

Reciprocidad directa: toma y daca

«Habrá sangre, lo dicen, que la sangre trae sangre.»

WILLIAM SHAKESPEARE, *Macbeth*

En la más profunda de las oscuridades, las criaturas echan a volar. Rehúyen la luz de la luna y sacan el máximo provecho de su sentido del olfato para localizar a sus víctimas, y luego aterrizan en las cercanías para acecharlas. Tras un rápido correteo sobre cuatro patas caen sobre su presa. Gracias a un sensor de calor, cada una sabe por qué zonas próximas a la superficie de la piel circula la sangre de la víctima. A menudo el banquete empieza con un mordisco rápido en el cuello. Pueden pasarse hasta media hora, utilizando sus largas y estriadas lenguas para sorber sangre fresca. A lo largo de varias noches vuelven a cenar en las mismas heridas, y se cree que son capaces de reconocer los sonidos de la respiración de sus víctimas del mismo modo que nosotros utilizamos el sonido de una voz para reconocernos.

Lo que me parece más extraordinario del mundo de los vampiros es lo que ocurre cuando vuelven a sus perchas, en donde centenares, incluso miles de ellos se congregan, colgados cabeza abajo. Si un miembro de la colonia es incapaz de encontrar una presa durante la cacería nocturna, sus compañeros regurgitarán parte de su ración de sangre y la compartirán. El intercambio de sangre entre estos murciélagos se puso de manifiesto por prime-

ra vez en estudios dirigidos a principios de la década de 1980 por Gerald Wilkinson, de la Universidad de Maryland. Durante un trabajo de campo en Costa Rica Wilkinson se dio cuenta de que, por regla general, un determinado porcentaje de adultos y un tercio de los jóvenes no podían cenar. Pero raramente morían de hambre, ya que los vampiros bien alimentados regurgitaban algo de la preciosa sangre para ayudar a sus hambrientos compañeros. Lo que quedaba claro, según esos experimentos, era que los vampiros estaban más dispuestos a compartir sangre con un compañero que anteriormente les hubiera atendido (los vampiros pasan tiempo limpiándose unos a otros, y prestan una atención especial a la piel alrededor del estómago, lo que les permite mantenerse limpios).

Este sería un ejemplo de lo que yo denomino reciprocidad directa. Con esto me refiero simplemente al principio de dar y tomar. Cuando te rasco la espalda, espero que tú rasques la mía. Lo mismo pasa con los atracones de sangre entre estos murciélagos. Esta forma de reciprocidad está perfectamente recogida en los dichos populares, como «toma y daca» o «es cosa de dar y tomar», para referirse a lo que es de ley. Los romanos usaban la expresión *quid pro quo*, «algo a cambio de algo». Como sugieren los vampiros, esta clase de cooperación data de mucho antes de Rómulo y Remo, mucho antes de la aparición de los humanos modernos.

Para que la reciprocidad directa funcione, una y otra parte tienen que estar repetidamente en contacto, de manera que pueda darse la oportunidad de recompensar el acto de buena voluntad con otro. Deberían vivir en la misma calle, o en la misma ciudad. Quizá deberían trabajar juntos, o tal vez coincidir cada domingo en la iglesia. En el caso de los murciélagos, habitan la misma cueva o el mismo agujero. De este modo pueden formalizar un «contrato» basado en la ayuda mutua.

Los murciélagos se ponen a menudo como ejemplo de reciprocidad directa en la naturaleza. Otro ejemplo es el que puede encontrarse en los arrecifes de coral, donde peces de todas clases visitan «estaciones de limpieza» en las que especies menores de peces y los camarones los libran de parásitos: aquellos quedan

libres de molestos parásitos y estos últimos obtienen comida gratis. Cuando un budión atiende a un mero, mucho más grande, el limpiador a menudo se interna nadando en los espacios interbranquiales y en la boca, con lo que demuestra una gran confianza en no ser devorado. Cuando el mero quiere irse, se lo comunica a su limpiador cerrando un tanto la boca y sacudiendo el cuerpo. Incluso lo hace cuando se ve en peligro de ser atacado. Una manera más segura de proceder sería tragarse al limpiador y escabullirse al instante. La primera estrategia sería una forma de cooperación; la segunda, una forma de desertión.

La molestia de los parásitos —garrapatas— ha llevado a la aparición de otro ejemplo de este mecanismo concretado en la forma de la limpieza mutua, en este caso entre impalas, antílopes africanos. Y cuando se trata de nuestros parientes más próximos, los libros de texto están repletos de ejemplos. Uno fue registrado en 1977 por Craig Packer, en el Gombe Stream Research Centre de Tanzania, en donde se había llevado a cabo un largo estudio de los papiones oliva, así llamados por su particular pelaje. Packer, ahora en la Universidad de Minnesota, refería que un macho ayudaba a otro que había acudido previamente en su ayuda para enfrentarse con babuinos más adultos a fin de que uno de ellos pudiera mantener relaciones sexuales con la hembra mayor. Aunque el ayudante no iba a disfrutar de ese mismo privilegio inmediatamente después de formar una coalición, cooperaba con la esperanza de que se le devolviera el favor.

Los *Macaca sinica* de Sri Lanka atendían al compañero macho herido para asegurarse el apoyo de este en futuros conflictos. No resulta sorprendente que los machos jóvenes estén especialmente atentos a las heridas de los corpulentos adultos, que pueden contribuir con más músculo en conflictos futuros. Un estudio de macacos en Kalimantan Tengah (Indonesia) llegaba al punto de sugerir que los machos formarían pareja más probablemente con hembras a las que hubieran limpiado anteriormente, pues esta limpieza se convertía en algo semejante a un pago por el sexo, un descubrimiento que permitiría la colorista interpretación de que «el oficio más antiguo», la prostitución, data de mucho antes de que los humanos fueran humanos.

Los chimpancés macho comparten carne para establecer alianzas sociales, y hay pruebas de que aumentan el grado de cooperación según lo útil que el compañero les haya resultado. La reciprocidad puede intercambiarse con todo tipo de moneda, como la limpieza, el apoyo en la pelea, el cuidado de las crías, la vigilancia, la enseñanza, el sexo y, naturalmente, la comida. Frans de Waal, de la Universidad de Emory, en Atlanta, observó que un chimpancé superior macho, *Socko*, tenía más posibilidades de obtener un regalo de su compañero chimpancé *May* si le había limpiado antes en el curso del día.

De todos modos, hay algunas reservas. Una sería que los científicos usan términos como «reciprocidad» con distintos significados. Otra es que cuando se trata de observar comportamientos en la naturaleza, determinar lo que realmente ocurre suele suponer la realización de largos y laboriosos estudios. Tim Clutton-Brock, biólogo evolucionista y profesor de ecología en la Universidad de Cambridge, afirma que puede resultar difícil distinguir los casos de reciprocidad reales de los casos supuestos, que pueden explicarse de otras maneras.

Consideremos, por ejemplo, la sugerente investigación de Craig Packer sobre los babuinos oliva. En un principio, Packer había pensado que los machos intercambiaban favores para conseguir sexo. Su argumento original era que los aliados intercambiaban papeles, de manera que cada uno se beneficiaba de la asociación. Pero los estudios posteriores sugerían que los machos cooperadores en realidad competían unos con otros cuando se trataba de obtener el premio. Solamente iban a disponer de la oportunidad de aparearse juntando fuerzas y cooperando, eso era cierto. Pero una vez ahuyentado el macho consorte, entonces cada uno ha de apañarse para conseguir a la hembra. Packer lo explica así: «En este escenario, la cooperación es como la lotería, y no puedes ganar si no compras un billete. Porque dos contra uno siempre ofrece grandes posibilidades de éxito; el precio del billete es muy barato comparado con el valor del premio. Si participas en las suficientes loterías de este tipo, siempre saldrás adelante... Y tus compañeros también.»

REGLAS DE RECIPROCIDAD

Oliver: ¡Me acuerdo de usted!

Tendero: Y yo también me acuerdo de ustedes. ¡Así que salgan inmediatamente de mi tienda!

Oliver: Pero hombre, ¡no sea así! ¡Pelillos a la mar! Vamos a ayudarnos unos a otros. Usted tiene un negocio, y nosotros tenemos un negocio. Nosotros enviaremos gente a su tienda, y usted enviará gente a la nuestra. ¿Qué le parece?

Tendero: Usted ocúpese de su negocio y yo me ocuparé del mío. ¡Y ahora salga si no quiere que le eche a patadas!

LAUREL Y HARDY, en *Tit for Tat*

Una manera de determinar qué ejemplos de reciprocidad directa son reales es pensar en las cualidades necesarias para que este mecanismo funcione. La evolución de la cooperación mediante la reciprocidad directa requiere que los jugadores reconozcan a su pareja actual y que recuerden el resultado de encuentros previos con él o con ella. Precisan de algo de memoria para recordar qué les ha hecho otra criatura, y algo de poder mental para saber si corresponder o no. En otras palabras, la reciprocidad directa requiere de habilidades cognitivas razonablemente avanzadas.

Estoy convencido de que ciertas especies de aves y nuestros parientes próximos, concretamente los grandes simios, disponen de la suficiente capacidad cognitiva. Y estoy seguro de que los seres humanos disponen de suficiente materia gris. Si Harry le hace un favor a Fred, Fred puede recordar qué aspecto tiene Harry. También puede recordar sus buenas acciones y cómo se ha comportado Harry en el pasado. Ciertamente Fred tiene suficiente capacidad cognitiva para conocer, por lo que puede valorar si Harry es digno de confianza y luego adaptar su comportamiento a las circunstancias.

Cuando se trata del pan nuestro de cada día, los ejemplos de

reciprocidad directa se encuentran por todas partes. Llevar una casa depende del trueque de una multitud incesante y en gran parte inconsciente de bienes y servicios. En la cocina, el que prepara los alimentos suele salvarse de lavar los platos, y viceversa. El acuerdo entre los miembros de un piso de estudiantes depende de que cada uno contribuya de manera equitativa a los trabajos de limpieza, a los gastos de la comida, etc. Si un amigo nos ayuda en una mudanza, existe en nosotros la obligación de ayudarlo a empaquetar sus muebles, o a desempaquetar sus cajas, cuando le llegue el momento de mudarse a él. En las familias a menudo se suscita la esperanza de que los hijos compensarán los cuidados que reciban cuidando de sus padres cuando estos envejezcan.

Cuando se nos invita a cenar, o a ir al cine, contraemos también una obligación no escrita de corresponder de alguna manera, con simpatía o con algún favor a cambio. Si un colega del trabajo nos obsequia con un detalle, anotamos mentalmente el dato para corresponderle cuando llegue su cumpleaños. Cuando alguien sostiene una puerta y nos cede el paso, muchos replicamos enseñada: «No, no, usted primero.» El mismo sentido de la obligación de corresponder nos impulsa a convertir el ritual de intercambio de regalos en Navidad en un asunto caro. Y así sucede en tribus o en grupos más numerosos de gente: los negocios pueden representar obligaciones mutuas contractuales a largo plazo; los gobiernos firman tratados unos con otros; y así continua y constantemente.

Somos tacaños y pagamos con la misma moneda. Es algo que se refleja en la expresión «ojo por ojo, diente por diente», del Éxodo 21:24-27. Una persona que le ha quitado el ojo a otra en una lucha ha de ofrecerle una recompensa equitativa: su propio ojo. En el Código de Hammurabi, establecido por un antiguo rey babilonio, el principio de reciprocidad se expresa exactamente de esta misma manera. («Si un hombre le quita el ojo a otro hombre, hay que sacarle un ojo», y «Si un hombre le rompe los dientes a otro, sus propios dientes serán rotos».) Se percibe la misma idea de toma y daca en la idea de la «guerra justa», en la que los métodos utilizados para enfrentarse a un problema son proporcionales a una amenaza dada.

No resulta extraño que la reciprocidad, dado el papel central que desempeña en la vida humana, haya inspirado algunas comedias. La pareja formada por Laurel y Hardy llevaba a cabo venganzas cómicas para dar a sus películas un clímax satisfactorio. Uno de sus cortometrajes, aparecido en 1935, gira enteramente alrededor de represalias recíprocas. De manera bastante apropiada, la película se llama *Tit for Tat* [Toma y daca].

Así pues, está claro que vivimos en un mundo que funciona por reciprocidad. Pero, como es natural, de eso no se infiere que otro jugador en el juego de la vida se someta a ella. Porque ayudar a los demás tiene un coste, y la cooperación siempre conlleva el riesgo de la explotación. ¿Por qué tiene uno que compartir el trabajo duro o devolver un favor? ¿Por qué no estafar? ¿Por qué no dejar que sea el otro quien haga el trabajo duro y suelde, de manera que uno pueda obtener la recompensa de su trabajo duro sin tener que preocuparse de devolver el favor? De hecho, ¿por qué tiene que preocuparnos en absoluto ayudar a los demás?

Después de todo, la selección natural confiere gran importancia a los genes que pasan a las generaciones futuras, de manera que ¿cómo podría dar forma a un comportamiento que fuera «altruista» a largo plazo cuando la desertión ofrece tantas recompensas tentadoras a corto plazo? En la sociedad moderna la legalidad vigente procura que esta tentación de hacer trampas se mantenga, en general, dentro de límites soportables. Pero ¿cómo puede la reciprocidad directa trabajar en ausencia de instituciones autoritarias? ¿Por qué, en el caso de estaciones de limpieza en el arrecife, los clientes se contienen a la hora de devorar a sus solícitos limpiadores en cuanto el pececillo ha acabado con sus obligaciones?

De este tema se ha hablado durante décadas, pero desde la perspectiva de mi especialidad, quien lo puso sobre papel correctamente por primera vez fue Robert Trivers, biólogo evolucionista americano. Trivers, una personalidad fascinante que padece trastorno bipolar, se vio envuelto en la controversia por su amistad con Huey Newton, líder del Partido de los Panteras Negras. Hoy, en Rutgers, en la Universidad del Estado de Nueva Jersey, se especializa en el estudio de la simetría en los seres humanos,

«especialmente en los jamaicanos». Steven Pinker considera a Trivers como una figura de la historia intelectual occidental.

Una de las razones por las que Pinker le tiene en tan alto concepto es un artículo que marcó un hito y que Trivers publicó en *The Quarterly Review of Biology* en 1971, inspirado por una visita a África, en donde había estudiado a los babuinos. En «The Evolution of Reciprocal Altruism» [La evolución del altruismo recíproco] Trivers exponía el enigma tomando prestada una metáfora conocida de la teoría de juegos. Mostraba que el conflicto entre lo que es beneficioso desde el punto de vista colectivo puede incluirse en el dilema del prisionero. Como he explicado en el capítulo anterior, es una metáfora matemática que resume cómo la deserción puede perjudicar a la cooperación.

En esa ocasión Trivers no se refirió a la reciprocidad directa, sino que utilizó el término «altruismo recíproco», en el que el altruismo es una preocupación generosa por el bienestar de los demás. Aunque el altruismo sea el polo opuesto al comportamiento «egoísta» que conlleva la visión más tradicional de la evolución, viene cargado de equipaje cuando se piensa en un motivo subyacente. A lo largo de este libro espero que quede claro que, por paradójico que resulte, el comportamiento «altruista» puede surgir como una consecuencia directa de los motivos «egoístas» de un jugador racional.

Entre los mecanismos para escapar de las garras del dilema del prisionero, el más obvio, como ya he sugerido, es simplemente repetir el juego. Por esta razón la cooperación por reciprocidad directa funciona mejor con una comunidad de larga trayectoria. En muchos tipos de sociedad, los mismos dos individuos tienen la oportunidad de interactuar no una sola vez, sino con frecuencia: en el bar del pueblo, o en el trabajo, o realmente en el arrecife de coral. Un individuo se lo pensará dos veces antes de convertirse en desertor si de este modo hace que su compañero de juego decida convertirse a su vez en desertor en la próxima ocasión, y viceversa. Lo mismo vale para los peces.

Trivers fue el primero que estableció la importancia del dilema del prisionero repetido —también conocido como «iterado»— para la biología, de manera que en una serie de encuen-

tros entre animales puede surgir la cooperación. Citaba ejemplos como el del pez limpiador y los gritos de alerta de las aves. Lo que es de destacar es que Trivers siguió adelante con el asunto. Habló de cómo «a cada individuo humano se le atribuyen tendencias altruistas y tramposas», desde simpatía y confianza hasta deshonestidad e hipocresía.

Trivers fue más allá al sugerir que una amplia proporción de emoción humana y experiencia —como la gratitud, la simpatía, la culpa, la confianza, la amistad y el ultraje moral— surge de una misma simple y recíproca lógica del toma y daca, como la que regía las interacciones diarias entre los grandes peces y los ejemplares marinos más pequeños que les limpian las agallas. Estos esfuerzos se basan en intentos anteriores para explicar el modo en que la reciprocidad dirige la conducta social. En la *Ética a Nicómaco*, Aristóteles dice que la mejor forma de amistad implica una relación entre iguales: la única en la que puede darse una relación genuinamente recíproca entre ciudadanos. En el *Critón* de Platón, Sócrates considera si los ciudadanos deberían tener una obligación de gratitud para obedecer las leyes del Estado, de manera semejante a las obligaciones de gratitud para con los padres por su existencia, sustento y educación. Por encima de todo destaca un hecho: la reciprocidad funciona.

EL DILEMA ITERADO

Desde que el dilema del prisionero fue formulado por primera vez en 1950, se ha expresado de muchas maneras y con muchas variantes. El juego no era nuevo, pero Trivers realizó un nuevo progreso cuando introdujo el juego repetido en un análisis del comportamiento animal. Este dilema del prisionero iterativo es posible en una colonia de murciélagos vampiros y en las estaciones de limpieza utilizadas por los peces en un arrecife, que eran el tema del artículo de Trivers.

Sin embargo, las implicaciones de lo que ocurre cuando el dilema del prisionero se juega una y otra vez fueron descritas por primera vez antes del análisis de Trivers en 1965, y ello gracias dos autores: Albert Chammah, que había emigrado desde Siria hasta Estados Unidos para estudiar ingeniería industrial, y Anatol Rapoport, un prestigioso matemático-psicólogo nacido en Rusia que usaba la teoría de juegos para explorar los límites del pensamiento puramente racional y que acabaría dedicándose a la causa de la paz global. En su libro *Prisoner's Dilemma* [El dilema del prisionero] daban cuenta de los muchos experimentos en los que se había desarrollado el juego.

En la época en que Trivers hizo su contribución había aparecido otra visión clave sobre el juego proporcionada por el matemático israelí Robert J. Aumann, que había sido consejero en las negociaciones para el control de armamento de la guerra fría en la década de 1960 y que posteriormente, en 2005, compartiría el premio Nobel de Economía. Aumann había analizado el resultado de repetidos encuentros y había señalado los prerrequisitos para la cooperación en diversas situaciones: por ejemplo, cuando los participantes son muchos, cuando la interacción es rara y cuando falta transparencia en las acciones de los participantes.

En el juego a una sola tirada, que ya he analizado antes al tratar de la matriz de pagos del dilema del prisionero, la desertión era lógica. Pero Aumann mostró que con las repeticiones del juego puede surgir la cooperación pacífica, incluso cuando los jugadores tienen fuertes y encontrados intereses a corto plazo. Un jugador colaborará con otro porque sabe que si hoy se le hace trampa, mañana podrá vengarse del tramposo. Parecía que la perspectiva de una represalia vengativa facilitaba el camino para una cooperación amigable. Según esta visión, es más posible que la cooperación emerja de la nada que del cálculo racional del interés propio. Aumann llamaba a esta visión «teorema folk», ya que había estado circulando de boca en boca y, como tantas canciones folk, no tenía un autor concreto y había sido repetidamente mejorado. En 1959 lo generalizó a juegos entre diversos competidores en los que algunos podían confabularse contra el resto.

Este teorema, con todo su potencial, no nos indica cómo jugar el juego cuando se repite. Según el teorema folk, hay una estrategia que puede inducir a un oponente racional a cooperar, pero no dice cuál es la buena y cuál la mala estrategia. De manera que, por ejemplo, puede mostrar que la cooperación es una buena respuesta a la estrategia de Grim. Esta estrategia dice que yo cooperaré mientras tú cooperes, pero si tú abandonas una vez yo me apuntaré sistemáticamente a la desertión. En realidad, estas estrategias están lejos de ser el mejor camino para estimular la cooperación en juegos de larga duración.

Para averiguar cómo jugar el juego, los pensadores de la materia tienen que esperar la aparición de un nuevo tipo de torneo, uno que les aporte luz sobre todos los matices del dilema del prisionero repetido. Esto lo desarrolló Robert Axelrod, de la Universidad de Michigan, que vertió los resultados en un libro destacable, *La evolución de la cooperación*, que empieza con esta llamativa pregunta: «¿En qué condiciones emergerá la cooperación en un mundo de egoístas sin una autoridad central?» Con su prosa directa, Axelrod describía claramente cómo había diseñado una nueva y brillante manera de desentrañar los entresijos del dilema.

Organizó un experimento poco habitual, un torneo virtual por ordenador. Los «participantes» eran programas presentados por científicos, de manera que podían enfrentarse unos a otros en repetidos torneos de dilema del prisionero. Esto sucedía a finales de la década de 1970, y en ese tiempo la idea constituía una novedad absoluta. Para poner en contexto estos torneos hay que pensar que los videojuegos comerciales, los que se ponían en marcha con una moneda, acababan de aparecer en esa misma década. Pero la idea de Axelrod no era ningún reclamo publicitario. A diferencia de los humanos, que terminan por aburrirse, los ordenadores pueden jugar sin cesar esas estrategias unos contra otros observando inflexiblemente las reglas.

Investigadores de todo el mundo enviaron por correo a Axelrod catorce programas diferentes. Él añadió uno de su cosecha, uno que aleatoriamente coopera y abandona, y los puso a todos a jugar en un torneo. El éxito era fácil de medir. La estrategia ga-

nadora sería la que recibiera el mayor número de puntos después de haber jugado todas las demás estrategias en el ordenador durante más de doscientos movimientos. A lo largo del torneo, Axelrod exploró 120.000 movimientos y 240.000 opciones.

Dado que los ordenadores permitían una complejidad sin límites en los programas que participaban en el torneo, uno podía esperar que el programa mayor —y por tanto el más «inteligente»— ganaría. Pero el tamaño no lo es todo. De hecho, el competidor más sencillo ganó de calle, para sorpresa de los teóricos. El campeón resultó ser un raquíto programa de cuatro líneas para ordenador diseñado nada menos que por Anatol Rapoport.

Con el nombre de «Tit for Tat», la estrategia se inicia con un movimiento cooperador y luego repite siempre el movimiento previo del otro jugador. Un jugador siempre empieza por mostrarse confiado con su compañero, pero a partir de entonces imita el último movimiento de su oponente, y solo deserta cuando el compañero le traiciona a él. En este sentido hay más clemencia que en Grim, en donde una sola deserción comporta una eternidad de deserción.

Desde la perspectiva del dilema del prisionero resulta fácil ver la ventaja que comporta adoptar una estrategia simple. Si eres demasiado listo, al oponente puede resultarle difícil leer cuáles son tus intenciones. Si uno es demasiado insensible, u oscuro, o enigmático, el adversario no tendrá estímulos para cooperar. Del mismo modo, si un programa (o una persona) actúa claramente y envía una señal de que no pueden hacerse trampas con ella, cooperar adquiere sentido.

Lo que también resultaba chocante era lo conocidísimo que resultaba este descubrimiento. Los concursantes en el torneo de ordenador del dilema del prisionero conocían ya esta poderosa estrategia. Obras publicadas al comienzo de esa década ya habían demostrado que Tit for Tat funcionaba bien. Realmente, la estrategia se hacía eco de la que las potencias nucleares habían adoptado durante la guerra fría, cuando cada uno prometía no utilizar sus arsenales de bombas A y H siempre que el otro se abstuviera también de hacerlo. Diversos concursantes procura-

ron mejorar esta receta básica. «Lo más sorprendente es que ninguno de los programas más complejos sometidos a valoración podía actuar tan bien como el original y sencillo Tit for Tat», observó Axelrod.

Cuando estudió a fondo las estrategias de alta y baja graduación para así desvelar el secreto del éxito, Axelrod encontró una propiedad en particular que parecía ser importante. «Es la propiedad de ser bueno, que es como decir no ser nunca el primero en practicar la deserción.» Esta estrategia es interesante, porque no conlleva rencor alguno más allá de la represalia inmediata, con lo que se proporciona eternamente la oportunidad de establecer «confianza» entre oponentes: si el oponente es conciliador, ambos se benefician de los beneficios de la cooperación.

Axelrod prosiguió con la organización de un segundo torneo. Esta vez reunió a sesenta y tres colaboraciones de seis países, que iban desde un obseso por los ordenadores de solo diez años hasta una agrupación de profesores de creencias diversas. Una de las colaboraciones provenía del biólogo británico John Maynard Smith, a quien más adelante conoceremos mejor. Maynard presentó el Tit for Two Tats (literalmente, «Toma por dos dadas»), una estrategia que coopera a menos que el oponente haya cometido deserción dos veces seguidas. Maynard Smith, una figura muy respetada en su campo, apenas logró el vigésimo cuarto puesto.

Rapoport, sin embargo, siguió la máxima de las ligas de fútbol británicas: «No cambies nunca un equipo ganador.» Una vez más, desplegó la estrategia Tit for Tat, y una vez más ganó. Fue este torneo el que realmente inspiró a Karl Sigmund para fijarse en el dilema, y él, a su vez, me inspiró cuando me soltó el sermón en la montaña. El libro de Robert Axelrod *La evolución de la cooperación* se considera hoy un clásico en su campo, con todo el derecho.

Pero el torneo informático de Axelrod ¿tendría algo que decir sobre el mundo real? Sí. Un ejemplo de la vida real fue divulgado en 1987, cuando Manfred Milinski, actualmente director del Instituto Max Planck para Biología Evolutiva en Ploen (Alemania), estudió el comportamiento del pez espinoso. Cuando

aparece un gran predador, como un lucio, uno o más espinosos se aproximan a él para ver cuán peligroso es. Esta «inspección de predador» resulta arriesgada para estos exploradores, pero la información puede beneficiarles tanto a ellos como al resto del banco. Si el intruso no es un predador, o si acaba de comer y no tiene hambre, el pez más pequeño no tiene necesidad de marcharse. Indicar si es necesario huir o no parece una tontería, pero es importante, porque en su hábitat natural abundan los lucios y otros peces que nadan a su alrededor, de manera que marcharse no siempre es una buena estrategia: salir disparado de un lado para apartarse de un predador puede implicar caer en las fauces de otro.

Milinski comprendió que, durante esta arriesgada maniobra, el espinoso dependía de la estrategia Tit for Tat. Si un lucio aparece por los alrededores, dos espinosos suelen nadar juntos en cortos arranques hacia la boca abierta del predador para evaluarlo. Cada espinoso puede considerarse como una única partida del dilema. La cooperación en este juego es mejor para los dos peces, porque disminuye el riesgo de ser devorado. Esto se debe al efecto de la «confusión del predador»: el lucio puede perder un tiempo valioso cuando tiene que decidir cuál de las dos o más presas tiene que atacar, una versión real de la paradoja del asno de Buridán, la hipotética situación en la que un asno no es capaz de escoger entre dos montones de heno y por tanto muere de hambre. Aun así, en cada pececito se da el comprensible incentivo de mantenerse un tanto retraído y dejar que el otro espinoso asuma un mayor riesgo.

Para investigar lo que ocurría en el cerebro de los peces, Milinski se sirvió ingeniosamente de un espejo. Si lo sostenía en el lugar adecuado, podía crear la ilusión de que a un único espinoso le acompañaba otro explorador. Maniobrando con el espejo, Milinski podía hacer que pareciera que su «compañero» de espejo o cooperaba nadando a su lado o bien se quedaba atrás para practicar la deserción, como el oficial al mando de la carga que poco a poco va quedándose rezagado por detrás de sus tropas y fuera de la zona de peligro. El pez explorador a menudo reaccionaba a la aparente deserción de su pez espejo frenando la mar-

cha o volviendo grupas sin completar su misión exploradora. Si la imagen del espejo se mantenía junto al explorador, este solía acercarse más al predador que si nadaba solo.

RUIDO

Hasta aquí todo marcha sobre ruedas. Pero con Tit for Tat hay un problema, aunque no es inmediatamente obvio cuando se utilizan programas de ordenador que interactúan impecablemente. Los humanos y otros animales cometen errores. A veces se les cruzan los cables. A veces los jugadores se distraen. O experimentan cambios de humor. O simplemente tienen un mal día. Nadie es perfecto, después de todo. Un tipo de error se debe a una «mano temblorosa»: me gustaría cooperar, pero cometo errores y no lo consigo. Otro viene dado por una «mente confusa»: estoy convencido de que esta persona era mala conmigo y de que desertó en el último momento, cuando de hecho no fue así. Quizá le estuviera confundiendo con algún otro. Las manos temblorosas y las mentes confusas llevan a lo que yo llamo interacciones «ruidosas».

El significativo papel del ruido para la evolución de la cooperación lo apuntó por primera vez en un artículo de la revista *Nature* Robert May, de la Universidad de Oxford, que anteriormente había trabajado de manera brillante como físico y que acabaría por ejercer una gran influencia en la biología teórica. Bob (como es australiano, prefiere que le llamen así) es más conocido por los grandes progresos que hizo a la hora de proporcionar una base matemática a la ecología. En su corto ensayo argüía que los biólogos evolucionistas deberían estudiar la influencia de los errores en el dilema del prisionero iterado. Comprendió que las conclusiones para un juego que se juega perfectamente, como era el caso en los torneos de Axelrod, no son necesariamente consistentes o realistas.

He aquí un punto importante. Incluso los errores poco frecuentes pueden tener consecuencias devastadoras. Cuando se adopta contra otro jugador que se adapta de la misma manera, la estrategia del Tit for Tat puede dar lugar a interminables ciclos de represalias. Dado que todo lo que sabe hacer es responder a la deserción, una señal confusa o un desliz pueden hacer que Tit for Tat caiga en una eterna espiral de venganzas que superarían a las vistas en *Romeo y Julieta*, o a las que enfrentaron a los Hatfield con los McCoy. La forma más obvia de acabar con esta espiral sangrienta de venganza es olvidar lo pasado: por ejemplo, solamente pedir venganza de vez en cuando, o zanjarla mediante una tirada de dados. Inspirado por esta importante idea, ampliaré la obra pionera de Axelrod e incorporaré los efectos del ruido para hacerla más cercana a la vida.

SACAR VENTAJA DE LOS ERRORES

Mientras estudiaba para mi doctorado con Karl, diseñamos una manera de tomar en cuenta la confusión, las vacilaciones y los errores. En la jerga habitual, en lugar de las convencionales y deterministas estrategias utilizamos otras probabilísticas, en las que el resultado del juego se hace más confuso y casual. Decidimos explorar la evolución de la cooperación en presencia de ruido mediante un torneo probabilístico en una computadora, basándonos en la obra pionera de Axelrod. La idea era utilizar un espectro de estrategias generadas al azar por mutación y evaluadas por la selección natural.

Todas nuestras estrategias estaban influidas por la casualidad. Cooperarían con una cierta probabilidad después de que el oponente hubiera cooperado, y también cooperarían con una cierta probabilidad después de que el oponente hubiese desertado. Se puede pensar así: somos capaces de introducir diferentes tipos de «perdón» en el conjunto de estrategias que exploramos.

Algunos perdonan una de cada dos veces; otros, una de cada cinco deserciones, etcétera. Y algunas estrategias, naturalmente, son inflexibles. Estas estrategias, típicas del Antiguo Testamento, casi nunca perdonan. Tal como era el caso con la estrategia de Grim, rechazan incluso volver a cooperar después de que un oponente haya desertado una sola vez.

Para estudiar la evolución de la cooperación aderezamos la mezcla con el proceso de la selección natural, de manera que las estrategias ganadoras se multiplicaban, mientras que los rivales menos exitosos se quedaban en la cuneta y perecían. Las estrategias que obtuvieran más puntos serían recompensadas con descendencia: más versiones de ellas mismas que participarían todas en la siguiente ronda. De igual modo, se liquidaba a las que obtenían malos resultados. Para conferirle realismo, lo arreglamos de manera que la reproducción no fuera perfecta. A veces la mutación puede sembrar nuevas estrategias.

Karl y yo podíamos ya esperar sentados a que las estrategias se introdujeran en nuestra creación a través de miles y miles de generaciones. Nuestra ferviente esperanza era que una de las estrategias se alzara victoriosa. Aunque nunca ninguna trayectoria evolutiva se repetía exactamente, había pautas generales y consistencia en lo que observamos. El torneo siempre empezaba con un estado de «caos primordial». Con esto quiero decir que solamente había estrategias fortuitas. En este galimatías había una, Deserción Siempre, que inevitablemente se ponía por delante al principio: como sucede en muchas películas de Hollywood, los malos tenían un inicio fulgurante.

Durante un centenar de generaciones, más o menos, la estrategia Deserción Siempre dominó nuestro torneo. La trama de la vida presentaba un prefacio deprimente en el que la naturaleza se mostraba fría y poco dispuesta a cooperar. Pero también se abría un resquicio para la esperanza. Frente a este enemigo infatigable, una minoría de jugadores de Tit for Tat permanecían al borde de la extinción. Como héroes de Hollywood, su momento acabaría por llegar: cuando los explotadores se quedaran sin nadie a quien explotar, cuando todos los idiotas cayeran al foso, el juego de pronto cambiaría de dirección. Karl y yo experimen-

tamos un gran placer al observar que los partidarios de Deserción Siempre se debilitaban y luego morían, dejando despejado el camino para la progresión triunfante de la cooperación.

Si se le colocara entre un contingente de desertores recalitrantes, un Tit for Tat solitario progresaría con menor fortuna que esos canallas, porque tiene que aprender la dureza de la vida, de manera que tiene que perder el primer asalto antes de cambiar hacia el modo de la represalia. Pero cuando juegue con otros Tit for Tat, prosperará significativamente mejor que los Deserción Siempre y otros inveterados partidarios de la línea dura. En una mezcla de jugadores que adopten Deserción Siempre y Tit for Tat, incluso si este solamente afectara a un pequeño porcentaje de la población, la política «buena» empezaría a multiplicarse y rápidamente controlaría el juego. A menudo ocurre que la actuación de los desertores es tan pobre que al final mueren, dejando atrás una población cooperativa que consiste enteramente en Tit for Tat.

Pero a Karl y a mí nos aguardaba una sorpresa. En nuestros torneos informatizados los Tit for Tat no eran los que finalmente heredaban la Tierra. Acababan perdiendo frente a sus primos más buenos, que explotaban la tendencia fatal de los Tit for Tat a no ser lo bastante displicentes para digerir los contratiempos ocasionales. Tras diversas generaciones, la evolución establecería todavía otra estrategia, que llamamos Tit for Tat Generosa, en la que la deserción natural adopta el nivel óptimo de perdón: siempre responde con cooperación a la cooperación, y cuando se enfrenta a la deserción, coopera en uno de cada tres encuentros (los detalles precisos dependen en realidad del valor de los pagos que se usen). Así, para no dejar que el oponente sepa con exactitud en qué momento se va a ser bueno, lo que sería un error (la estrategia Tit for Two Tats de John Maynard Smith podría explotarse fácilmente alternando cooperación y deserción), la receta para el perdón era probabilística, de manera que la perspectiva de olvidar lo pasado tras un mal movimiento era una cuestión de suerte, no una certeza. La estrategia Tit for Tat Generosa funciona de esta manera: no olvides nunca un buen giro, pero de vez en cuando perdona uno malo.

La Tit for Tat Generosa puede aniquilar fácilmente a la Tit for Tat y defenderse de la explotación por parte de los desertores. La estrategia generosa domina durante mucho tiempo. Pero debido a la aleatorización de nuestros torneos, no siempre funciona así. Observamos que lenta, casi imperceptiblemente, una población de Tit for Tat Generosos mutan y se dirigen hacia estrategias cada vez más indulgentes. Al final, la población se convierte en uniformemente buena: todos cooperan. La razón es que cuando todo el mundo intenta ser bueno, el perdón resulta elegante. Siempre existe un incentivo para perdonar más y más rápidamente, porque las mayores recompensas proceden de tener muchas interacciones productivas, es decir, cooperativas. Ahora, por fin, los desertores tienen la oportunidad de volver a levantarse, con la ayuda de la mutación correcta. Una población de jugadores buenos que siempre cooperan es como yesca para una invasión por parte de cualquier desertor crónico o recién surgido. De este modo, el ciclo vuelve a iniciarse.

Estos juegos de probabilidades siempre resultan diferentes en detalle. Pero se daba una pauta general. Karl y yo siempre veíamos que las mismas estrategias crecían, mientras que otras menguaban. Por encima de todo, los ciclos se comportan de un modo predecible, y todos pasan de desertores a Tit for Tat, y luego a Tit for Tat Generosos, para acabar todos como cooperadores. Finalmente, con gran estrépito, la construcción de la comunidad vuelve atrás dando bandazos para ser dominada de nuevo por viles desertores.

La buena noticia es que una estrategia razonablemente buena domina el torneo. Cuando se hace la media de entre todas las estrategias a lo largo de todo el juego, la más común es la Tit for Tat Generosa. La mala noticia es que en el mundo real estos ciclos pueden prolongarse años, décadas o incluso siglos. Hay pruebas anecdóticas que sugieren que estos ciclos se convierten también en historia de la humanidad. Los reinos van y vienen. Los imperios se extienden, declinan y se desintegran hasta quedar en la nada. Las corporaciones se alzan para dominar un mercado y luego se fragmentan y se rompen frente a contrincantes más enérgicos y competitivos.

Del mismo modo en que en estos torneos nunca se ve que una estrategia concreta se levante con la victoria total, parecería también que una mezcla de cooperadores (ciudadanos respetuosos de las leyes) y desertores (criminales) fueran a persistir siempre en las sociedades humanas. Lo mismo ocurre con las creencias. Una fe crece y la otra se hunde, en el mismo escenario que llevó a Agustín a escribir *La ciudad de Dios* (*De civitate Dei*) después de que Roma fuera saqueada por los visigodos en 410. Agustín quería oponerse a la opinión según la cual Roma había quedado debilitada por adoptar el cristianismo, pero tal como dejaron claro nuestros torneos informáticos, los grandes imperios están destinados a entrar en decadencia y derrumbarse: se trataba más bien de un caso de *delapsus resurgam* —cuando caigo vuelvo a levantarme— y viceversa.

Como la última recesión se ha encargado de poner de manifiesto, y como ya se había sospechado en el curso de las pasadas décadas, también hay ciclos económicos. Se promulgan reglas, luego la gente ingenia hábiles mecanismos para burlarlas durante años. Los períodos de trabajo duro se ven relevados por otros de tolerancia, en los que la gente gauda, se toma su tiempo y explota el sistema. En nuestras simulaciones por ordenador, ¿habremos encontrado una explicación matemática de los ciclos fundamentales de vida que enlazarán sin fin fases de cooperación y desertión?

ADIÓS, VIENA

Después de escribir cuatro artículos y tras algo más de un año de colaboración, Karl me dijo que ya había realizado la suficiente investigación para completar mi tesis sobre la evolución de la cooperación. Inmediatamente me puse a escribir mi trabajo. Unos días después le entregué mi tesis. Él la tomó y examinó con detenimiento el grueso del documento por su lomo. Negó

con la cabeza: «Una tesis doctoral tiene que ser más gruesa.» Al día siguiente volví a darle la misma tesis, solo que esta vez el cuerpo de letra era mayor y había doblado el interlineado. No engañé a Karl. Pero era pragmático. Volvió a mirarlo una vez más y dijo: «Está bien.»

Karl me sugirió que solicitara un puesto al lado de la figura más importante en nuestra especialidad, Bob May, en la Universidad de Oxford. Por entonces Bob era famoso por cómo había insertado el rigor de las matemáticas en la biología para revelar el orden subyacente en el mundo vivo. Había estudiado si la estabilidad es la causa de la diversidad de los ecosistemas, o si ocurre justo al contrario (resulta que poblar un ecosistema con un rango diverso de organismos vivos no implica automáticamente la estabilidad). Trazaba las relaciones entre insectos y sus parásitos. Utilizando modelos matemáticos, Bob había puesto de manifiesto que las conexiones entre las especies podían provocar fluctuaciones en el número de individuos. De este modo Bob había introducido el caos en la biología: dando a conocer cómo «aparentemente» el comportamiento al azar y complejo queda ordenado por reglas subyacentes simples. (Estoy escribiendo esto sentado a la misma mesa en que Bob hizo este descubrimiento: un regalo suyo para ayudarme a amueblar mi primera casa.)

Karl no confiaba demasiado en mis posibilidades de conseguir un trabajo en Oxford, de manera que también lo solicité en Berkeley y en Göttingen. Mi vida futura, mi carrera y todo lo demás dependían ahora de insípidas cartas enviadas por correo aéreo. Mientras estas cartas volaban, mi situación era romántica y triste a la vez. Estaba a punto de casarme con Ursula y nuestro tiempo en Viena se acercaba al final. La melancolía de dejar el hogar se veía atemperada por la excitación de una nueva aventura. Ninguno de los dos sabía en qué planeta acabaríamos.

En un principio, el juicio de Karl parecía acertado. Bob no me aceptó, pues decía que no tenía ningún grupo. Tampoco trabajaba mucho con estudiantes de posgrado. Volví a escribirle, haciéndole notar que podía aportar mi propia beca, una Erwin Schrödinger Fellowship. Karl se añadió a las presiones hacia Bob, y finalmente este cedió. Por fin el siguiente paso en mi carrera quedaba

claro... hasta cierto punto. No tenía ni idea de qué podía esperar en Oxford.

Ursula y yo nos casamos en Viena un mes antes de mudarnos. Nos dijimos adiós después de la ceremonia y fuimos cada uno a casa de nuestros respectivos padres hasta que llegó el momento de tomar un tren para lo que iba a ser una luna de miel de nueve años que se inició en 1989. El día de nuestra partida nos encontró cargados con siete maletas y dos bicicletas. El clima era frío y hacía viento. El cielo amenazaba con descargar una tromba de agua. Nuestras familias nos vieron partir esa noche desde la Westbahnhof de Viena. Un amigo se plantó frente a mí y me dio la mano, de lo más formal: «No hagáis que nos avergoncemos», bromeó. Cuando el tren se internaba en la noche, mi nueva esposa lloraba.

Al día siguiente, una vez que el ferry nos hubo dejado al otro lado del Canal, tuve mi primera visión de Gran Bretaña. No se trataba del paisaje verde y mullido de William Blake. La tierra aparecía agrietada y seca. La hierba y el follaje tendían al marrón y el país experimentaba una grave sequía. Los embalses estaban secos, había restricciones y multaban a quien fuera sorprendido lavando el coche. En Plymouth, los parterres se regaban con agua residual tratada. En un zoo británico, el agua sucia de la piscina de los pingüinos servía para refrescar el terreno parcheado de los *putting greens*. Mientras nuestro tren esperaba, más allá de las vías se había declarado un fuego.

Mis expectativas se enfrentaron una vez más a la realidad cuando por fin entré en mi nuevo puesto de trabajo, el Departamento de Zoología de la Universidad de Oxford, en un desangelado edificio de cemento en South Parks Road. Había pósteres de pájaros y de otros animales. Lo que no supe ver fue ninguna ecuación, ningún diagrama. ¿Estaba en el lugar correcto? Sí lo estaba. Y pronto me daría cuenta de que era afortunado de estar allí. En aquel ambiente sobraban las formalidades. A diferencia del sistema jerárquico austriaco, que reprime los impulsos que puedan sentir los estudiantes de molestar a los muy ocupados *Herr Professors*, me encontré manteniendo una conversación informal en torno a una taza de café o de un té vespertino con muchas figuras influyentes, desde el gran Bill Hamilton, que llevó a

cabo trabajos pioneros en el campo de la cooperación, hasta sir Richard Southwood, Richard Dawkins, Paul Harvey y John (luego lord) Krebs. Se respiraba una atmósfera fantástica, de lo más intelectual. Me encantó aquel lugar.

Bob May a veces jugaba al fútbol con todo el mundo: tanto los estudiantes como los profesores estaban obsesionados por el juego, y también yo. Esto me preocupaba, pues él era una persona intensamente competitiva. En la tradición británica, ganar no venía al caso y tomarse el fútbol demasiado en serio no estaba muy bien visto. Pero no era tal el caso de este australiano fibroso y rápido. Afortunadamente para el resto de nosotros, era hasta cierto punto incompetente. Pero de vez en cuando, sin embargo, la diosa del azar le sonreía. Durante uno de los primeros encuentros, con un empate a siete en el marcador y jugando yo de portero, Bob me coló el balón justo en el último minuto. Eufórico, Bob gritó: «¡Martin, esto ha sido excelente para tu carrera!»

¡Él y yo somos tan diferentes! La extraña pareja. Él es un bromista de pelo largo y rizado con escasa simpatía por la religión. Yo le supero mucho en altura, soy un católico calvo y mi acento, semejante al de Schwarzenegger, es un auténtico regalo cuando se trata de grabar un mensaje en el contestador telefónico («¡Estoy fuera pero enseguida vuelvo!»). Bob está dotado de una poderosa mezcla de características: pasión por la precisión, amor comparable por lo profano y un hilarante desdén por sus colegas («Un biólogo es alguien que quería ser científico pero no era lo bastante bueno para ser físico»). Nos unía nuestro amor por los juegos, desde los matemáticos a los físicos, y los dos queríamos ganar. Se quedó muy sorprendido cuando le dije que en mi alemán no existe un término genérico para referirse al concepto «competitivo».

Nuestra relación tuvo un impulsivo efecto sobre mi trabajo. Para mi primer proyecto, seguí una idea que se me había ocurrido por primera vez durante una dinámica reunión organizada por el premio Nobel alemán Manfred Eigen en Klosters (Suiza). Allí, durante una conferencia de Bill Haseltine sobre el virus de la inmunodeficiencia humana, el VIH, me di cuenta de que el cuerpo de una víctima del sida tiene que albergar multitud de

virus replicantes muy estrechamente relacionados. Esto me recordó mi trabajo con Peter Schuster en biología matemática. Un día, me dije, me gustaría desarrollar un modelo matemático sobre infecciones víricas. Pero mi respeto en ese momento hacia la dificultad que representaba solucionar problemas resultaba casi paralizante.

Tuve la suerte de que Bob ya había estudiado el virus con un colega, Roy Anderson. Juntos habían mapeado la extensión del virus entre la población. Pero yo quería adaptar esta aproximación en una nueva dirección. Quería tener un modelo de lo que ocurre dentro de una persona que es lo bastante desafortunada como para haber sido infectada con el virus. Eso requeriría explicar cómo se extiende el virus entre las células frente a ataques procedentes del sistema inmunitario. Para averiguar cómo se introduce el VIH en el cuerpo humano iba a tener que usar un hierro matemático similar al utilizado en mis torneos con Karl.

Descubrí que podía explicar los desconcertantes largos plazos entre la infección por VIH y el sida, y por qué este período podía variar tanto entre pacientes: podía mostrarse en menos de dos años en una persona y sin embargo esconderse en otra durante una década. Lo que era importante era que podía sacar mis conclusiones a partir de datos ya disponibles sin que hubiera necesidad alguna de realizar nuevos experimentos con animales o pruebas con pacientes. Únicamente necesitaba una fuente disponible de poder informático devorador de números para explorar de qué modo el virus se extendía y mutaba dentro del cuerpo.

Bob estaba tan sorprendido con los resultados que insistía en que mostrara mis hallazgos a Roy Anderson, quien en aquel momento estaba trabajando en el Imperial College de Londres. Él también quedó sorprendido. Después de que diera a conocer los primeros resultados en la revista *AIDS* en 1990, el año siguiente la prestigiosa revista *Science* publicó una versión ampliada de mi teoría y mis datos clínicos. También trabajé en el virus de la hepatitis B con Barry Blumberg, director del Balliol College, quien ganó el premio Nobel por descubrir el virus y producir una vacu-

na. Este tipo de investigación ayudaba a establecer el campo que ahora se conoce como dinámica de virus, en la que los modelos matemáticos representan el progreso de las infecciones víricas en huéspedes infectados.

ÁGUILAS EN LAS ALTURAS, ESTRATEGIAS DE BUCEO

Karl y yo teníamos tantos juegos a los que jugar, con tantas variantes y tantos resultados potenciales... En 1992, nuestro trabajo sobre la estrategia Tit for Tat Generosa se publicó en la revista inglesa *Nature*, que comparte con la americana *Science* la distinción de ser la revista en la que todos los científicos quieren aparecer. Karl y yo teníamos muchas nuevas ideas cuando se trataba de ampliar nuestro trabajo. En mi segundo verano en Oxford volví a Austria para retomar nuestras exploraciones sobre el dilema del prisionero.

Previamente, Karl y yo habíamos calculado las estrategias que afloran cuando la decisión de un jugador solamente depende del último movimiento del oponente. Pero naturalmente esto solo da una idea parcial de lo que puede pasar. Ahora queríamos considerar estrategias que también tomaran en cuenta los propios movimientos del jugador. Pondré un ejemplo para demostrar exactamente a qué me refiero. Sitúese en la posición de un contendiente de uno de nuestros torneos. Tendría que estar menos preocupado con un compañero jugador que hubiera cometido deserción si usted hubiera desertado también. Del mismo modo, debería estar más enfadado con él si usted hubiera cooperado.

Para averiguar si esto había influido en las estrategias ganadoras, con mi nuevo portátil me encontré con Karl en una habitación del castillo de Rosenberg, un fabuloso conjunto medieval de la baja Austria que dispone de un patio enclaustrado que había sido escenario de justas. Trabajaba en este decorado de

cuento de hadas porque tenía que estar con Karl. Y Karl estaba allí porque tenía que estar con su mujer, que a su vez estaba en Rosenberg para completar un estudio del histórico edificio.

Aunque no sabía lo que iba a ocurrir en los nuevos experimentos informáticos, me hacía una idea aproximada. La estrategia Tit for Tat Generosa ganaría de nuevo. Sencillamente. Mientras Karl y yo llevábamos a cabo los movimientos para demostrar que ese sería exactamente el caso, solamente se produjo una distracción. El castillo poseía una buena colección de aves de presa que en momentos predeterminados actuaban en el gran patio. Los cetreros, vestidos con ropas renacentistas, utilizaban señuelos para que las rapaces hicieran espectaculares picados, tras los cuales pasaban rozando las cabezas de los espectadores. Planeaban y se abatían entre diversos puntos de la fachada mientras Karl y yo contemplábamos la escena.

Llevamos a cabo nuestras simulaciones una y otra vez, y nos tomábamos un descanso de vez en cuando para contemplar el número estelar del espectáculo, un descenso en picado de trescientos metros realizado por un águila real. En aquellos momentos estas magníficas aves eran una distracción que se agradecía, porque teníamos un problema. Mi estrategia favorita, la Tit for Tat Generosa, se veía vencida una y otra vez en las justas que tenían lugar en mi ordenador. Era un motivo de frustración, porque había tenido la esperanza de que esta estrategia llevara la voz cantante. Quería distraerme de mi trabajo, y deseaba que los espectaculares vuelos no cesaran. Sí, tenía que haber un virus en mi programa. Lo comprobé. Volví a comprobarlo. No podía encontrarlo. Me jacto de ser capaz de hacerlo, y tengo una regla contra los fallos: «El virus está siempre donde no estás buscando.» Finalmente la cruda realidad se impuso: esta vez no había ningún fallo técnico.

La racha perdedora de Tit for Tat Generosa me estaba indicando algo importante, pero en ese momento en particular yo no estaba escuchando. Buscaba una manera de hacer que el problema desapareciera. Pero no pude salvar a Tit for Tat. Unos días después, tras aceptar a regañadientes que el resultado podía ser real, me fijé más detalladamente y comprobé que una nueva estrate-

gia había ganado. Consistía en las siguientes instrucciones, que parecían extrañas a primera vista:

Si ambos hemos cooperado en la última jugada, entonces yo cooperaré una vez más.

Si ambos hemos desertado, entonces cooperaré (con cierta probabilidad).

Si tú has cooperado y yo he desertado, entonces volveré a desertar.

Si tú has desertado y yo he cooperado, entonces yo desertaré.

En suma, esto significa que siempre que hayamos hecho lo mismo, yo cooperaré, mientras que si hemos hecho algo diferente, entonces desertaré. En otras palabras, esta estrategia ganadora hace lo siguiente: si lo estoy haciendo bien, repetiré mi movimiento. Si lo hago mal, cambiaré lo que estoy haciendo. Estaba intrigado. Mi humor mejoró.

De vuelta en Oxford, en cuanto me encontré con el distinguido biólogo John Krebs en los pasillos del Departamento de Zoología, le hablé de la estrategia ganadora. La reconoció enseguida. «Esto suena a Gano-permanezco/pierdo-cambio, una estrategia que los conductistas animales a menudo consideran.» Era una estrategia común entre palomas, ratas, ratones y monos. También se utilizaba para el adiestramiento de los caballos. Y había sido estudiada durante un siglo. John se mostraba sorprendido al ver que la estrategia había evolucionado por sí misma hasta convertirse en una simulación informática simple e idealizada de cooperación. También yo estaba sorprendido.

Ahora tenía que entender por qué Gano-permanezco/pierdo-cambio era mejor que Tit for Tat y que Tit for Tat Generosa. La respuesta se hizo patente al estudiar los detalles de los ciclos de cooperación y deserción que evolucionaban en mi ordenador. En el primer trabajo, uno podía marcar el fin de un ciclo e iniciar el siguiente por la irrupción de una población de cooperadores incondicionales. Con las mutaciones aleatorias incluidas en la mezcla, siempre aparece un desertor que se hace cargo

de esa población dócil, con lo que se marca el inicio de un nuevo ciclo. Descubrí que el secreto de Gano-permanezco/pierdo-cambio residía en esta etapa, cuando la cooperación está en la cúspide y las estrategias buenas abundan. Resulta que los cooperadores incondicionales pueden perjudicar las estrategias Tit for Tat y Tit for Tat Generosa. Pero no pueden con Gano-permanezco/pierdo-cambio.

En un juego con algo de azar realista, Gano-permanezco/pierdo-cambio pone en evidencia que los cooperadores inconscientes (o incondicionales) pueden ser explotados. La razón es fácil de explicar: cualquier pequeño error revelará que un cooperador de este tipo seguirá mostrándose amable frente a la maldad. Y como su nombre sugiere, Gano-permanezco/pierdo-cambio sigue explotando a sus compañeros jugadores, siempre que no se le castigue con la represalia. De modo que, tal como Karl y yo lo planteábamos, esta estrategia no podían subvertirla los blandengues, característica que resulta ser un ingrediente importante de su éxito.

La lección más profunda en este caso es que la estrategia que no parece tener sentido cuando se juega de una manera directa y determinista puede triunfar cuando el juego de la vida se adereza con un poco de azar realista. Cuando repasamos los estudios disponibles, resultaba que los demás habían estudiado la misma estrategia, idéntica, bajo diversos disfraces. El gran Rapoport la había despreciado, y la había llamado «simplona» porque le parecía estúpida: al encontrar a un desertor, alternaba entre cooperación y deserción. Razonó que solamente una estrategia tonta cooperaría con un desertor en todas las demás ocasiones.

Pero de hecho esta estrategia no es simplona. Nuestro trabajo dejó muy claro que la clave de su éxito residía en el azar. Al confrontarla con desertores, cooperaría de manera impredecible, con una posibilidad dada, protegiéndola de su explotación por parte de los oportunistas. La misma estrategia había sido bautizada como «Pavlov» por David y Vivian Kraines, de la Duke University and Meredith College, de Carolina del Norte, quienes habían creído que podía resultar efectiva. Más aún: dos distinguidos economistas americanos, Eric Maskin y Drew Fu-

denberg, también habían mostrado que esta estrategia puede alcanzar un cierto nivel de estabilidad evolutiva para aproximadamente la mitad de todos los dilemas del prisionero. Pero todos habían considerado una versión de Gano-permanezco/pierdo-cambio determinista (no al azar), cuando la vencedora en nuestros torneos de Rosenburg iba a ser la versión probabilística.

En el gran juego de la evolución, Karl y yo nos encontramos con que el claro vencedor era Gano-permanezco/pierdo-cambio. No es la primera estrategia cooperativa que invade las sociedades defectivas, pero puede ostentar una posición en cuanto se ha establecido algún nivel de cooperación. Tampoco es que permanezca siempre. Lo mismo que la estrategia Tit for Tat Generosa, Gano-permanezco/pierdo-cambio también puede resultar perjudicada y, eventualmente, sustituida. Siempre hay y siempre habrá más ciclos.

Mucha gente sigue pensando que el dilema del prisionero iterado es una historia de Tit for Tat, pero según todas las medidas del éxito, la mejor estrategia es Gano-permanezco/pierdo-cambio. Esta es incluso más simple que la Tit for Tat Generosa: se obstina en su elección siempre que le da resultado y cambia si es de otro modo. No tiene que interpretar y recordar el movimiento del oponente. Todo lo que tiene que hacer es controlar su propio pago y asegurarse de que se mantiene delante en el juego. Aunque uno pudiera esperarlo, si requiriera menos facultades cognitivas, sería más ubicuo. Y además, Gano-permanezco/pierdo-cambio encajaba mejor que Tit for Tat en el rasero de datos de Milinski.

En el contexto del dilema del prisionero, piénselo así: si usted ha cometido deserción y el otro jugador ha cooperado, entonces su pago es alto. Como usted está contento, repite la jugada, y por lo tanto vuelve a cometer deserción. Sin embargo, si usted ha cooperado y el otro jugador ha cometido deserción, entonces usted ha sido explotado. Usted se pone de mal humor y, como resultado, cambia a otro movimiento. En el pasado había cooperado, pero ahora va a desertar. Nuestros primeros experimentos habían mostrado que Tit for Tat es el catalizador de la evolución de la cooperación. Ahora podemos ver que Gano-permanezco/pierdo-cambio es el destino fundamental.

¿Quiere esto decir que hemos resuelto el dilema? No, ni mucho menos. Karl y yo comprendimos en 1994 que todavía queda otra faceta en estos juegos tan simples y tan sutiles. Todos los estudios de investigación se basaban en asunciones aparentemente inocentes y directas: cuando dos jugadores deciden cooperar o cometer deserción, lo hacen simultáneamente. Lo que quiero decir con esto es que la formulación convencional del dilema del prisionero es un poco como ese juego infantil de Piedra, Papel, Tijera. Ambos jugadores hacen su elección precisamente en el mismo momento.

Karl y yo supusimos que esta restricción era artificial. Podíamos pensar en ejemplos, como en los vampiros que ceden el exceso de sangre sorbida a compañeros hambrientos, o como las criaturas que se limpian unas a otras, etcétera, ejemplos en los que la cooperación no tiene lugar simultáneamente y los compañeros tienen que esperar su turno. Así que decidimos jugar una variante del dilema del prisionero, llamada el dilema del prisionero alternativo, para así ver si este cambio tenía algún efecto.

Cuando jugamos el juego alternativo estábamos seguros de que íbamos a encontrar, como antes, que había una tendencia a evolucionar hacia la cooperación. Observamos también los mismos ciclos en los que se asistía a la ascensión y a la caída de sociedades cooperativas y desertoras, tal como habíamos visto en el juego simultáneo. Una vez más, la cooperación puede prosperar. Pero se producía una peculiaridad importante. Nos sorprendió encontrarnos con que el principio Gano-permanezco/pierdo-cambio, que había podido con todos los contendientes en los juegos simultáneos (eventualmente), no se hacía ya con la victoria. En lugar de eso, la que reinaba era la estrategia Tit for Tat Generosa.

Drew Fudenberg, que ahora es colega mío en Harvard, me hizo la observación años más tarde de que uno puede pensar en los juegos alternativos y simultáneos como en dos ejemplos limitadores de situaciones que se producen en el mundo real. En el juego alternativo es su turno y luego el mío: yo obtengo toda la información relevante sobre su movimiento antes de que vaya a decidir qué hacer, y viceversa. En el juego simultáneo, sin embargo, ninguno de los dos obtiene ninguna información sobre

lo que el otro va a hacer en la presente jugada. En la vida cotidiana, lo más probable es que la realidad se halle en algún lugar intermedio. Siempre deberíamos conseguir alguna información sobre lo que la otra persona planea (si está cumpliendo con su parte del trato o no), pero esta información puede no ser completa o fiable.

Manfred Milinski ha estudiado el modo en que la gente usa estas estrategias. En experimentos con estudiantes de primer año de biología en Berna (Suiza) la cooperación dominaba tanto en el dilema del prisionero alternativo como en el simultáneo, y observó que los jugadores tendían a ser fieles a una estrategia, fuera cual fuera el momento del juego en el que participaban, con un 30 % que adoptaba una estrategia Tit for Tat Generosa y un 70 % la Gano-permanezco/pierdo-cambio. Tal como habían sugerido nuestras simulaciones, estos últimos tenían más éxito en el juego simultáneo, mientras que los jugadores del tipo Tit for Tat Generosa alcanzaban pagos más altos en el juego alternativo. Ambas estrategias parecen desempeñar su papel en la ecología de la cooperación humana.

DILEMA PASADO, DILEMA FUTURO

Incluso hoy, el dilema del prisionero repetido es objeto de gran interés por parte de los científicos curiosos. Hemos visto que un mecanismo para solucionar el dilema y fomentar la cooperación es la reciprocidad directa, en donde se dan encuentros repetidos entre dos jugadores, ya sean estas personas, instituciones, corporaciones o países. En un principio ganar parecía fácil con la estrategia Tit for Tat, que a lo sumo acaba compartiendo las victorias a partes iguales entre los jugadores. Pero si se le añade algo de azar, para describir el efecto de los errores, encontramos que Tit for Tat es demasiado violento e implacable. La estrategia provoca sangrientas venganzas.

Necesitamos un poco de perdón para seguir adelante, y lo encontramos en las estrategias de Gano-permanezco/pierdo-cambio y en la Tit for Tat Generosa. Esta última estrategia siempre me recuerda un consejo que Bob May me dio una vez: «Nunca pierdes por ser demasiado generoso.» Me quedé impresionado por este sentimiento, porque él había pensado más profundamente sobre ganar y perder que nadie a quien yo hubiera conocido, y eso que ser el número uno lo es todo para él. Una vez su mujer dijo, bromeando: «Cuando viene a casa para jugar con el perro, juega para ganar.»

Comparemos las estrategias vencedoras de Tit for Tat y Gano-permanezco/pierdo-cambio. En ambas se coopera si ha habido cooperación mutua en la última jugada, de manera que ninguno de los dos es el primero en cometer deserción, al menos intencionalmente. Solamente un error, un malentendido, o simplemente tener un mal día, pueden causar la primera deserción. Si esto ocurre y la otra persona comete deserción y yo acabo siendo explotado, entonces ambas estrategias me dicen que cometa deserción en la siguiente jugada. Si, por otro lado, cometo deserción y la otra persona coopera, entonces cambio a cooperación según Tit for Tat, pero continúo cometiendo deserción según Gano-permanezco/pierdo-cambio.

El razonamiento Tit for Tat se puede explicar como sigue: ahora siento pena y quiero arreglarlo para optar por la deserción en la última jugada. Pero el razonamiento Gano-permanezco/pierdo-cambio parece —por desgracia— más «humano»: si conseguimos explotar a alguien en este turno, luego continuaremos haciéndolo en los siguientes. Hay otra diferencia básica entre estas estrategias. Si ambos jugadores cometen deserción, entonces Tit for Tat también cometerá deserción y no intentará siquiera restablecer una buena relación. Gano-permanezco/pierdo-cambio cooperará, en cambio, e intentará restablecer los mejores términos.

Ambas opciones tienen sentido, pero una vez más parece que Gano-permanezco/pierdo-cambio resulta más realista si nos encontramos en una relación en la que hay esperanza de restablecer la cooperación. Por encima de todo, Gano-permanezco/pierdo-

cambio puede enfrentarse mejor a los errores porque activamente busca resultados buenos, e intenta restaurar la cooperación tras la deserción mutua, aunque no intentará explotar a los cooperadores incondicionales. En cambio, Tit for Tat no explota a los cooperadores incondicionales y no intenta restaurar la cooperación mutua tras la deserción mutua.

Cuando uno se detiene para echar la vista atrás y observar el camino recorrido en la investigación del dilema del prisionero que se ha llevado a cabo en el curso de los años, uno de los desarrollos clave es el aumento de la influencia de las estrategias probabilísticas, en las que se supone que los jugadores juegan de una cierta manera y en un cierto momento, pero no es en modo alguno seguro que vayan a reaccionar exactamente de la misma manera en todas y cada una de las circunstancias. A esto se puede añadir otro elemento de realismo si reconocemos que la vida real se encuentra en algún lugar entre jugar un juego simultáneo y alternativo como resultado del grado en que se alternan y el grado en que saben lo que el otro ha hecho.

Estos juegos más realistas generan también ciclos en los que las estrategias varían desde Deserción Siempre hasta Tit for Tat y Tit for Tat Generosa, y luego a cooperación indiscriminada, para luego, inevitablemente, volver a la casilla uno mientras la deserción triunfa. Aunque Gano-permanezco/pierdo-cambio puede prolongar el período de cooperación en un ciclo, nos encontramos con que eventualmente se rompe para permitir el resurgimiento de los desertores.

Los ciclos que observamos en nuestros torneos son muy diferentes de los hallazgos derivados de la teoría de juegos tradicional, en la que siempre se pone énfasis en el equilibrio estable. Sin tener que entrar en todos los detalles, este punto puede apreciarse simplemente al observar el lenguaje que se usa en la teoría de juegos clásica evolutiva y económica. Abundan las referencias sobre la estrategia evolutivamente «estable» y el *equilibrium* de Nash, por ejemplo.

Veníamos de las viejas «estadísticas evolutivas» y ahora empezamos a entender el flujo y el cambio de las «dinámicas evolutivas». Esta noción clásica de la vida que evoluciona hacia un

estado estable y no cambiante se ha visto sustituida ahora por una imagen mucho más fluida. Ninguna estrategia es realmente estable —y por tanto triunfante— para toda la eternidad. La rotación es constante. La fortuna no sonríe para siempre a una sola persona. Un cielo de cooperación siempre es seguido por un infierno de deserción. El éxito de la cooperación depende de cuánto pueda persistir y cuán a menudo resurge para volver a florecer. ¡Qué visión tan fascinante y turbulenta de la evolución de la cooperación y de la vida!

Y, sin embargo, ¡queda tanto por descubrir todavía! Solamente hemos explorado un pequeño subconjunto de este extraordinario juego. Ahí fuera hay muchas más variantes, grandes paisajes de juegos que se extienden hacia un horizonte en retroceso. A pesar de los miles de artículos escritos sobre el dilema del prisionero, las posibilidades matemáticas en este modelo de reciprocidad directa son de final abierto, como el ajedrez, y no cerrado, como las estrategias para jugar a tres en raya. Nuestro análisis sobre cómo resolver el dilema nunca se completará. Este dilema no tiene fin.

2

Reciprocidad indirecta: poder de la reputación

«En el momento en que existe sospecha sobre los motivos que impulsan a una persona, todo lo que esta hace queda contaminado.»

MOHANDAS GANDHI

«Dad y se os dará.» Esta conocida cita del evangelio de Lucas —que nos explica el nacimiento, la predicación y la resurrección de Jesucristo— parece ser simplemente otro ejemplo de la reciprocidad directa, tal como he descrito en el anterior capítulo. Pero tómese un momento para pensar en esta frase y se dará cuenta de que hay una diferencia crucial: no queda enteramente claro quién hace la ofrenda en respuesta a su acto de generosidad. Quizá sea un miembro de la familia, o un amigo, o un compañero de trabajo. Pero también puede ser un extranjero, o incluso varios extranjeros.

Muchos pueden interpretar la cita como si significase que si eres generoso, se te promete una recompensa en un mundo futuro, en un paraíso o cielo. Pero mi interpretación favorita es que la recompensa la recibes aquí y ahora. La bondad provocará bondad. De esta manera, círculos de humanidad, tolerancia y comprensión pueden girar alrededor y a través de nuestra sociedad. En uno u otro sentido, es una potente forma de cooperación, y sus implicaciones son enormes, pues determinan la forma de actuar, o de comunicarse, o la manera de pensar.