber escuchado en nuestra infancia, que emanaba con una sola y autorizada voz a través de alguno de los tres únicos canales facultados para transmitirlo, se ha visto sustituido en la actualidad por una realidad que no solo presenta una índole caótica sino que, al revelarse capaz de hiperevolucionar, resulta mucho más difícil de definir. Hasta los relatos formales en que se sostiene una nación acaban siendo reescritos por entidades como la de Wikileaks y sus todavía inéditos vástagos.

Los hechos son hoy más fluidos que en la época de nuestros abuelos. En nuestra mente, dispuesta ya a la

manera de una red, el acto mismo de la observación —o el de la información, el comentario o la divulgación incrementada de un determinado elemento informativo— logra modificar la narración. Tanto la trayectoria de la información como la velocidad a la que transita este conocimiento en la Red acaban modificando la naturaleza misma de lo que se recuerda, el tipo de individuo que habrá de conservarla en la memoria y la magnitud de la permanencia temporal de esos recuerdos en el archivo común que todos compartimos. No hay ya estados fijos.

Esto significa que también ha de evolucionar el concepto que tenemos actualmente de la memoria y del registro de los hechos.

La historia que hoy estamos creando es una materia viva. Hemos de encontrar nuevas formas de registrar los recuerdos, nuevas maneras de referir lo que sucede, o, lo que es lo mismo, hemos de dar con unas formas y unas maneras que se revelen capaces de reflejar la realidad de la vida. Y nos corresponde aprovechar esa complejidad infinita al confiar a nuestro archivo memorístico los nuevos relatos que están surgiendo.

Hemos de redefinir, en suma, el significado de la noción de recordar.

SOBRE UNA DIFERENCIA ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVA EN LA COMPRENSIÓN DEL PROCESO CIENTÍFICO

DIANE F. HALPERN
Profesora de psicología y miembro «Robert» de la junta de gobierno de la Universidad Claremont McKenna de California

La idea de la «diferencia estadísticamente significativa» se resume en una sencilla expresión que no solo se ha convertido en una noción esencial para la ciencia sino que ha terminado por transformarse en una frase de uso corriente entre los adultos cultos. El significado conjunto de estas tres palabras transmite el contenido fundamental del proceso científico y apunta tanto a la comprensión de dicho proceso como a la de los acontecimientos aleatorios y las leyes de la probabilidad. Se trata de un término que aparece prácticamente en todos los discursos en que se examina la esencia de la investigación, ya se plasmen estos en un artículo especializado, en los anuncios de la enésima «dieta milagro», en las publicaciones de los investigadores o en los informes que acostumbran a remitir a sus supervisores los estudiantes de laboratorio,

por no mencionar sino algunos de los muchos y muy diversos contextos posibles—. Esta expresión de la «diferencia estadísticamente significativa» constituye en realidad una abstracción taquigráfica mediante la cual se designa una secuencia de acontecimientos integrada por un experimento (u otro elemento de investigación), por la especificación de una hipótesis nula y una hipótesis alternativa, por la reunión de un conjunto de datos (numéricos), por la realización de un análisis estadístico, y por la estimación de la probabilidad de obtener un resultado poco probable. De este modo se explicita en pocas palabras una parte muy importante de los procedimientos característicamente científicos.

Resultaría muy difícil comprender el resultado de una investigación, fuera esta la que fuese, sin entender al mismo tiempo —siquiera de manera rudimentaria— lo que se pretende afirmar al concluir que un concreto conjunto de investigadores ha encontrado (o no) pruebas de la existencia de una «diferencia estadísticamente significativa». Por desgracia, resulta en este caso plenamente pertinente recordar que el viejo dicho de que «un conocimiento escaso resulta peligroso» tiene clara aplicación al caso que nos ocupa, y en particular a la comprensión parcial de la expresión. Uno de los problemas que se nos presentan deriva del hecho de que

la palabra «significativa» posea un significado muy diferente en función de si su utilización se produce en el ámbito de la conversación cotidiana o en el terreno de la elaboración de un informe relacionado con los hallazgos de una investigación determinada.

En la mayoría de los casos, la voz «significativa» apunta a la ocurrencia de algo importante. Pondré un ejemplo: si un médico le dice que tendrá que experimentar usted una significativa mejoría si se somete a una intervención quirúrgica, hará usted bien en inferir que se reducirán sus dolores de una manera clara y notable —es decir, lo lógico será esperar que la intensidad del dolor que actualmente pudiera padecer experimente una importante disminución—. Sin embargo, al emplear esa misma palabra en la expresión con la que aludimos a la existencia de una «diferencia estadísticamente significativa», la voz «significativa» pasa a denotar otra cosa, a saber, que resulta muy poco probable que los resultados obtenidos sean fruto del azar (suponiendo que las hipótesis nulas fueran ciertas) —mientras que lo que *no* se está diciendo es que los resultados mismos sean (o no sean) importantes—. Es más, en ocasiones puede suceder que la conclusión se revele errónea, puesto que a veces se da el caso de que los investigadores optan por no conferir a su conclusión más que un específico grado de

probabilidad. El concepto de la «diferencia estadísticamente significativa» constituye una noción central tanto para la investigación como para la estadística, pero no es una idea intuitiva, como podrá confirmarle cualquier persona que haya estudiado estadística o métodos de investigación durante la carrera.

Pese a que la mencionada noción de la «diferencia estadísticamente significativa» transmite un conjunto de ideas esenciales para el proceso científico, son muchos los eruditos que desearían que desapareciera de nuestro vocabulario, dado que es muy frecuente que su significado dé pie a numerosos malentendidos. Su empleo resalta el matrimonio que une a la ciencia y a la teoría de la probabilidad, pero hay expertos que, a pesar de la popularidad del término, o quizá, precisamente, en virtud de ese mismo éxito, abogan por el divorcio, puesto que dicha expresión viene a sostener implícitamente algunos extremos a los que de hecho no debiera apuntar —con lo que muy a menudo la gente se confunde—. Por si fuera poco, lo cierto es que también los expertos se llaman con frecuencia a engaño a causa de la ambigüedad de la fórmula. Consideremos el siguiente ejemplo hipotético: en un estudio adecuadamente elaborado en el que se contraste la efectividad de dos fármacos frente a dos placebos puede darse la circunstancia de que el

medicamento X sea, desde el punto de vista estadístico, significativamente diferente de un determinado placebo, y que el medicamento Y no presente en cambio esas diferencias estadísticamente significativas —y todo ello sin que el medicamento X y el medicamento Y difieran entre sí de un modo estadísticamente significativo—. Esto puede ocurrir en caso de que el grado de probabilidad de que el medicamento X sea significativamente diferente, en términos estadísticos, de un placebo dado sea < 0,04, mientras que el grado de probabilidad de que el medicamento Y sea significativamente diferente desde el punto de vista estadístico de otro placebo concreto puede ser < 0,06, cifra que es superior a la mayoría de los niveles que se utilizan *a priori* para comprobar la significación estadística. Si el solo hecho de tratar de interpretar estas afirmaciones le provoca dolor de cabeza es que forma usted parte del inmenso número de personas que creen comprender el decisivo fraseo de la abstracción taquigráfica que constituye el núcleo mismo del método científico —pese a que en realidad es muy posible que solo alcance a comprender de una manera muy superficial su verdadero contenido.

No hay duda de que si lográramos entender mejor los escollos que acechan la utilización de este término conseguiríamos dar un empujón más que notable al

empeño de mejorar nuestro instrumental cognitivo. Si el conocimiento del significado de este término fuese del dominio público, y si en dicho conocimiento se incluyeran las dos ideas siguientes: a) que los descubrimientos podrían carecer de importancia, y b) que las conclusiones basadas en el hecho de haber encontrado, o dejado de encontrar, unas determinadas diferencias de carácter estadísticamente significativo pudieran revelarse erróneas, entonces podríamos declarar sin temor a equivocarnos la consecución de un gran hito: el de hacer que progrese de forma sustancial nuestro conocimiento general. Cuando topa con la expresión por la que se alude a la existencia de unas determinadas «diferencias de índole estadísticamente significativa», o cuando utiliza esa misma frase, lo que está haciendo la gente es afirmar el proceso científico —un proceso que constituye, pese a todas sus limitaciones y al gran número de malentendidos que puede provocar, un importante avance, ya que nos permite llegar mucho más lejos que cualquier otro método alternativo que podamos idear para conocer el mundo—. Bastaría con que pudiéramos añadir un par de conceptos clave al significado de nuestra frase para conseguir una perceptible mejora en la opinión que el público en general acostumbra a hacerse de la ciencia.

EL EFECTO ENGAÑO

BEATRICE GOLOMB
Profesora asociada de medicina de la Universidad de California, San Diego

El «efecto engaño»* hace referencia a la posibilidad de aplicar fácilmente uno o más constructos, sin desvelar el concepto que encierra ni los supuestos en los que descansa, haciéndolo además de un modo que en lugar de favorecer la reflexión tienda más bien a extraviar al intelecto.

Las voces y las frases que captan la esencia de un concepto no tardan en pasar a formar parte del lenguaje común: piénsese por ejemplo en la navaja de Ockham, en el placebo o en el efecto Hawthorne. En principio, este tipo de expresiones y palabras clave facilitan el discurso —y de hecho es muy posible que consigan hacerlo en muchas ocasiones—. La propia circunstancia de exhibir el vocablo o el eslogan de moda logra incrementar la eficacia del intercambio de ideas, dado que gracias a ello se hace innecesario tener que asumir la molesta revisión de los principios y supuestos que esa palabra viene a captar. Por desgracia, al eximirnos de la necesidad de

expresar las condiciones y los presupuestos en los que descansa la validez de dichos constructos podemos llegar a pasar por alto una consideración importante: la de ponderar si es legítimo o no aplicar esas condiciones y presupuestos. De este modo, la utilización del término o la expresión de que se trate, lejos de fomentar la instauración de un discurso más sensato, puede terminar contribuyendo a socavarlo.

Fijémonos, por ejemplo, en las nociones de «placebo» y de «efecto placebo». Si decidimos desvelar su contenido, cabrá decir que un placebo es una sustancia inerte desde el punto de vista fisiológico que, no obstante, se administra a una persona convencida de que tiene o puede tener *de facto* una clara eficacia medicamentosa. Por su parte, la expresión «efecto placebo» alude al hecho de que los síntomas de un individuo que haya tomado un placebo experimenten una mejoría —una mejoría que se debe tanto a la circunstancia de que esa persona tenga la expectativa de alcanzar la curación como a la particularidad de que esa misma expectativa la haya sugestionado.

Una vez que estos términos han arraigado firmemente en la lengua cotidiana, el efecto engaño que los acompaña queda plenamente patente, ya que lo que se constata es que, en la mayoría de los casos, los presupuestos clave

que aparecen vinculados al placebo y al efecto placebo son erróneos.

1. Es frecuente que los científicos, al escuchar la palabra «placebo», den por supuesta la inactividad del producto en cuestión, sin pararse a pensar qué *es* realmente esa sustancia a la que se supone fisiológicamente inerte. Y de hecho lo que debieran indagar tendría que ser más bien qué tipo de sustancia *podría* ser, dado que no conocemos ningún elemento químico que sea efectivamente neutro en el plano fisiológico.

   No hay ninguna normativa que regule qué es un placebo, y una de las características de estas sustancias radica en el hecho de que no suele revelarse en ningún caso su composición —puesto que, por regla general, la entidad que la determina es el fabricante encargado de elaborar la droga sometida a estudio—. Hay, no obstante, algunos casos, desde luego infrecuentes, en los que se ha dado en señalar la composición del placebo en sí, destacando entre ellos algunos ejemplos documentados en los que los elementos integrantes del placebo han venido aparentemente a generar una cierta distorsión en los efectos previstos. En dos

estudios se emplearon sendas dosis de aceite de maíz y de aceite de oliva como placebos asociados a una serie de drogas presuntamente capaces de reducir las tasas de colesterol en sangre. Y en una de esas investigaciones se señaló que la baja incidencia de ataques al corazón que se había observado entre los integrantes del grupo de control —una incidencia tan reducida como «inesperada»— podía haber contribuido a impedir que se detectaran los beneficios de la droga capaz de combatir la colesterolemia. En otro estudio se señaló que un determinado fármaco destinado a combatir los síntomas gastrointestinales de los pacientes aquejados de cáncer presentaba un conjunto de beneficios «insospechados». Sin embargo, los pacientes afectados por esta enfermedad tienen mayores probabilidades de mostrar una aguda intolerancia a la lactosa —y se daba el curioso caso de que el placebo era justamente eso, lactosa, una variante de la conocida «píldora de azúcar»—. Lo que ocurre cuando se coloca la etiqueta «placebo» en el lugar en el que debieran figurar los componentes reales del medicamento es que se

elude reflexionar acerca de la influencia potencial que pudiera haber ejercido en el estudio científico la composición de la sustancia empleada como elemento de control.

2. Dado que son muchos los contextos en los que la gente afectada por un problema concreto refiere haber experimentado, por término medio, una notable mejoría de la situación tras recibir un placebo —respondiendo en tal sentido a las preguntas que puedan hacérseles (véase el punto 3)—, son también muy numerosos los científicos que han terminado admitiendo que el alcance de los beneficios que procura el «efecto placebo» —esto es, los derivados de la sugestión psicológica— no solo resulta ser muy relevante sino que goza también de una amplia difusión.

   Los investigadores daneses Asbjørn Hróbjartsson y Peter C. Götzsche han realizado una serie de estudios para comparar los efectos de un placebo con la ausencia de todo tratamiento. Y lo que consiguieron descubrir en el curso de sus trabajos es que, por regla general, el placebo... ¡no hace nada! Lo que se constata en la mayoría de los casos es que no

hay ningún efecto placebo. Cuando se trata de cuadros de dolor o de ansiedad sí que se ha observado, a corto plazo, un moderado «efecto placebo». Según los informes científicos, la naloxona (un fármaco antagonista de los receptores opioides del sistema nervioso) logra bloquear el efecto placebo en el caso de los cuadros clínicos que cursan con dolor —lo cual implica de manera específica que los opioides endógenos del organismo desempeñan un papel concreto en la aparición del efecto placebo asociado con el alivio del dolor (y no cabe esperar que esa circunstancia alcance a favorecer ninguno de los resultados potenciales que pudieran llegar a medirse gracias a la investigación en sí).

3. Cada vez que tienen noticia de que las personas que han recibido un placebo aseguran experimentar una mejoría, lo habitual es que los científicos supongan que esas afirmaciones han de deberse necesariamente al efecto placebo, esto es, a una combinación formada por la expectativa de alivio y por la sugestión psicológica. No obstante, lo cierto es que, por

regla general, ese efecto obedece a una causa enteramente diferente, por ejemplo a la evolución natural de la enfermedad, o a una regresión de la situación, que vuelve a situarse en sus valores medios. Pensemos, pongo por caso, en una distribución estadística como la definida por una campana de Gauss. Tanto si el resultado perseguido es la reducción del dolor, como si lo que se busca es conseguir una disminución de la presión arterial, una bajada de los índices de colesterol en sangre o el descenso de alguna otra constante fisiológica, lo habitual es que los sujetos que se elijan para realizar el estudio terapéutico sean precisamente aquellos que se encuentran en uno de los extremos de dicha distribución —digamos en el polo en el que el valor estudiado muestra sus niveles máximos—. Con todo, el resultado que se trata de obtener constituye en realidad una cantidad variable (debido, por ejemplo, a las diferencias fisiológicas individuales, a la evolución natural de la propia patología, a la incidencia de uno o más errores de medición, etcétera). De este modo, al establecer un promedio, lo que se observa es

que los valores máximos muestran una variación a la baja conocida con el nombre de «regresión a la media» —regresión que es un fenómeno que opera invariablemente, tanto si se ha administrado un placebo como si no—. (Y de ahí los hallazgos de los investigadores daneses.)

El efecto engaño que se cierne sobre el reciente estudio realizado por Ted Kaptchuk en Harvard es distinto. En este trabajo, los investigadores decidieron administrar un placebo, o nada en absoluto, a un conjunto de personas afectadas por el denominado síndrome del colon irritable. Se presentó el placebo a los pacientes en un frasco con una etiqueta en la que podía leerse con toda claridad la palabra «placebo», advirtiendo a los sujetos que participaban en el estudio de que se les estaba proporcionando efectivamente un placebo y de que se trataba, además, de unas sustancias de efectos tan conocidos como potentes. La tesis que se quería someter a prueba era la de que los médicos han de saber manejar con honradez los efectos de las expectativas de curación suscitadas, es decir, sin recurrir al engaño, informando por tanto a los sujetos que participan en el estudio de la potencia real de los placebos administrados, y estableciendo y cultivando el establecimiento de una

estrecha relación con sus respectivos pacientes. De este modo, los investigadores procedieron a visitar en repetidas ocasiones a los sujetos del estudio, ganándose así, gracias a sus muestras de interés, el aprecio de las personas implicadas y reiterando en cada ocasión que los placebos administrados tenían un efecto muy potente. Se comprobó así que los individuos que estaban tomando el placebo tendían a mostrar la gratitud que sentían hacia los médicos diciéndoles que se encontraban mejor —y señalando así una mejoría superior a la que daban en manifestar las personas que no estaban tomando nada—. Los científicos atribuyeron este resultado al efecto placebo.

Ahora bien, ¿cómo ha de interpretarse que los sujetos del estudio se limitaran simplemente a decir a los científicos lo que en su opinión deseaban oír esos mismos científicos? En un artículo remitido al *New York Times*, Denise Grady señala lo siguiente: «Al hacerme mayor, empezaron a ponerme varias inyecciones a la semana para combatir la rinitis alérgica, aunque no creo que el tratamiento me sirviera de gran ayuda. Sin embargo, continuaba conservando la esperanza de que pudieran curarme del todo, por no mencionar que el médico que me atendía era amabilísimo, así que cada vez que él me preguntaba si me sentía mejor yo le contestaba que sí».

Este deseo de agradar al sanador (que quizá pueda considerarse una variante del sesgo informativo derivado de la búsqueda de la «aprobación social») acaba convirtiéndose en un caldo de cultivo particularmente apropiado para el surgimiento y la incidencia de un conjunto de situaciones susceptibles de ser efectivamente interpretadas como resultado de un efecto placebo, ya que este implica la aparición de una mejora sintomática ligada a circunstancias subjetivas. Esto me lleva a preguntarme si realmente habría podido darse pie a un error o a una presunción de semejante magnitud de no haber existido una expresión como «efecto placebo», pensada para calificar precisamente una interpretación concreta: aquella que el grupo de investigadores de Harvard había singularizado —por considerar que se trataba de la más verosímil— de entre todas las perentorias posibilidades alternativas que se les ofrecían.

Otra de las explicaciones que se ajustan a estos resultados es la vinculada con la existencia de una mejoría de carácter específicamente fisiológico. En el estudio realizado por el doctor Ted Kaptchuk* se empleaba una fibra no absorbente —a base de celulosa microcristalina— como placebo, indicándose a los sujetos de la investigación que se trataba de una sustancia muy eficaz. El hecho de haber explicitado la composición

de la sustancia placebo ha permitido cosechar grandes elogios a los autores de dicho estudio. Existen sin embargo otras fibras no absorbentes que producen efectos benéficos tanto en casos de estreñimiento como de diarrea —síntomas ambos del síndrome del colon irritable— y que se recetan específicamente en esos casos (los mucílagos del llantén de arena son un buen ejemplo de ello). Por consiguiente, no cabe excluir la posibilidad de que el pretendido «placebo» hubiera tenido de hecho un efecto benéfico de naturaleza específicamente fisiológica, lo que lo convertiría en responsable de la mejora de los síntomas.

Considerados conjuntamente, los ejemplos anteriores vienen a mostrar dos cosas: en primer lugar, que no es posible dar por sentado que el término «placebo» sea implícitamente sinónimo de «sustancia inerte» (y lo cierto es que, por regla general, no lo es en absoluto); y en segundo lugar, que en aquellos casos en que la investigación detecta la aparición de una mejoría notable en la sintomatología de los pacientes tratados con un placebo (resultado que ha de esperarse sistemáticamente, aunque solo sea en función de las consideraciones asociadas con las características de las distribuciones estadísticas) no podrá inferirse de inmediato que dicha mejoría se deba necesariamente a los efectos de la

sugestión psicológica.

De este modo, en lugar de promover una reflexión juiciosa, lo que las pruebas sugieren es que, en muchos casos —entre los que cabe destacar los de los contextos de relevancia más singular, es decir, aquellos cuyas inferencias pueden encontrar aplicación en la práctica médica—, el hecho de sustituir unos términos dados (en nuestro caso los de «placebo» y «efecto placebo») por los conceptos que dichas expresiones encierran podría acabar impidiendo o anulando *de facto* el análisis crítico de las cuestiones clave —una circunstancia que se revela potencialmente capaz de incidir de modo fundamental en las preocupaciones que suscitan los esfuerzos de todos.

http://educaciondemillonarios.blogspot.com

ANTROPOFILIA

ANDREW REVKIN
Periodista, ecologista, escritor activo en el blog titulado Dot Earth del New York Times, autor de The North Pole Was Here

Lo que se necesita para acceder a un progreso sostenible en un planeta de dimensiones finitas y, sin embargo, repleto de sorpresas, en el que el hombre ejerce una influencia cada vez más poderosa, es una fuerte dosis de antropofilia. Sugiero que se adopte esta palabra al modo de una abstracción taquigráfica capaz de venir a denotar las características propias de una variante a un tiempo rigurosa y objetiva del interés propio, incluso del amor a uno mismo. Dicha noción debería emplearse siempre que los individuos o las comunidades tuvieran que tomar una o más decisiones trascendentes en un clima marcado tanto por una importante incertidumbre como por discrepancias capaces de polarizar notablemente a la opinión pública.

Se trata de un vocablo que recoge deliberadamente los ecos del valioso empeño en el que se embarcara en su día el investigador estadounidense Edward Osborne Wilson al fomentar la adopción del término «biofilia», un concepto encaminado a promover esa parte de la

condición humana dotada de la facultad de valorar y apreciar aquellos aspectos del mundo no humano que englobamos bajo el rótulo de «naturaleza». Lo que lleva ya demasiado tiempo echándose en falta es un esfuerzo para ponderar en toda su plenitud el papel que desempeñamos los seres humanos en el seno de esa naturaleza, sopesando al mismo tiempo la situación y los condicionamientos de nuestra propia idiosincrasia interior, circunstancia que probablemente tenga una importancia aún mayor.

En términos históricos podemos decir que muchos de los esfuerzos destinados a promover que los seres humanos basen su progreso en criterios centrados en la duración se han articulado en torno a dos ideas vertebradoras: la de «¡Pobre de mí!» y la de «¡Debería darnos vergüenza!», nociones a las que todavía hay que añadir una buena dosis de «¡La culpa es suya!».

¿Cuál es el problema de este enfoque?

Pues que el lamento se revela paralizante y que la culpabilización no solo divide a la gente sino que, muy a menudo, pasa por alto el verdadero objetivo que trata de alcanzar. (¿Quiénes son los malos de la película, los jefes de la British Petroleum o todas las personas que conducimos coches impulsados por combustibles fósiles y que utilizamos calefacciones que se alimentan de fuel-oil

o gas natural?) Con demasiada frecuencia constatamos que el discurso que se ha ido organizando en torno a estas nociones genera unos debates políticos cuya esencia vendría a resumir en una ocasión un conocido mío al decir, refiriéndose al cambio climático, que todo se reducía a un «bla, bla, bla... ¡blam!». Las advertencias ignoradas que culminaron en los atentados del 11 de septiembre del año 2001 y en la recientísima implosión financiera mundial permiten apreciar fácilmente la incidencia de ese mismo fenómeno.

El solo hecho de aprender a ponderar de modo más pleno nuestra propia naturaleza —de tener en cuenta tanto nuestra «faceta divina» como nuestra «cara más vil», por adoptar los vigorosos brochazos del retrato con el que ha resumido Bill Bryson nuestra realidad— podría ayudarnos a identificar algunos de los desafíos que, según sabemos perfectamente, tendemos a interpretar de manera errónea. El simple hecho de reconocer esas tendencias podría contribuir a que nos resultara más sencillo refinar la forma en que tomamos nuestras decisiones, de manera que las probabilidades de equivocarnos fuesen un poquito menores la próxima vez. Si llevo las cosas a un plano personal, puedo decir que, si me levanto por la noche para plantarme en la cocina, tiendo a preferir zamparme unas galletas que una manzana. De ese modo, teniendo

previamente en cuenta esa propensión mía, es muy posible que tenga una probabilidad siquiera levemente superior de tomar las medidas precisas para no ingerir innecesariamente esas doscientas calorías extra.

A continuación voy a desgranar unos cuantos ejemplos en los que podrá apreciarse que este concepto también resulta relevante en situaciones de más amplio alcance.

Una de las pautas de conducta más persistentes de los seres humanos es la de no aprender ninguna lección de orden general de un desastre de carácter local. En el año 2008, la provincia china de Sichuan se vio sacudida por un terrible terremoto que causó la muerte de decenas de miles de estudiantes (junto con sus profesores), fallecidos todos ellos bajo los escombros al derrumbarse las escuelas en las que se encontraban. A pesar de esa desgracia, el estado norteamericano de Oregón, en el que ya se sabe que existen más de un millar de escuelas aquejadas de un grado de vulnerabilidad similar al de los edificios chinos y en el que es solo cuestión de tiempo que la gran falla geológica de Cascadia, situada frente a la costa noroccidental de los Estados Unidos, vuelva a provocar una convulsión, las inversiones necesarias para adaptar los inmuebles a dicha amenaza, que deberían recibir un fuerte impulso, siguen demorándose de una

forma tremenda. Los sociólogos no solo son capaces de atribuir las causas de esta falta de atención —y con un notable respaldo empírico—, sino que se consideran en situación de poder explicar su existencia a pesar de que el precedente del que debieran tomar nota las autoridades resulte evidentemente horrendo y de que los riesgos que se están corriendo en Oregón cuenten con la más meridiana confirmación científica que pueda imaginarse. Hemos de preguntarnos por tanto lo siguiente: ¿de verdad se tiene seriamente en cuenta el hecho de que el conocimiento humano tiende a focalizarse sesgadamente en el «aquí y ahora»? ¿Se valora suficientemente esa propensión en aquellos ámbitos en los que han de concretarse las medidas políticas a adoptar y en que deben autorizarse y dotarse adecuadamente los presupuestos indispensables para llevarlas a la práctica? Rara vez, por lo visto.

Los científicos sociales también saben, y con un aceptable grado de rigor, que la lucha contra el calentamiento global generado por las actividades humanas no solo ha de librarse en las esferas propias de la ciencia y la política sino que es un problema marcado en gran medida por cuestiones de índole cultural. Como ya ocurre en el caso de otras muchas controversias (pensemos por ejemplo en lo que sucede con la atención

sanitaria en los Estados Unidos), la batalla que hay que librar enfrenta en esencia a dos subconjuntos concretos de comunidades humanas: la de los comunitaristas (también llamados liberales) y la de los individualistas (más conocidos como libertarios). En este tipo de situaciones, suele surgir un convincente *corpus* de investigación con el que se muestra que la información carece básicamente de sentido, dado que cada uno de los grupos en liza selecciona la información de acuerdo con el propósito previo de reforzar una determinada posición, y lo cierto es que son pocos los casos en que la información consigue que un grupo concreto cambie finalmente de postura. Esta es la razón de que no quepa esperar que de la próxima reunión de los estudiosos dedicados al análisis de la meteorología y la geociencia que se hallan vinculados con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático vaya a surgir una revisión de los planteamientos científicos capaz de generar súbitamente una nueva y armoniosa vía de progreso en este ámbito.

Cuanto más se comprenda y asuma la existencia de estas realidades, tanto más probable resultará no solo que surjan enfoques innovadores susceptibles de encauzar de una mejor manera las negociaciones, sino que ese afloramiento se produzca sobre la base de unas posturas moderadas —circunstancia que nos alejaría muy

notablemente de la interminable argumentación actual, que se focaliza en un conjunto de planteamientos extremistas —. Se revela así, por ejemplo, que ese mismo *corpus* de investigaciones sobre las actitudes políticas asociadas con el cambio climático muestra muchas menos discrepancias cuando el asunto a tratar gira en torno a la necesidad de diversificar el limitado menú de opciones energéticas asequibles de que disponemos en la actualidad.

El físico Murray Gell-Mann ha hablado en muchas ocasiones de lo necesario que resulta, cuando nos enfrentamos a problemas de carácter multidimensional, «tener una cruda visión de conjunto». A este planteamiento se le ha asignado incluso un acrónimo *ad hoc*: CLAW («*crude look at the whole*», según sus siglas inglesas). Siempre que sea posible, resulta imperativo incluir también en ese tipo de visión un análisis honesto de la propia especie que decide adoptar esa forma de contemplación descarnada.

Nunca podrá hallarse una fórmula que nos permita idear un modo de sustituir, pongo por caso, a las Naciones Unidas o a la Cámara de Representantes de los Estados Unidos. Sin embargo, la situación ha madurado ya lo suficiente como para enfocar de manera novedosa la génesis de un discurso constructivo y la búsqueda de

estrategias destinadas a resolver algunos de nuestros problemas —aunque el primer paso que hemos de dar para avanzar en esa dirección consiste justamente en aceptar nuestra propia condición humana, para lo bueno y para lo malo.

Y eso es precisamente la antropofilia.

UNA SOLUCIÓN PARA EL DESPLOME DEL PENSAMIENTO: LA TEORÍA DE LA DETECCIÓN DE SEÑALES

MAHZARIN R. BANAJI
Titular de la cátedra Richard Clarke Cabot de ética social del Departamento de Psicología de la Universidad de Harvard

Todos nosotros percibimos el mundo a través de los sentidos. Los datos que recibimos de esa forma, y que llegan invariablemente a nosotros gracias a la mediación del cerebro, constituyen el fundamento mismo de nuestra comprensión del mundo. Esto posibilita a su vez la variada gama de actividades mentales, tanto ordinarias como excepcionales, que realizamos al prestar atención, al percibir objetos, al recordar, al sentir cosas y al razonar. Si tenemos la capacidad de comprender y actuar tanto en el mundo material como en la esfera social es, justamente, a través de estos procesos mentales.

En la ciudad de Pondicherry, situada en el sur de la India —esto es, en la localidad en la que ahora mismo resido y desde la que escribo estas líneas—, son muchos los individuos que no comparten esta visión de las cosas. Hay personas —y entre ellas he de contar a algunas de las

que se hallan próximas a mí— que tienen la firme creencia de que existen vías extrasensoriales que no solo nos permiten conocer el mundo sino que trascienden también la información que nos procuran los cinco sentidos. Estas personas están convencidas de que hay todo un conjunto de alimentos «naturales» de efectos no sometidos a comprobación empírica y una serie de métodos de adquirir información que resultan superiores a los sistemas basados en la acumulación de pruebas. En este viaje, por ejemplo, he podido saber que esas personas creen que un hombre ha sido capaz de mantenerse con vida durante varios meses sin la más mínima aportación calórica (y aunque registrara efectivamente una pérdida de peso, dicha disminución se produjo únicamente por el hecho mismo de estar siendo objeto de una observación científica).

Además de una urbe, Pondicherry es también un territorio de la Unión India controlado en el pasado, y por espacio de trescientos años, por la nación francesa (cuyos soldados lograrían frenar a los ejércitos británicos en un gran número de batallas, muchas de ellas libradas en su momento justo enfrente de la ventana en la que ahora mismo me hallo). De hecho, los franceses consiguieron prolongar su dominio en la zona y mantenerlo unos cuantos años más, aun después de que la India procediera

a proclamar su independencia. A los numerosos elementos atractivos que ofrece la región hay que añadir el hecho de que se haya convertido en un centro vital para todos aquellos que anhelan vivir una experiencia espiritual, circunstancia que atrae a muchas personas, tanto de raza blanca como autóctona, decididas a consagrar su paso por el mundo al progreso espiritual, a la sanación del cuerpo y a la realización de buenas obras pensadas para beneficiar al vasto conjunto de la comunidad.

Ayer conocí a un joven brillante que había estado ejerciendo la abogacía por espacio de ocho años y que poco después, tras optar por irse a vivir a un asram, empezó a trabajar en el departamento de ventas de libros de dicha institución. Ya lo estoy viendo: «¡Claro! —se está usted diciendo ahora mismo—. ¡No hay duda de que la profesión legal hace que toda persona de buen fondo se sienta atraída por la vida espiritual!». Pese a su escepticismo, yo les aseguro que la gente que mantiene estas creencias ha renunciado a toda forma de riqueza y ha abandonado un amplio abanico de profesiones diferentes para embarcarse en esta forma de vida. La cuestión que me preocupa es que haya un conjunto de personas aparentemente inteligentes que den la impresión de querer abrazar, y con enorme intensidad, distintas modalidades de pensamiento irracional.

No pretendo criticar los comportamientos de los habitantes de ninguna ciudad en concreto, y desde luego no es mi intención denigrar los hábitos de las personas que residen en esta particular y poco corriente urbe de Pondicherry en la que tantos y tan positivos esfuerzos se han realizado para hacer avanzar las artes, la cultura y el progreso social, generando justamente la clase de movimientos que suele movernos a admiración. Sin embargo, esta es también una ciudad que atrae a unos europeos, a unos estadounidenses y a unos indios que son de una índole muy particular —y me estoy refiriendo a una clase de personas que parecen sufrir en grado sumo una propensión espontánea a dar crédito a diversas ideas peculiares, como la de que unas determinadas hierbas pueden curar efectivamente el cáncer; la de que es preciso huir de los tratamientos médicos habituales en tanto no se vea uno en la desesperada necesidad de aceptar una sesión de quimioterapia; la de que los jueves no son días propicios para dar inicio a ningún proyecto nuevo; la de que en el dedo gordo del pie hay una serie de puntos específicamente dotados de la capacidad de controlar el sistema digestivo; o la de que fue la posición en la que se hallaban las estrellas en sus correspondientes fechas de nacimiento lo que las ha conducido hasta Pondicherry, haciéndoles superar previamente un inexplicable proceso

salido directamente de los dictámenes de una altísima autoridad y concretado en la práctica por medio de las visiones de «la Madre», una dama francesa ya fallecida cuyo influjo se cierne dominadoramente sobre el asram y las zonas circundantes, rigiéndolo desde el más allá con una eficacia muy superior a la que alcanzan a conseguir en vida, y en sus respectivos períodos de mandato, muchos aventajados políticos profesionales.

Este tipo de creencias podrían parecer un tanto extremas, pero no es eso lo que se piensa de ellas en la mayor parte del mundo. Basta cambiar el contenido del credo para constatar que esa falaz manera de razonar se observa de muy buena gana prácticamente en todas partes. Los cincuenta y cinco centímetros de nieve fresca que vinieron a caer recientemente en la región de los Estados Unidos en la que resido habitualmente habrán suscitado sin duda en mucha gente la convicción de que los chalados científicos que andan pregonando por ahí el advenimiento de un inminente proceso de calentamiento global han terminado por provocar la cólera de Dios.

Y dado que me han pedido que reflexione acerca de cuál podría ser la herramienta más útil de cuantas puedan componer nuestro equipamiento cognitivo, creo que ese honor le corresponde claramente al simple y profundo concepto de la «detección de señales». De hecho, se da la

circunstancia de que la pregunta que nos ha propuesto este año la revista *Edge* es, precisamente, un interrogante que llevo ya bastante tiempo planteándome. Personalmente, empleo como prototipo la obra de David Green y John Swets titulada *Signal Detection Theory and Psychophysics*, aunque en realidad la idea encuentra sus orígenes en un conjunto de trabajos anteriores realizados por una serie de científicos preocupados por la influencia que podrían estar ejerciendo las fluctuaciones de los fotones en la detección visual y en las variaciones de las ondas sonoras que explican la audición.

La idea en la que se sustenta la capacidad resolutiva de la teoría de la detección de señales es muy sencilla: el mundo nos proporciona de manera constante un determinado volumen de datos, pero estos no se presentan en forma pura, ya que aparecen mezclados con ruido. La información auditiva, por ejemplo, se degrada por motivos que guardan relación con las propiedades físicas que rigen la comunicación del sonido. Además, el organismo que realiza la observación también posee un conjunto de propiedades que afectan igualmente a la forma en que dichos datos son experimentados y sometidos a interpretación —y un buen ejemplo de ello son los siguientes extremos: el de la agudeza auditiva del individuo en cuestión; el de las circunstancias en que deba

procesarse la información (en medio de una tormenta, pongamos por caso); y el de la motivación (cuyo extremo negativo vendría dado por el desinterés)—. La teoría de la detección de señales nos permite unir los dos aspectos del proceso, esto es, los del estímulo y la respuesta, y comprender de este modo la calidad de la decisión resultante, teniendo siempre en cuenta las condiciones de incertidumbre en que acostumbran a transmitirse los datos, tanto en el plano físico como en el psicológico.

Para entender el *quid* de la teoría de la detección de señales conviene codificar en cuatro categorías todos los acontecimientos relacionados con cualquier tipo de dato que venga a incidir en el receptor, sea o no este un ser humano, obteniendo de este modo un lenguaje capaz de describir adecuadamente la decisión adoptada. Una de las dimensiones consideradas hace referencia al hecho de que un acontecimiento dado haya tenido lugar o no (por ejemplo, ¿ha habido o no ha habido un destello de luz?); la otra dimensión que habremos de valorar es la vinculada con la circunstancia de que el receptor humano detecte o no detecte el estímulo en cuestión (¿ha visto o no ha visto el sujeto la mencionada luz?). Esto nos permite construir una tabla de dos casillas por dos casillas similar a la que presentamos en la página siguiente, aunque también puede utilizarse para categorizar un gran número de tipos de

decisión diferentes. Un buen ejemplo sería el siguiente: ¿se han tomado o no las pastillas homeopáticas recetadas? ¿Se ha logrado o no la curación de la enfermedad?

¿Ha tenido lugar el acontecimiento?		
	Sí	No
Sí	Positivo	Falsa alarma
¿Se detectó el acontecimiento?		
No	Negativo	Rechazo correcto

Positivo: La señal está presente y la señal es detectada (respuesta correcta).

Falsa alarma: No se ha presentado ninguna señal, pero el receptor detecta una señal (respuesta incorrecta).

Negativo: La señal está presente, pero no se detecta ninguna señal (respuesta incorrecta).

Rechazo correcto: No se ha presentado ninguna señal, y tampoco se detecta ninguna señal (respuesta correcta).

Si la señal es clara, como sucede en el caso del destello de una luz brillante que destaca sobre un fondo oscuro, y si la persona encargada de tomar la decisión no solo posee una buena agudeza visual sino que se halla adecuadamente motivada para permanecer atenta a la ocurrencia de la señal misma, deberíamos observar la

presencia de un elevado número de «positivos» y de «rechazos correctos» junto con muy pocas «falsas alarmas» y «negativos». Conforme varíen estas características se modificará igualmente la calidad de la decisión. Si la teoría de la detección de señales actúa al modo de un potente método para valorar las cualidades del estímulo y la respuesta, incluyendo los particulares criterios que adopte el informante en virtud de su propia idiosincrasia (o «factor diacrítico»), es precisamente en aquellas situaciones en que se dan las condiciones de incertidumbre que suelen predominar en la mayoría de los casos.

La teoría de la detección de señales ha encontrado aplicación en la localización de objetos por medio de sonares, en la estimación de la calidad de unos determinados recuerdos, en la valoración de la comprensión de una lengua, en el control de la percepción visual, en la comercialización de productos destinados al consumidor, en la ponderación de las decisiones de un jurado, en la predicción de los precios que puedan venir a pagarse por las acciones en los mercados financieros o en los diagnósticos médicos. La razón por la que abogo en favor de incluir la teoría de la detección de señales en el instrumental cognitivo de todo científico guarda relación con el hecho de que nos proporciona un marco matemático

muy riguroso con el que comprender la naturaleza de los procesos de decisión. Y el motivo de que su lógica deba formar parte del equipamiento intelectual de toda persona que quiera pensar como es debido radica, a su vez, en la obligación de rellenar exhaustivamente las cuatro casillas de la tabla presentada —al menos siempre que deseemos analizar la calidad de una afirmación cualquiera, como por ejemplo: «Esta semana, las personas nacidas bajo el signo de Sagitario tienen buenas expectativas de lograr un puesto directivo».

LA APOFENIA COTIDIANA

DAVID PIZARRO
Profesor auxiliar del Departamento de Psicología de la Universidad Cornell

El cerebro humano es una asombrosa máquina especializada en detectar patrones. Contamos con un gran número de mecanismos destinados a descubrir relaciones ocultas entre objetos, acontecimientos y personas diferentes. Sin esa capacidad, no hay duda de que el océano de datos que incide en nuestros órganos sensoriales presentaría el aspecto de una masa informe, aleatoria y caótica. Sin embargo, cuando nuestros sistemas de detección de pautas fallan, lo que observamos es que el error en el que tienden a incurrir acostumbra a presentar un sesgo específico: el de percibir pautas o patrones en lugares en los que en realidad no existe ninguno.

El neurólogo alemán Klaus Conrad acuñó en el año 1959 el término «apofenia» para describir esta tendencia concreta, tras observarla en pacientes aquejados por distintos tipos de enfermedad mental. No obstante, gracias a los diversos descubrimientos que se han venido realizando últimamente en las ciencias de la conducta,

cada vez está más claro que esta tendencia no se circunscribe exclusivamente a las personas enfermas o incultas. Hay gente mentalmente sana e inteligente que acostumbra a incurrir periódicamente en este tipo de errores de apreciación. Un atleta supersticioso, por ejemplo, puede ver una relación entre la obtención de la victoria y el hecho de llevar o no un determinado par de calcetines. Un padre decide negarse a vacunar a su hija porque ha terminado convenciéndose de que existe un vínculo causal entre la inoculación del virus atenuado y el hecho mismo de contraer la enfermedad. Un científico cree que unos resultados concretos vienen a confirmar su hipótesis, pese a que todo lo que ha obtenido es, en realidad, un ruido perfectamente aleatorio. Y son miles las personas que consideran que la función de reproducción «aleatoria» que les permite el programa lógico de su aparato de música está estropeada debido a que confunden las falsas coincidencias con la existencia de un verdadero vínculo.

En resumen, el sistema de detección de pautas al que cabe imputar buena parte del éxito de nuestra especie puede sencillamente traicionarnos con toda facilidad. Es muy probable que esta tendencia que nos lleva a permanecer atentos al surgimiento de pautas sea un subproducto inevitable de los mecanismos adaptativos de

detección de pautas que poseemos. Sin embargo, si lográramos que el sencillo concepto de la «apofenia cotidiana» se convirtiera en una noción fácilmente accesible podríamos mejorar nuestra capacidad de percibir y rastrear la puesta en marcha de esta tendencia potencialmente peligrosa, protegiéndonos de sus efectos.

UN JUEGO DE HERRAMIENTAS COGNITIVO LLENO DE CACHIVACHES INSERVIBLES

ERNST PÖPPEL
Neurocientífico; presidente del Centro de Ciencias Humanas de la Universidad de Múnich; autor de Mindworks: Time and Conscious Experience

Una de las cosas fundamentales de la vida es verse libre de cachivaches inservibles. Y esto se aplica también a los estorbos que pueblan nuestras mentes. En este sentido, conviene tener en cuenta que las cajas de herramientas cognitivas de que disponemos están llenas de ese tipo de trastos inútiles, por la sencilla razón de que somos víctimas de nosotros mismos. Deberíamos vaciar con regularidad esa papelera mental, aunque también podríamos verificar —si lo que nos gusta es vernos rodeados de despojos— en qué medida y de qué forma vienen a limitar nuestra creatividad las llamadas abstracciones taquigráficas —sin olvidar que el propio término «creatividad» también es, evidentemente, una abstracción taquigráfica—. ¿Por qué está tan llena de armatostes nuestra caja de herramientas cognitiva?

Señalemos de algún modo la omnipresencia de las abstracciones taquigráficas (SHAs, siglas inglesas de «*shorthand abstractions*»; o AT, de acuerdo con la abreviatura castellana) y comencemos haciendo un poco de historia (voz que es, a su vez, una AT): puede decirse que la ciencia moderna (otra AT) inició su andadura en el año 1620 con la publicación del *Novum Organum* (o «Nuevo Instrumento») de Francis Bacon. Debería impresionarnos hoy que este autor arranque su análisis (también una AT) con una descripción (igualmente una AT) de los cuatro principales errores en que incurrimos cuando realizamos una investigación científica. Por desgracia, es habitual que nos olvidemos de estas advertencias. Lo que Francis Bacon argumenta en primer lugar en esa obra es que somos víctimas de la evolución (nuevamente una AT); es decir, que nuestros genes (AT) determinan la existencia de un conjunto de limitaciones que restringen necesariamente nuestra capacidad de penetración (AT) en la realidad de las cosas. En segundo lugar, Bacon sostiene que padecemos las limitaciones derivadas del troquelado (AT) psicológico y social, puesto que la cultura (AT) en la que vivimos proporciona un marco a los programas epigenéticos (AT) que definen en último término la estructura (AT) dedicada al procesado neuronal (AT) de la información. En tercer

lugar, Bacon mantiene que nos corrompe el lenguaje (AT), dado que no resulta fácil transformar los pensamientos (AT) en expresiones verbales. Y en cuarto y último lugar, el filósofo señala que lo que nos guía, llegando incluso a controlarnos, son las teorías (AT) que concebimos, sean estas de carácter explícito o implícito.

¿Qué implicaciones tiene este planteamiento en la elaboración de una caja de herramientas cognitiva? Para empezar nos hallamos atrapados, por ejemplo, en una trampa lingüística. Gracias a la base fisiológica que nos ha proporcionado nuestro legado evolutivo, poseemos la facultad de la abstracción conceptual (AT), pero dicha capacidad, pese a proporcionarnos algunas de las ventajas de las que tanto alardeamos (para tener la ilusión de que somos superiores a otras criaturas), también es responsable de una desastrosa consecuencia: la de que por regla general las abstracciones conceptuales se representan por medio de palabras, ya que al parecer no tenemos la posibilidad de hacerlo de otro modo. Estamos, por tanto, obligados a «ontologizarlo» todo; tenemos que inventar nombres para extraer el conocimiento (AT) de los procesos (AT) que observamos. (No me estoy refiriendo aquí a las potentes abstracciones taquigráficas de índole pictórico.) Como es obvio, la abstracción es una reducción de la complejidad (AT). Simplificamos las

cosas. ¿Por qué procedemos de ese modo? Nuestro legado evolutivo exige rapidez. No obstante, y a pesar de que las altas velocidades puedan constituir una ventaja si de lo que hablamos es del equipamiento de supervivencia, no ocurre lo mismo en el caso del instrumental cognitivo. Confundir la consecución de una elevada velocidad en la acción con un pensamiento rápido es un error categorial (AT). La presión selectiva que nos induce a reaccionar con rapidez nos invita también a pasar por alto la riqueza de los hechos. Esa misma presión permite la invención (AT) de una serie de abstracciones taquigráficas que no solo se revelan simples, claras y fáciles de entender, sino que también permiten una sencilla referencia y una comunicación cómoda. De este modo, una de las consecuencias de ser víctimas de nuestro pasado biológico, y por consiguiente víctimas también de nosotros mismos, es que hemos terminado cargando con un montón de manidas abstracciones taquigráficas y dando la espalda a la realidad. Si hay alguna enfermedad que afecte por igual al conjunto de la raza humana es, desde luego, la «monocausalitis», es decir, la voluntad (AT) de explicarlo todo sobre la base de una única causa. Puede que esto nos parezca un interesante ejercicio intelectual, pero lo cierto es que resulta sencillamente engañoso.

Como es obvio, dependemos de la comunicación

(AT), y esta exige el uso de una serie de referencias verbales —referencias que, por lo común, marcamos de forma lingüística—. Ahora bien, si no caemos en la cuenta de que, al operar en el ámbito del marco comunicativo o del sistema de referencia (AT) que nos hemos dado a nosotros mismos, estamos siendo en realidad víctimas de nuestra propia condición, puesto que «ontologizamos» todo cuanto nos rodea y no dejamos de generar en ningún momento un constante flujo de abstracciones taquigráficas de naturaleza «práctica», lo único que estaremos consiguiendo será dotarnos de una caja de herramientas cognitiva repleta de cachivaches inservibles.

¿Es realmente posible encontrarle a esta situación alguna salida pragmática que no sea la de tirar radicalmente por la borda todos nuestros inútiles trastos mentales? La respuesta es «sí», o mejor dicho, «puede que sí». Bastaría con no utilizar las abstracciones taquigráficas clave del equipamiento cognitivo que resulte explícitamente decisivo en nuestro particular ámbito de conocimiento. Por ejemplo, si trabajamos en la esfera de la conciencia, tengamos el valor de no emplear (al menos durante un año) la abstracción taquigráfica «conciencia». Si nuestra área de estudio gira en torno al yo, atrevámonos a no hacer jamás una referencia explícita al yo. Al espulgar entre los bártulos superfluos de que nos hemos

rodeado descubriremos un gran número de abstracciones taquigráficas engañosas. Así es como he encontrado yo el puñado de residuos conceptuales inertes que gravitan sobre el espacio de trabajo en el que yo mismo centro mi atención (AT): me estoy refiriendo a expresiones como «el cerebro entendido a modo de red», «la localización de una función», «la representación», «la inhibición», «el umbral», «la decisión» o «el presente». Una sencilla forma de salir del atolladero consiste, evidentemente, en señalar que esas abstracciones taquigráficas no son sino otras tantas metáforas (AT), pero esto, a su vez, no conseguirá sino eludir el problema (AT). Tengo plena conciencia del hecho (AT) de que también soy víctima de la evolución, de modo que la sola circunstancia de sugerir que se utilice la palabra «cachivaches» a modo de abstracción taquigráfica adolece exactamente del mismo problema, puesto que el concepto mismo de «cachivaches» exige un acto de descubrimiento (AT). Pero no me queda más remedio que limitarme a tomar sencillamente conciencia de este reto (AT) y permanecer alerta ante el hecho de que la principal característica del contenido de nuestro instrumental cognitivo sea la autorreferencia (AT). Es decir, que lo peculiar de nuestra caja de herramientas cognitiva radique en que el elemento definitorio de las abstracciones taquigráficas consista

precisamente en ser utilizadas de manera irreflexiva.

Notas

* En la mitología escocesa, la giganta Beira logrará moldear los montes de la región con un martillo maravilloso, convertido así en el útil por antonomasia. *(N. de los t.)*

* Fórmula de estimación computacional con la que el analista se aproxima a una solución determinada repitiendo múltiples veces un cálculo dado utilizando en cada ocasión el resultado del cálculo anterior hasta obtener una diferencia inferior a la de un valor preestablecido. Evidentemente puede aplicarse a muchos problemas, y por eso se emplea en este caso para el diseño de páginas electrónicas. *(N. de los t.)*

* Se trata de una población ficticia del estado de Minnesota en la que, según se dice, «todas las mujeres son fuertes, todos los hombres son guapos y todos los niños están por encima de la media». En los países anglosajones se habla por tanto del «efecto Lake Wobegon» para aludir a la natural tendencia por la que los seres humanos propendemos a sobrestimar nuestras facultades y capacidades. *(N. de los t.)*

* Organización dedicada a la realización de Pruebas de Aptitud Académica con las que las instituciones educativas seleccionan a los alumnos mejor capacitados *a priori*. *(N. de los t.)*

* *Hamlet*, traducción de Miguel Ángel Conejero y Jenaro Talens, Madrid, Cáte-edra, 1999, Acto II, Escena 2ª, pág. 308. *(N. de los t.)*

[*] *El matrimonio del cielo y del infierno*, traducción de Fernando Castanedo, Madrid, Cátedra, 2002. *(N. de los t.)*

* Traducción de Juan Soler Chic, Barcelona, Paidós, 2011. *(N. de los t.)*

* Autor estadounidense de obras de autoayuda con títulos como *El camino fácil y rápido para hablar eficazmente*, *Cómo ganar amigos e influir sobre las personas* o *Cómo ser un buen líder*. *(N. de los t.)*

* No en todos los estados norteamericanos es obligatorio circular con un seguro automovilístico. *(N. de los t.)*

* «De muchos, uno», primer lema nacional de los Estados Unidos, en alusión a la unidad de las trece colonias originarias Esta frase latina de elogio a lo unitario se atribuye a Virgilio, quien en uno de sus poemas habría utilizado la expresión para describir una ensalada denominada *Moretum* y compuesta por un gran número de ingredientes *(N. de los t.)*

* Acrónimo de la expresión inglesa «*There Ain't No Such Thing As A Free Lunch*», cuyo significado explica la aclaración que figura a renglón seguido. Hemos renunciado a emplear el acrónimo castellano «NEAAG» («No existe almuerzo gratis») por ser excesivamente literal, pese a haberse traducido así en la novela *La Luna es una cruel amante*, de Robert A Heinlein, cuya versión inglesa, publicada en 1966, habría de popularizar la expresión) *(N. de los t.)*

* La proxémica es un área de estudio de la psicología social y antropológica que aborda el uso del espacio en la comunicación interpersonal. Se trata de un término acuñado por el antropólogo cultural Edward T. Hall en 1963. Su derivado —proxemia— alude a la percepción que el ser humano tiene de su espacio físico, de su intimidad personal y de cómo y con quién utiliza dicho espacio en su vida diaria, incluyendo la organización de las casas, los edificios y las ciudades. *(N. de los t.)*

* Artículo 16 de la mencionada Declaración. *(N. de los t.)*

* Militante conservacionista y escritor de gran éxito en Canadá. *(N. de los t.)*

* Obviamente, las siglas corresponden a la denominación de esas nociones en lengua inglesa. **P**: *Positive Emotion*; **E**: *Engagement*; **R**: *Positive Relationships*; **M**: *Meaning and Purpose*; **A**: *Accomplishment*. *(N. de los t.)*

* Dewey, Cheatham y Howe es un nombre ficticio que acostumbra a emplearse en los Estados Unidos para designar con intención paródica a los bufetes de abogados. La denominación juega con la fonética inglesa, ya que «*Dewey, Cheatham and Howe*» reproduce la sonoridad de «*Do we cheat them? And how*!», o sea: «¿Que si les engañamos? ¡Y no veas cómo!». *(N. de los t.)*

* El autor se refiere a las sillas de ruedas eléctricas, asociación de ideas que, con estas pistas, viene posiblemente con más facilidad a la mente del lector anglosajón que a la del de habla española. *(N. de los t.)*

* Pez tropical originario de la cuenca del Amazonas y el río Paraná, en América del Sur. Tiene los ojos cubiertos de piel, de modo que, al no poder ver, utiliza sus órganos eléctricos y los receptores que tiene distribuidos por todo el cuerpo para localizar las larvas de los insectos que le sirven de alimento. *(N. de los t.)*

** Literalmente «extrarradio», «vecindad» o «alrededores». Literalmente «extrarradio», «vecindad» o «alrededores». *(N. de los t.)*

* Filme de ciencia ficción del año 2010 producido y dirigido por Christopher Nolan y protagonizado por Leonardo DiCaprio. *(N. de los t.)*

* Sede del centro de investigaciones de la Escuela Gubernamental de Codificación y Cifrado británica, cuartel general del contraespionaje aliado durante la Segunda Guerra Mundial. El lector interesado puede encontrar una amena y detallada exposición del complejo proceso de decodificación de los mensajes cifrados de la armada alemana en Sharon Bertsch McGrayne, *Una teoría inmortal*, Barcelona, Crítica, 2012, capítulo 4, «Bayes acude al frente», págs. 61-86. *(N. de los t.)*

* Charles Darwin, *op. cit.*, traducción de Joandomènec Ros, Barcelona, Crítica, 2009, pág. 110. *(N. de los t.)*

* Téngase en cuenta que para obtener el resultado deseado deberá introducirse dicho término en inglés, es decir, «*trillion dollars*». *(N. de los t.)*

* El autor se refiere al tema titulado «Do It Again», estrenado en el año 1922 en un espectáculo de Broadway conocido como *The French Doll*. *(N. de los t.)*

* Alusión al artículo publicado en la revista *Science* por el ecólogo Garrett Hardin en el año 1968 y titulado «The tragedy of the commons» (La tragedia de los recursos comunes). *(N. de los t.)*

* Ha de tenerse en cuenta que la propia palabra «meme», surgida por primera vez en el año 1976 en la célebre obra del etólogo Richard Dawkins titulada *El gen egoísta*, es una acuñación motivada por la voluntad de encontrar una semejanza fonética con la voz «*gene*» —es decir, «gen» en inglés—, de ahí que sus derivados, como «*geneticist*», por «genetista», se hayan construido sobre la base del mismo lexema. *(N. de los t.)*

* Título de la obra más ambiciosa de este autor alemán —más conocido como Aby Warburg (1866-1929)—. Se trata de un monumental escrito inacabado en el que Warburg viene a reunir un conjunto de imágenes con la intención de añadirles muy poco texto y de elaborar así una especie de crónica visual de la memoria de la civilización europea. *(N. de los t.)*

* El autor juega aquí con el significado de las expresiones inglesas que es costumbre utilizar en estos contextos, ya que al hablar de la «intensificación que está experimentando el calentamiento global» se ha empleado en inglés la fórmula «*global warming's* ramp-up *in temperature*», dándose la circunstancia de que el verbo «*rampup*», al derivar del sustantivo «*ramp*» («rampa»), sugiere justamente ese crecimiento «lineal y progresivo» que Calvin contrapone a continuación a la realidad «escalonada» del proceso. *(N. de los t.)*

* Se trata del hidroxibutilanisol, un sólido ceroso de propiedades antioxidantes. Las siglas inglesas corresponden a «*Butylated Hydroxy Anisole*». *(N. de los t.)*

* Conjunto de núcleos neuronales situados en los lóbulos temporales de los vertebrados complejos. Su papel principal es el procesamiento de las reacciones emocionales, de ahí que el autor dé en encarnar en ellas lo esencial de nuestra indiferencia. *(N. de los t.)*

* El hombre aplazador. *(N. de los t.)*

* Enunciación de la falacia lógica conocida en términos clásicos con la fórmula latina «Cum hoc ergo propter hoc» («Dado esto, luego a causa de esto». *(N. de los t.)*

* La traducción provoca aquí una leve pérdida de matices debido a un juego de palabras que hemos tratado de acomodar lo mejor posible al castellano. El original inglés afirma: «*Once you listen to every new science story CINACally (which conveniently sounds like "cynically"*»), remitiendo al lector a la abstracción taquigráfica con la que se titula el artículo (esto es, a la idea de que «la correlación no es un vínculo causal» —CINAC, según sus siglas inglesas, como indicábamos al principio). *(N. de los t.)*

* En nuestro universo, hay demasiados elementos interrelacionados como para poder realizar afirmaciones absolutas de tipo alguno, de modo que por regla general tendemos a relajar nuestros criterios. Por ejemplo: cuando hablamos de que puedo mantener algo con «seguridad prácticamente total», la verdad de la proposición puede suavizarse y admitir que pase de indicar un cero por ciento de posibilidades de cometer un error a significar que solo existe, pongamos por caso, una posibilidad sobre tres cuatrillones de casos de caer en la equivocación —posibilidad que viene a equivaler a la de que en el momento justo en que termine usted de leer esta frase caiga un meteorito capaz de borrar de la faz de la Tierra al conjunto de la humanidad.

* El autor se refiere a la rama de la probabilística derivada de la aplicación del llamado teorema de Bayes. *(N. de los t.)*

* Se denomina «exaptación» a la ocurrencia de un particular tipo de cambio en la función de una característica biológica durante la evolución. Se aplica a aquellas estructuras orgánicas que evolucionan como elementos adaptativos y que varios millones de años después de su consolidación comienzan a emplearse en nuevas finalidades —no necesariamente relacionadas con el «objetivo» original—. Un ejemplo podría ser el del plumaje de las aves, que en un principio habría surgido para regular la temperatura corporal, siendo más tarde adaptado al vuelo. *(N. de los t.)*

* Neologismo acuñado por el propio autor del artículo en su libro titulado *The User Illusion*, publicado en el año 1998. *(N. de los t.)*

* Síndrome al que hasta hace relativamente poco tiempo se denominaba psicosis maníaco-depresiva. *(N. de los t.)*

* Juego de palabras con el significado implícito del acrónimo ARISE, que en inglés significa «levantarse», «alzarse», o «ponerse en pie». *(N. de los t.)*

* El significado de estos tres conceptos remite, respectivamente, al psicólogo estadounidense John Ridley Stroop, descubridor de un método para demostrar el tiempo de reacción psicológico; a la cronometría mental utilizada en la psicología cognitiva y experimental; y al procedimiento clínico usado para mostrar gráficamente las regiones cerebrales activas durante la ejecución de una tarea intelectual. *(N. de los t.)*

* Esta noción tiene aquí un significado técnico preciso, puesto que lo que se entiende por «capacidad de carga» es en este caso el volumen máximo de población que puede sustentar de manera indefinida un determinado entorno natural. *(N. de los t.)*

* Acrónimo popularizado en los países anglosajones a raíz de la gran crisis económica iniciada en el año 2007. El significado de esta abstracción taquigráfica se deriva de sus siglas inglesas: «No Income, No Job, No Assets», queriéndose significar con ello que los bancos decidieron conceder créditos a personas a las que no se exigía tener ingresos, ni empleo, ni bienes de tipo alguno, circunstancia que propiciaría primero la burbuja consumista y más tarde la caída en picado debida a los impagos. *(N. de los t.)*

* *Sapere aude*! Ese era el célebre lema de la Ilustración. *(N. de los t.)*

* Literalmente «Una bandada de dodos». El dodo, también denominado dronte, era un ave incapaz de volar y endémica de las Islas Mauricio, extinta a finales del siglo XVII por la acción del hombre. En este caso ha de tenerse en cuenta, sin embargo, que en los Estados Unidos la voz «*dodo*» se usa también como sinónimo de «bobo», con lo que el título del documental tiene en inglés el doble sentido de «Una pandilla de idiotas». *(N. de los t.)*

* Es decir, el «espíritu de los tiempos». Pese a ser una noción acuñada en el siglo XVIII por los románticos alemanes y particularmente por Herder, ha pasado a asociarse fundamentalmente con la filosofía de la historia de Hegel. *(N. de los t.)*

** También conocido como movimiento «antiforma», el arte de sistemas, surgido en los Estados Unidos en la década de 1960, es una variante del arte conceptual que insiste en los aspectos «no fijos» de la creación, es decir, en la evolución de la obra tanto en el tiempo como en el espacio en el que aparece expuesta. El Glitch Art —cuya denominación proviene de la palabra alemana «*glitschig*» («resbaladizo»)— brota de la transformación estética de los errores y artefactos de la tecnología, tanto digital como analógica, pudiendo tratarse de errores provocados intencionadamente, mediante distorsión, o bien de parásitos o fenómenos de disfunción espontánea. El hacktivismo es la utilización de herramientas digitales ilegales con fines políticos —los métodos empleados, son, entre otros, el robo de información, la sustitución virtual, la parodia electrónica, la desfiguración de páginas o el sabotaje virtual. *(N. de los t.)*

* Nombre dado a un autómata informático concebido en el año 1970 por el matemático británico John Horton Conway Su evolución depende únicamente del estado inicial determinado por la programación, ya que no es preciso introducir ningún dato posterior. (*(N. de los t.)*

** La «superveniencia» es un concepto filosófico altamente técnico utilizado por primera vez en la década de 1970 (al menos de forma sistemática y con su sentido actual) por Donald Davidson. No obstante, la palabra viene apareciendo ya en lengua inglesa desde el siglo XVII, estando formada por las voces «*super*», como indicación de posición superior, o de acontecimiento añadido, y «*venire*», esto es, suceder a la manera de una novedad, o de un suceso inesperado. Su definición, pertinente en el campo de la filosofía de la mente, es la siguiente: «No puede haber dos acontecimientos que resulten idénticos en todas sus características físicas y que difieran no obstante en una faceta mental, de la misma manera que un objeto no puede alterarse en algunos aspectos mentales sin modificarse también en algunos de sus planos físicos. Lo que se viene a indicar así es la existencia de una relación de dependencia entre propiedades de "alto" y "bajo" nivel». *(N. de los t.)*

*** Literalmente «*carving nature at its joints*»: se trata de un concepto acuñado por Kenneth S. Kendler, especialista en genética psiquiátrica (la ciencia que se utiliza comúnmente como elemento auxiliar en derecho penal para determinar si existe base científica para afirmar que una determinada enfermedad mental es de transmisión hereditaria o no). Con dicha expresión el autor pretendía indicar que consideraba altamente improbable que se vean colmadas las esperanzas de los partidarios de los modelos genéticos esencialistas, que deseaban poder validar un diagnóstico psiquiátrico jurídico basándose únicamente en los descubrimientos genéticos. Aunque pudiera hallarse un conjunto de delincuentes que además de una alteración psíquica compartieran unos determinados rasgos físicos, venía a decir Kendler, no podría afirmarse que el hecho de medir más de un metro ochenta, ser pelirrojo y tener una nariz prominente pudiera considerarse el síntoma de ningún desorden, por más que dichos rasgos sean efectivamente hereditarios: la sola disección de los detalles íntimos de la naturaleza (genética) no permite un diagnóstico psiquiátrico determinante. *(N. de los t.)*

* Ha de tenerse en cuenta en lo que sigue la literalidad de la expresión inglesa aquí utilizada: «*path dependence*», pésimamente vertida en algunas ocasiones como «dependencia del camino», queriéndose indicar con ello que la realidad de un determinado estado de cosas es, de hecho, el resultado de la historia o la evolución del objeto o el proceso de que se trate —definición que corresponde exactamente al contenido semántico de la voz «histéresis»—. No obstante, si lo explicitamos en nota se debe a las explicaciones que irá desgranando el autor a renglón seguido. *(N. de los t.)*

* Valdría casi decir «en este nuevo mundo feliz», dado que el autor realiza aquí una clara alusión a la conocida obra de Aldous Huxley (*A Brave New World*) al señalar que estamos en los umbrales de un «*brave new field*». *(N. de los t.)*

* Una vez más, el original plantea un juego de palabras intraducible. Al emplear el vocabulario de las bandas urbanas, el texto dice: «*Yo, what's the dual*?», frase de sonoridad similar a: «*Yo, what's the deal*?», equivalente a la que hemos traducido. No obstante, ha de tenerse en cuenta que de este modo queda enmascarado aquí el uso de la palabra «*dual*», que da sentido y razón de ser al artículo que nos ocupa. *(N. de los t.)*

* El autor se refiere al «Total Information Awareness», un programa de búsqueda de patrones de comportamiento individuales instaurado en el marco de la «guerra contra el terrorismo» y puesto en marcha a raíz de los atentados del 11 de septiembre de 2001. Como su propio nombre indica, se trata de un método que se propone lograr el conocimiento total de la información disponible. *(N. de los t.)*

** El «*lifelogging*» es una actividad por la que un determinado individuo decide por propia iniciativa grabar y archivar toda la información de su vida. Puede incluir en esa «relación vital» todos los textos que genere, toda la información visual y de archivos de audio que posea, el íntegro conjunto de su presencia en los medios de comunicación y la totalidad de los datos biológicos obtenidos mediante los sensores que él mismo haya podido instalar en su propio cuerpo. El «*lifelogger*» puede entonces optar por compartir con otros toda esa información archivada, haciéndolo en diversos grados y teniéndola, en principio, bajo su control. *(N. de los t.)*

* 23andMe es una empresa privada estadounidense dedicada a la biotecnología y la genómica personal, esto es, a la determinación de la secuencia génica de un determinado individuo. <Traineo.com> es una aplicación electrónica y una página de Internet centrada principalmente en la pérdida de peso mediante un sistema basado en el entrenamiento de la voluntad y la interacción con otros usuarios. *(N. de los t.)*

* «De la imposibilidad física de la muerte en la mente de una persona viva.» *(N. de los t.)*

http://educaciondemillonarios.blogspot.com

* Literalmente, «Liga de la hiedra». Con este nombre se conoce a un grupo de ocho universidades privadas del noreste de los Estados Unidos —entre las cuales se encuentran las más antiguas del país, fundadas por los británicos antes de la independencia (de hecho, la alusión a la hiedra apunta a la que crece en los muros de estos centros, símbolo de su antigüedad)—. La *Ivy League* es sinónimo de excelencia, dado que las instituciones que la integran se cuentan entre las mejores del mundo. En cuanto a la alusión a las economías de «agua dulce» y «agua salada», ha de tenerse en cuenta que se trata de una denominación acuñada a principios de la década de 1970 para diferenciar las corrientes económicas que venían a desafiar los consensos preponderantes en el campo de la macroeconomía (ya que esa era la postura de los de agua dulce) de las tendencias proclives a respaldar el paradigma macroeconómico dominante (posición de los de «agua salada»). Sucede sencillamente que los individuos y las instituciones más destacados de «agua dulce» se encuentran situados en la región de los Grandes Lagos norteamericanos mientras que los de «agua salada» residen, principalmente, en las costas oriental y occidental de los Estados Unidos. *(N. de los t.)*

* Nombre que se da en la lucha libre profesional a la sospecha de que un combate tenga más de coreografía orquestada que de verdadera realidad. Equivale poco más o menos a nuestro «tongo». *(N. de los t.)*

* Pasaje de una obra de Isaac Asimov titulada *Anochecer*. *(N. de los t.)*

* El apellido de este conocido escolástico inglés admite varias grafías —Occam y Ockam, entre otras—, como se verá a lo largo del texto. *(N. de los t.)*

* Se trata de un concepto psicológico que mide la capacidad de una persona para continuar trabajando en un proyecto sin conocer su conclusión. Es una forma de conducta diferida (*(N. de los t.)*

* La proxémica es un área de estudio de la psicología social y antropológica que aborda el uso del espacio en la comunicación interpersonal. Se trata de un término acuñado por el antropólogo cultural Edward T. Hall en 1963. Su derivado —proxemia— alude a la percepción que el ser humano tiene de su espacio físico, de su intimidad personal y de cómo y con quién utiliza dicho espacio en su vida diaria, incluyendo la organización de las casas, los edificios y las ciudades. *(N. de los t.)*

* El autor se remite aquí a un ejemplo antiguo en el que Italia no ha adoptado todavía el euro. *(N. de los t.)*

* La proxémica es un área de estudio de la psicología social y antropológica que aborda el uso del espacio en la comunicación interpersonal. Se trata de un término acuñado por el antropólogo cultural Edward T. Hall en 1963. Su derivado —proxemia— alude a la percepción que el ser humano tiene de su espacio físico, de su intimidad personal y de cómo y con quién utiliza dicho espacio en su vida diaria, incluyendo la organización de las casas, los edificios y las ciudades. *(N. de los t.)*

* Si se está usted preguntando en qué consiste el «segundo tipo de efecto Veeck» le diré que viene a equivaler, en el plano intelectual, a poner a batear a una persona de corta estatura. Pero esa es materia para otro artículo.

** El título, que arroja algo de luz sobre el propio personaje, viene a decir que Veeck rima con naufragio —en alusión a las dificultades económicas que hubo de pasar como propietario de equipos como los Indians de Cleveland, los Browns de Saint Louis o los White Sox de Chicago, dado que no poseía una fortuna independiente. *(N. de los t.)*

* Hay quien ha dado en señalar que la «superveniencia» también puede aludir a la existencia de un excepcional nivel de conveniencia, como sucede por ejemplo con el significado al que apunta la siguiente frase: «Acaban de abrir un nuevo restaurante chino de comida rápida a la vuelta de la esquina — ¡*superviniente*!».

* Denominación que hace honor a Jorge Hirsch, el profesor de física de la Universidad de California, San Diego, que propuso el sistema de evaluación de la calidad profesional de los científicos que se explica en el texto. *(N. de los t.)*

* Título de un discurso atribuido a Buda en el que se proponen actitudes antiautoritarias, el cuestionamiento de los dogmas y la confianza en el juicio personal. De él procede la cita que encabeza este artículo. *(N. de los t.)*

* Ha de tenerse en cuenta que, en este caso, la fórmula inglesa que utiliza la autora, en el original, es «*Dece(i)bo effect*», mezcla, como ella misma dice, de las voces «*deceive*» («engañar») y «placebo». *(N. de los t.)*

* Profesor asociado de la Facultad de Medicina de Harvard especializado en la investigación del efecto placebo. *(N. de los t.)*

Este libro le hará más inteligente
John Brockman (ed.)

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal)

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.
Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47

Título original: *This Will Make You Smarter*
Publicado en inglés por Harper Perennial

Traducción de Tomás Fernández Aúz y Beatriz Eguibar Barrena

© del diseño de la portada, Judit G. Barcina, 2012

© 2012 by Edge Foundation, Inc.
All rights reserved

© de la traducción, Tomás Fernández Aúz, 2012

© de todas las ediciones en castellano
Espasa Libros, S. L. U., 2012
Paidós es un sello editorial de Espasa Libros, S. L. U.
Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)
www.planetadelibros.com

Primera edición en libro electrónico (epub): noviembre 2012

ISBN: 978-84-493-2800-8 (epub)

Conversión a libro electrónico: Newcomlab, S. L. L.
www.newcomlab.com

