

EVOLUCIÓN

¿POR

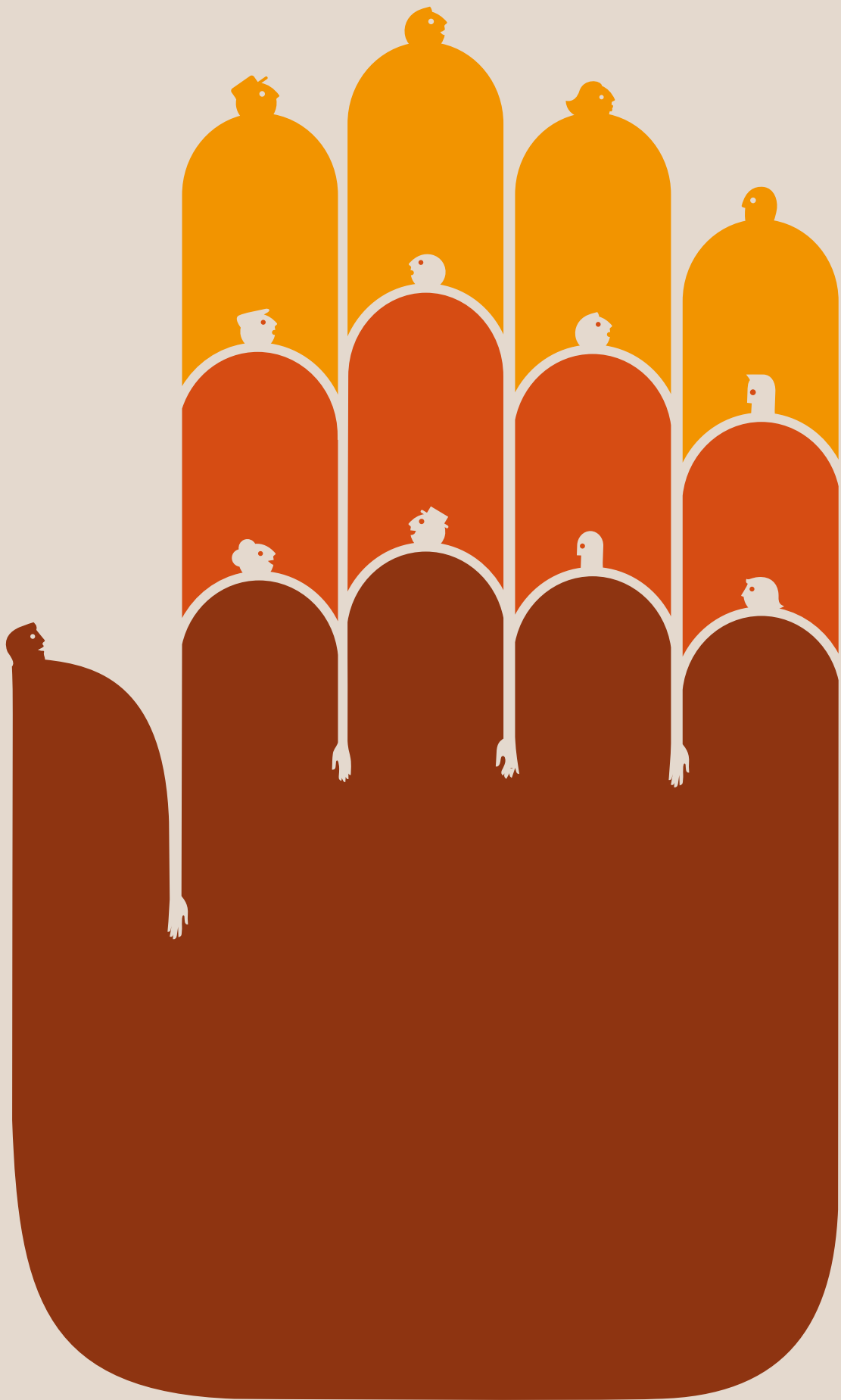
QUÉ

COOPERAMOS?

El altruismo, lejos de suponer
una fastidiosa anomalía de la evolución,
se cuenta entre sus arquitectos primordiales

Martin Nowak

NOMA BAR



Martin A. Nowak es profesor de biología y matemáticas en la Universidad Harvard y director del Programa de Dinámicas Evolutivas. Su investigación se centra en el estudio y modelización matemática de la evolución.



EN ABRIL DEL AÑO PASADO, CUANDO LOS REACTORES DE LA CENTRAL NUCLEAR DE FUKUSHIMA ESTABAN A punto de fundirse tras el terremoto y posterior tsunami que azotaron el país, un operario de unos veinte años se mostró dispuesto a regresar a la central para ayudar a controlar la situación. Era consciente de que el aire se encontraba envenenado y de que su decisión tal vez le privase de casarse o tener hijos, a quienes podría transmitir graves problemas de salud. Aun así, franqueó las puertas de la central, se sumergió en un ambiente cargado de radiactividad y se puso a trabajar, sin más compensación que su módico salario habitual. «Solo algunos de nosotros podemos hacer este trabajo», explicó a *The Independent* el trabajador, quien insistió en que se respetase su anonimato. «Soy joven y soltero, y siento que es mi deber ayudar a resolver este problema.»

Aunque no siempre se manifiesten de forma tan épica, los ejemplos de comportamiento altruista abundan en la naturaleza. Las células de un organismo se coordinan para limitar su división, lo que previene la aparición de cáncer; las obreras de numerosas especies de hormigas sacrifican su propia fecundidad para servir a la reina y a su colonia; las leonas de una manada se prestan a amamantar a los cachorros de otras. Los humanos nos ayudamos en un sinnúmero de actividades, desde procurarnos sustento hasta buscar pareja o defender el territorio. Y aunque aquellos dispuestos a colaborar no siempre pongan su vida en peligro, sí corren el riesgo de reducir su propio éxito reproductivo en beneficio de otros.

El problema de la cooperación ocupa desde hace decenios a los biólogos, quienes se han esforzado en explicarla a la luz de la tesis dominante en la teoría de la evolución, «cuyas garras y dientes se encuentran teñidos de rojo», como tan vigorosamente lo expresara Alfred, Lord Tennyson. Charles Darwin, en su defensa de la selección natural (según la cual los individuos mejor dotados se reproducen con mayor rapidez, de modo que contribuyen más que otros congéneres a la generación siguiente), calificó dicha competición como «la lucha más inclemente por la vida». Llevado a sus últimas consecuencias lógicas, el argumento implica que nunca deberíamos ayudar a un rival. De hecho, un individuo estaría obrando de la manera correcta si engaña o abusa para seguir adelante: con tal de vencer, todo vale en el juego de la vida.

¿A qué se debe entonces que las conductas altruistas constituyan un fenómeno tan extendido? A lo largo de los dos últimos decenios, he estado aplicando las herramientas que proporciona la teoría de juegos a fin de explicar esta aparente paradoja. Mis investigaciones indican que, en lugar de oponerse a la competición, la cooperación ha operado desde el primer momento junto a ella: ambas han perfilado la evolución de la vida en la Tierra, desde las primeras células hasta *Homo sapiens*. La vida no se limita a una lucha por la supervivencia, sino que es también una «colaboración por la supervivencia». Por otro lado, en ningún otro caso ha sido la influencia evolutiva de la coopera-

ción tan acusada como en el ser humano. Nuestros descubrimientos insinúan la razón por la que ello debería ser así, al tiempo que subrayan que, al igual que la ayuda mutua ha resultado clave para nuestro éxito en el pasado, también será vital para nuestro futuro.

DE ADVERSARIO A ALIADO

Comencé a interesarme por el problema de la cooperación allá por 1987, cuando era un estudiante de doctorado de matemáticas y biología en la Universidad de Viena. Durante una estancia con otros compañeros y profesores en los Alpes, tuve noticia del *dilema del prisionero*, una paradoja de teoría de juegos que ilustra con gran elegancia la razón por la que la cooperación ha causado tanta perplejidad entre los biólogos evolutivos. El dilema reza como sigue: dos individuos han sido detenidos, acusados de conspirar para perpetrar un crimen. La policía interroga a cada uno de ellos por separado y les propone a los dos el mismo trato: «Si incrimina a su compañero y él guarda silencio, será usted condenado a un año de prisión y él, a cuatro. Si delata a su cómplice pero él también lo inculpa a usted, ambos serán sentenciados a tres años de cárcel. Por último, si ninguno de ustedes acusa al otro, cada uno recibirá una pena de dos años».

Dado que cada prisionero es interrogado por separado, ninguno de ellos sabe si su compañero callará o lo incriminará. Si representamos todas las posibilidades en una matriz, comprobaremos que, desde el punto de vista de cada sospechoso por separado, la mejor apuesta consiste en acusar al otro: haga este lo que haga, delatarlo conlleva siempre una pena menor que permanecer en silencio. Pero, dado que ambos seguirán el mismo razonamiento, acabarán recibiendo uno de los tratos menos favorables (sendas condenas a tres años), en lugar de los dos años de prisión que podrían haber logrado si hubiesen apostado por cooperar.

El dilema del prisionero me sedujo de inmediato por su capacidad para sondear la relación entre conflicto y cooperación. Junto con Karl Sigmund, por entonces mi director de tesis, desarrollamos varias simulaciones numéricas que aplicaban el di-

EN SÍNTESIS

Solemos pensar que la evolución implica una lucha sin cuartel por la supervivencia. En realidad, la cooperación ha sido una de sus fuerzas motrices.

Existen cinco mecanismos genéricos que permiten que el comportamiento colaborativo emerja en toda clase de organismos, desde las bacterias a los humanos.

El ser humano es la especie más cooperativa de todas. Ello se debe al mecanismo de reciprocidad indirecta, basado en la reputación y en la ayuda al altruista.

lema del prisionero a comunidades integradas por un gran número de individuos, en lugar de los dos del ejemplo clásico. Gracias a este método, comprobamos que la estrategia adoptada por tales comunidades se caracterizaba por ciclos sucesivos de defección y cooperación. De hecho, identificamos un mecanismo que parecía vencer el comportamiento egoísta asociado a la selección natural y que acababa por inducir, en individuos que deberían mostrar un comportamiento desleal, una conducta generosa.

Nuestros modelos partían de una distribución aleatoria de egoístas y cooperadores. Tras cada ronda, los vencedores engendraban descendencia y esta participaba en la tanda siguiente. En esencia, la progenie se atenía a la estrategia de sus progenitores, si bien podía verse desviada de ella como consecuencia de mutaciones aleatorias. En el curso de la simulación descubrimos que, tras unas pocas generaciones (cada generación se correspondía con una ronda), todos los miembros de la comunidad habían optado por un comportamiento egoísta. Sin embargo, pocas generaciones después afloraba una nueva estrategia: los individuos comenzaban a cooperar y acababan por imitar las acciones de sus oponentes, un mecanismo que en teoría de juegos se conoce como «toma y daca» (*tit for tat*). Dicho cambio desembocaba con rapidez en comunidades integradas en su mayoría por cooperadores.

Ese mecanismo (la evolución hacia la cooperación entre individuos que se encuentran reiteradamente) recibe el nombre de reciprocidad directa. Los murciélagos vampiros proporcionan un ejemplo impresionante al respecto. El día que uno de ellos no se hace con ninguna presa, de vuelta al refugio suplica alimento a sus compañeros saciados. Con suerte, algún murciélago decidirá compartir su sanguinolento festín y lo regurgitará en la boca del hambriento. Los vampiros viven en grupos estables y regresan cada día al refugio, por lo que los miembros de la comunidad se congregan de manera rutinaria. Varios estudios han demostrado que estos quirópteros recuerdan quién los ha ayudado en caso de necesidad y, llegado el día, no es raro que devuelvan el favor al compañero que en el pasado mostró un comportamiento generoso hacia ellos.

Un aspecto aún más interesante de nuestras primeras simulaciones por ordenador fue que pusieron de manifiesto la existencia de varias clases de reciprocidad directa. En apenas veinte generaciones, la estrategia inicial de toma y daca dio paso a otra más generosa aún, en la que los jugadores llegaban a mostrarse altruistas incluso con quienes en el pasado habían manifestado un comportamiento desleal. En esencia, habíamos presenciado la evolución hacia el perdón: una estrategia de reciprocidad directa que permitía a los jugadores pasar por alto un error esporádico.

Además de la reciprocidad directa, más tarde identifiqué otros cuatro mecanismos responsables de la evolución de la cooperación. Durante los últimos años se han publicado miles de artículos en los que se describen infinidad de situaciones que posibilitan la prevalencia evolutiva de los individuos dispuestos a cooperar. Todos los casos documentados hasta ahora pertenecen a una o más de esas cinco categorías.

Otro mecanismo que propicia la cooperación, denominado selección espacial, surge cuando altruistas y egoístas no se encuentran entremezclados de modo uniforme. Los vecinos (o los amigos, en una red social) tienden a ayudarse, de modo que en una población con pequeñas parcelas de individuos cooperadores, estos se agruparán en colectivos cada vez mayores y acabarán prevaleciendo sobre los de oportunistas. El mecanismo de

selección espacial opera incluso en organismos muy simples. En las levaduras, existen células «cooperadoras» que producen una enzima necesaria para digerir azúcares; una acción que llevan a cabo a costa de sí mismas. Entretanto, las células «oportunistas» emplean las enzimas sintetizadas por las primeras, en lugar de producirlas por sus propios medios. En estudios dirigidos por Jeff Gore, del Instituto de Tecnología de Massachusetts, y, de manera independiente, por Andrew Murray, de la Universidad Harvard, se observó que cuando las levaduras crecían en poblaciones muy entremezcladas, prevalecían las células desleales. En cambio, en cultivos que contenían grupos separados de cooperadoras y de explotadoras, las primeras acababan por imponerse sobre las segundas.

Puede que uno de los mecanismos más intuitivos a la hora de describir la evolución de conductas desinteresadas se corresponda con la cooperación entre individuos relacionados genéticamente; es decir, la selección por parentesco. En tales casos, un miembro de la comunidad se sacrifica por sus parientes en razón de su dotación genética común: aunque el individuo se arriesgue a reducir su capacidad reproductiva, fomenta la transmisión de los genes que comparte con sus parientes. John B. S. Haldane, biólogo del siglo xx y proponente de la idea de selección por parentesco, lo expresó así: «Sería capaz de echarme al río para salvar a dos hermanos o a ocho primos», aludiendo a que con los hermanos compartimos un 50 por ciento de nuestro ADN, mientras que nuestros primos solo tienen con nosotros un 12,5 por ciento en común. (Calcular la eficacia biológica de la selección por parentesco constituye una tarea bastante

FUNDAMENTOS

Defección natural

El dilema del prisionero, una paradoja de teoría de juegos, ilustra con elegancia la razón por la que no deberíamos esperar comportamientos altruistas en la naturaleza. Dos detenidos han sido acusados de conspirar para perpetrar un crimen. La condena que se le imponga a cada uno dependerá de si elige delatar o encubrir al compañero (*tabla*). Dado que ninguno de los dos sabe cómo obrará el otro, la decisión más racional (aquella que promete la pena más corta) es siempre la delación. Esa manera de proceder, sin embargo, les supondrá penas mayores que si hubiesen apostado por cooperar.

		DETENIDO 2	
		COOPERA (encubre)	DELATA (confiesa)
DETENIDO 1	COOPERA (encubre)	2 años de prisión 2 años de prisión	4 años de prisión 1 año de prisión
	DELATA (confiesa)	1 año de prisión 4 años de prisión	3 años de prisión 3 años de prisión

te compleja que ha desorientado a no pocos investigadores. Existe en la actualidad un intenso debate sobre los aspectos matemáticos de la teoría de selección por parentesco.)

Un cuarto mecanismo que fomenta la emergencia de la cooperación es la reciprocidad indirecta, muy distinta de la directa. En este caso, un individuo decide si ayudar o no a otro a partir de la reputación del necesitado: quienes gozan de fama de altruistas pueden llegar a recibir auxilio incluso por parte de un completo desconocido. Podemos decir que, en lugar de razonar según la máxima «te rascaré la espalda si tú me la rascas a mí», esta estrategia se basa más bien en «te rascaré la espalda a ti y algún otro ya me la rascará a mí». Entre los macacos japoneses, los monos de bajo estatus social que despiojan a otros de posición elevada (de buena reputación) pueden aumentar su prestigio —y, en consecuencia, la probabilidad de ser despiojados por otros— solo por el hecho de ser vistos en compañía de los líderes.

Por último, un individuo puede obrar con abnegación no para ayudar a un congénere, sino en pos del bien común: un medio de arraigo de la cooperación conocido como selección de grupo. Dicho mecanismo fue ya identificado por el propio Darwin en *El origen del hombre*, donde señalaba: «Una tribu integrada por muchos miembros [...] siempre dispuestos a ayudarse mutuamente y a sacrificarse por el bien común vencería a la mayoría de las demás tribus; esto sería selección natural». Desde entonces, los biólogos han debatido con gran fervor sobre la posibilidad de que la selección natural favorezca la cooperación para mejorar así el potencial reproductivo del grupo. Los modelos matemáticos desarrollados por varios investigadores, entre quienes me cuento, han contribuido a mostrar que la selección natural puede operar a múltiples niveles, desde el genético hasta la totalidad de la especie, pasando por comunidades de individuos. Los trabajadores de una empresa, por ejemplo, compiten entre sí para ascender en la escala corporativa, pero también cooperan a fin de asegurar el éxito de su compañía frente a otras.

UNO PARA TODOS

Los cinco mecanismos que gobiernan la emergencia de la cooperación operan en toda clase de organismos, desde las amebas hasta las cebras (e incluso se extienden, en algunos casos, a los genes y otros componentes celulares). Esta universalidad nos lleva a pensar que la cooperación ha sido, desde el principio, una fuerza motriz en la evolución de la vida en la Tierra. Además, existe un grupo en el que los efectos de la cooperación se han demostrado especialmente profundos: la humanidad. Millones de años de evolución han transformado a un simio lento y casi inerte en la criatura más influyente del planeta, una especie capaz de sondear las profundidades del océano, explorar el espacio y difundir en apenas un instante sus logros al resto del mundo. Tales hazañas las hemos logrado a fuerza de trabajar juntos. Los humanos conformamos la más cooperadora de todas las especies; somos, por así decirlo, supercooperadores.

Dado que los cinco mecanismos descritos se observan en toda la naturaleza, cabe preguntarnos a qué se debe que los humanos cooperemos más que cualquier otra especie. A mi modo de ver, los humanos, más que ningún otro animal, colaboran a través del mecanismo de reciprocidad indirecta, basado en la reputación. ¿Por qué? Porque solo nuestra especie dispone de un lenguaje plenamente desarrollado —y, por extensión, de un nombre para cada uno de sus individuos—, lo cual permite intercambiar información sobre cualquiera, desde los miembros más



Echar una mano: Dos hormigas cooperan para transportar una hoja hasta el hormiguero (1). Al regular su propia división, las células evitan la aparición de cáncer (2). Las leonas colaboran entre sí para criar a sus cachorros (3). Los macacos japoneses se despiojan mutuamente; con ello, mejora su reputación en el grupo (4).

próximos y la familia hasta completos desconocidos que viven en las antípodas. Nos obsesiona saber quién hace qué, a quién y por qué. Hemos de saberlo para mejorar nuestro estatus en la red social que nos envuelve. Varios estudios han demostrado que, desde las asociaciones benéficas a las que donamos dinero hasta las empresas que patrocinamos, nuestras decisiones se basan, en parte, en la reputación. Rebeca Henderson, una compañera de Harvard experta en estrategias competitivas en el mundo empresarial, apunta que Toyota logró en los años ochenta cierta ventaja sobre otros fabricantes debido a su reputación de buen trato hacia sus proveedores.

La interacción entre lenguaje y reciprocidad indirecta induce una evolución cultural rápida, lo cual constituye el meollo de nuestra adaptabilidad como especie. A medida que la población mundial crece y el clima cambia, habremos de aprovechar esa adaptabilidad y dar con nuevas fórmulas de colaboración si queremos salvar el planeta y a sus habitantes. A la vista de nuestro historial medioambiental, no parecen muchas las probabilidades de lograr dicho objetivo. También aquí la teoría de juegos puede arrojar luz sobre el problema; en particular, de la mano de ciertos dilemas cooperativos que atañen a más de dos juga-



2



4

dores conocidos como juegos de bienes públicos [véase «La economía del juego limpio», por K. Sigmund, E. Fehr y M. A. Nowak; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, marzo de 2002]. En ellos, todos los integrantes de un grupo se benefician de la actitud cooperativa de cada uno de sus miembros; pero, mientras que todo lo demás permanezca igual, un individuo podrá aumentar su provecho personal si cesa de colaborar y se decanta por el oportunismo. Aunque su deseo es que los demás cooperen, para él la opción «inteligente» es explotarlos. El problema reside en que todos los miembros del grupo piensan de igual manera, de modo que lo que empezó como cooperación acabará en defección.

Un ejemplo clásico de la clase de dilemas descrita es la *tragedia de los comunes*, propuesta en 1968 por el ecólogo Garrett Hardin. En ella, varios ganaderos comparten las tierras de pastoreo. Sin embargo, cada uno de ellos permite que sus reses sobreexploten los pastos comunales, de modo que acaban por destruir el bien común y, por tanto, también el propio. El paralelismo con los problemas que hoy plantea la explotación de los recursos naturales, desde el petróleo hasta el agua potable, resulta evidente. Si, cuando se trata de custodiar los recursos de la colectividad, los cooperadores tienden al oportunismo, ¿cómo preservar el capital ecológico del planeta para las generaciones futuras?

TODOS PARA UNO

Por fortuna, queda un resquicio para la esperanza. Una serie de experimentos dirigidos por Manfred Milinski, del Instituto Max Planck de Biología Evolutiva de Plön, y sus colaboradores ha re-

velado la existencia de varios factores que motivan una administración cabal del bien común. Los investigadores otorgaron 40 euros a cada uno de los sujetos y les hicieron participar en un juego por ordenador que consistía en emplear ese dinero para mantener el clima bajo control. En cada ronda, debían donar parte de su dinero a un fondo común. Si, pasadas diez tandas, el fondo contaba con 120 euros o más, el clima quedaría a salvo y los jugadores podrían guardar para sí el dinero sobrante. En caso contrario, sobrevendría la catástrofe y todos perderían todo su dinero.

Aunque los jugadores a menudo perdían y el fondo se quedaba corto por unos pocos euros, los investigadores observaron que en cada ronda iban apareciendo diferencias de comportamiento que parecían apuntar a las razones de la generosidad. En primer lugar, los jugadores se mostraban más altruistas cuando recibían información precisa y fiable acerca de la investigación sobre el clima. Ello revela que, para sacrificarse por el bien común, las personas necesitan convencerse de que el problema realmente existe. Por otro lado, su generosidad aumentaba cuando se les permitía hacer públicos sus donativos, en lugar de anónimos; es decir, cuando entraba en juego su reputación. En la misma línea, otro estudio realizado por investigadores de la Universidad de Newcastle halló que las personas tienden a ser más generosas cuando se creen observadas.

Estos factores entran en juego todos los meses cuando recibo la factura de gas. En ella se compara el consumo de mi hogar con el consumo medio de las casas de mi vecindario, en las afueras de Boston, así como con el de los hogares más eficientes. La comparación con otros vecinos motiva a mi familia para ahorrar gas: cada invierno, procuramos rebajar la temperatura de la vivienda en un grado Fahrenheit.

Con todo, las simulaciones de procesos evolutivos demuestran que toda cooperación es intrínsecamente inestable: cualquier período de prosperidad colaborativa desembocará sin remedio en uno de desapego por el grupo. A pesar de ello, el espíritu altruista siempre parece restablecerse por sí solo; de algún modo, algo provoca que nuestras brújulas morales se alineen de nuevo hacia un mismo norte. Los períodos de cooperación y defección resultan reconocibles en los altibajos de la historia humana, en los sistemas políticos y en los ciclos económicos. Desconocemos en qué punto se encuentra la humanidad en este momento, pero no cabe duda de que podríamos coordinarnos mejor para resolver los problemas más acuciantes a los que se enfrenta la humanidad. La teoría de juegos ofrece propuestas. Los líderes políticos deberían tomar nota del mecanismo de reciprocidad indirecta, así como de la importancia de la información y la reputación a la hora de limitar los comportamientos oportunistas. Y deberían aprovechar ese potencial para fomentar la cooperación en el más importante de todos los juegos de bienes públicos: lograr que siete mil millones de personas conserven los cada vez más escasos recursos del planeta Tierra.

PARA SABER MÁS

¿Tiene recompensa el altruismo? Jean-Paul Delahaye en *Investigación y Ciencia*, n.º 221, febrero de 1995.

La evolución de la cooperación: El dilema del prisionero y la teoría de juegos. Robert Axelrod. Alianza Editorial, 1996.

Five rules for the evolution of cooperation. Martin A. Nowak en *Science*, vol. 314, págs. 1560-1563, 8 de diciembre de 2006.

Super cooperators: Altruism, evolution, and why we need each other to succeed. Martin A. Nowak y Roger Highfield. Free Press, 2012.