

Robert Axelrod

LA COMPLEJIDAD DE LA COOPERACIÓN

MODELOS DE COOPERACIÓN Y COLABORACIÓN BASADOS EN LOS AGENTES

Prefacio

Este libro es una secuela de *The Evolution of Cooperation* (Axelrod, 1984). Ese libro tenía un único paradigma y un tema simple. El paradigma era el Dilema del Prisionero, bipersonal e iterado. El tema era que la cooperación basada en la reciprocidad puede evolucionar y sostenerse, incluso entre egoístas, siempre y cuando exista la perspectiva de una interacción a largo plazo. El tema estaba desarrollado desde muchos ángulos diferentes, incluyendo torneos de computadoras, casos históricos y teoremas matemáticos.

El Dilema del Prisionero, bipersonal e iterado, es la *Escherichia Coli* de las ciencias sociales, ya que permite emprender una variedad muy amplia de estudios en un marco común. Se ha convertido, incluso, en un paradigma estándar para estudiar asuntos en campos tan diversos como la biología evolutiva y los sistemas de computación en red. Su misma simplicidad ha permitido a los politólogos, economistas, sociólogos, filósofos, matemáticos, computadores científicos, biólogos evolutivos y muchos otros hablar los unos con los otros. En efecto, los hallazgos analíticos y empíricos sobre el Dilema del Prisionero en un campo a menudo han conducido a intuiciones en otros campos.¹

The Evolution of Cooperation, con su enfoque sobre el Dilema del Prisionero, fue escrito durante la Guerra Fría. De hecho, una de sus principales motivaciones fue ayudar a promover la cooperación entre los dos lados de un mundo bipolar. Mi esperanza era que una comprensión más profunda de las condiciones que promueven la cooperación pudiese ayudar a hacer el mundo un poco más seguro. La obra fue bien recibida en los círculos académicos, e incluso entre

¹ Para un panorama, véase Axelrod y Dion (1988) y Axelrod y D'Ambrosio (1995).

expertos interesados en investigación de políticas aplicables.² Sin embargo, yo era muy consciente de que hay mucho más acerca de la cooperación de cuanto puede ser captado por cualquier modelo único, sin importar cuán amplias sean sus aplicaciones o cuán ricas sean sus implicancias estratégicas.

El presente libro está basado en una serie de estudios que van más allá del paradigma básico del Dilema del Prisionero. Incluye un análisis de estrategias que evolucionan automáticamente, antes que por la intervención humana. También considera estrategias destinadas a afrontar la posibilidad de malentendidos entre los intervinientes o de implementaciones erradas de una opción. Luego expande la base de la cooperación a más de una opción con un costo reducido y una posible ganancia extendida. Incluye la colaboración con otros para establecer y poner en vigor normas de conducta, para ganar una guerra o imponer un estándar industrial, para erigir una nueva organización que pueda actuar en defensa de sus miembros, y para construir una cultura compartida basada en la influencia mutua.

La expansión de las formas potenciales de colaboración implica la expansión de las formas potenciales de competición. El presente volumen, por lo tanto, considera algo más que si los dos intervinientes cooperan o no. Incluye los conflictos entre los que violan y los que respetan una norma, las amenazas y las guerras entre naciones, la competencia entre compañías, las disputas entre organizaciones por la riqueza y la participación y las luchas de competencia de la influencia social para el cambio cultural.

Este libro incluye trabajos realizados entre 1986 y 1996, un período durante el cual la Guerra Fría llegó a su fin y tomó forma una nueva era. Mi propia agenda de investigación fue profundamente afectada por estas transformaciones dramáticas e inesperadas. Las transformaciones de esa década fueron especialmente llamativas porque durante este período fui afortunado en haber tenido oportunidades de participar en actividades internacionales destinadas a promover la cooperación, primero entre los Estados Unidos y la Unión Soviética, y luego entre los diversos grupos en guerra de la ex Yugoslavia. Resulta una ironía que mi trabajo teórico sobre los juegos bipersonales me llevara a participar en actividades internacionales, precisamente cuando el mundo de poder dual de la Guerra Fría estaba tocando a su fin.

² Por ejemplo, en 1990 recibí el nuevo Premio a la Investigación sobre el Comportamiento Aplicable a la Prevención de la Guerra Nuclear [Behavioral Research Relevant to the Prevention of Nuclear War] de la National Academy of Sciences. Del lado soviético, varios intelectuales y científicos importantes de la defensa involucrados en las políticas del control de armamento declararon que habían leído el libro con interés, y lo habían hecho circular entre sus amigos.

En 1986 me uní a un comité de la National Academy of Sciences que estudiaba la aplicabilidad de las ciencias sociales y del comportamiento a la prevención de la guerra nuclear. Entre otros proyectos, este comité promovió que se investigara en forma paralela y en colaboración con expertos soviéticos sobre tópicos de interés mutuo. Mi participación en este comité me llevó también a unirme a un segundo comité de la National Academy of Sciences, el Comité sobre Seguridad Internacional y Control de Armamento [Committee on International Security and Arms Control]. Este comité estaba constituido principalmente por físicos y trabajaba con un grupo soviético que era su contraparte. Nuestra misión era considerar vías fructíferas para las iniciativas del control de armamento que irían más allá de lo que en ese momento estaba en negociación entre los dos gobiernos. Entre sus miembros se contaban científicos con décadas de experiencia en el control de armamento y un antiguo presidente del Estado Mayor Conjunto. Su contraparte, el comité soviético, incluía varios consejeros científicos clave del líder soviético, Mijail Gorbachov.

Participar en estos foros de ciencias sociales y control de armamento me enseñó mucho sobre el modo como los expertos y los activistas políticos veían la política internacional. En particular, me impresionaron los esfuerzos intelectuales de los pensadores líderes de ambos lados para formular conceptos y recomendaciones que capitalizarían las nuevas oportunidades de la época, así como tratarían con los nuevos peligros de la inestabilidad. Las dificultades afrontadas por estos líderes talentosos, experimentados y prácticos reforzaron mi propia fe en el valor potencial de la investigación de procesos políticos y sociales fundamentales.

También fui afectado por lo que sucedía fuera de las reuniones de nuestro comité. Nuestro trabajo me llevó a encuentros en Uzbekistán en 1988 y Estonia en 1989, así como a Rusia. En Estonia, pregunté a nuestros anfitriones soviéticos si podrían encontrar la manera de que nos reuniéramos tanto con los nacionalistas estonios, que entonces estaban acelerando sus demandas de independencia, como con los miembros de la etnia rusa que se les oponían. Reunirlos en una misma habitación era imposible, se me dijo cortésmente, pero se arreglaron encuentros separados para nosotros. Esto me dio una percepción de primera mano de la profundidad del sentimiento nacionalista y elevó mi interés en el conflicto cultural y el nacionalismo como fuerzas fundamentales en el mundo. Estos intereses me llevaron a su vez a un trabajo, incluido en este libro, sobre cómo se conforman los nuevos actores políticos y cómo la influencia social promueve tanto el cambio cultural como la base del cambio político.

En 1989, no obstante, acepté la validez del chiste según el cual si se llegaba a un conflicto entre Estonia y Moscú, el ganador sería el Ejército Rojo. Sin embargo, antes de que se hubiesen cumplido dos años, la

Unión Soviética había colapsado y Estonia, así como todas las otras repúblicas, tuvo su independencia.

Así como se iba desarrollando la democracia en Rusia, Yugoslavia se desintegraba. En Bosnia sobrevino una cruel guerra civil, marcada por un nivel de atrocidades que no se habían visto en Europa por cincuenta años. En el apogeo de la lucha, en el verano de 1995, fui invitado por las Naciones Unidas a hablar de mi trabajo sobre la cooperación en una conferencia destinada a reunir a representantes no gubernamentales de todas las facciones en guerra en la ex Yugoslavia. Los participantes tenían muchas preguntas críticas sobre el modo como mi trabajo sobre el Dilema del Prisionero se aplicaba a la complejidad de sus conflictos, con su poder desigual, con cincuenta lados, y no sólo dos, en conflicto, y con violaciones de las normas de conducta ampliamente aceptadas.

Muchas de las cuestiones planteadas por los participantes no tuvieron respuestas sencillas, pero fueron precisamente aquéllas en las que yo había estado trabajando activamente. El presente volumen incluye modelos que tratan con el poder desigual, con conflictos tanto multilaterales como bilaterales, con malentendidos y malas implementaciones, con la imposición de normas, con nuevas entidades políticas emergentes, y con las bases culturales de la afiliación y polarización política. Aunque no tengo soluciones, creo que analizar resultados a gran escala en términos de las interacciones de los actores puede aumentar nuestra comprensión del conflicto y la cooperación en un mundo complejo.

Los siete capítulos de este libro fueron publicados por primera vez en periódicos y volúmenes de ciencias políticas, estudios de conflicto, ciencias de la organización y ciencias de la computación. Los artículos separados aparecieron originalmente en un espectro tan amplio de publicaciones que es muy poco probable que personas que hayan leído uno o dos de ellos tengan alguna noticia de los otros. Publicar estos artículos en conjunto puede ser de especial valor para tres grupos parcialmente superpuestos de lectores: aquellos que quieren informarse sobre las extensiones del Dilema del Prisionero a escala bipersonal; aquellos que están interesados en el conflicto y la colaboración en una variedad de situaciones, y aquellos que están interesados en los modelos basados en los agentes en las ciencias sociales.

Para situar el trabajo en un contexto más amplio, he añadido una variedad de material nuevo:

1. Un capítulo introductorio que describe los temas comunes del volumen y muestra cómo se relacionan los capítulos entre sí.
2. Material introductorio a cada capítulo que muestra el modo como cada uno de ellos se desarrolló a partir de mis intereses a largo

plazo, narra experiencias relacionadas con el proyecto y describe el modo como fue recibido el trabajo.

3. Un apéndice que proporciona recursos para estudiantes y profesionales que quieran hacer su propio modelo basado en los agentes.

Con el material suplementario, el volumen debería ser accesible a un estudiante avanzado de grado que tuviese interés en los aspectos fundamentales del cambio político y social. Los lectores que no estén familiarizados con el Dilema del Prisionero iterado podrían tener deseos de consultar algún texto clásico de la teoría de los juegos, o bien Axelrod (1984: 1-15). En los pocos lugares en que se emplea un conocimiento especializado, el argumento se explica también en términos simples.

Reconozco con mucho placer el aliento y las críticas de mucha ayuda formuladas por el grupo de investigación BACH: Arthur Burks, Michael Cohen, John Holland, Rick Riolo y Carl Simon. Ha sido un aprendizaje, una dicha y un honor el ser parte del grupo BACH a lo largo de toda una década. Por su ayuda editorial con este volumen, me gustaría agradecer a Amy Saldinger. Por el índice analítico agradezco a Lisa D'Ambrosio. También me gustaría agradecer a todas las personas e instituciones que ayudaron con capítulos de este libro. Sus nombres se ofrecen en los lugares que corresponden. Finalmente, por la ayuda financiera para completar este libro, me gustaría agradecer a la Defense Advanced Project Research Agency por su asistencia a través del Santa Fe Institute, y a la Universidad de Michigan por su asistencia a través del LS&A College Enrichment Fund y la School of Public Policy.

Referencias

AXELROD, Robert (1984), *The Evolution of Cooperation*, Nueva York, Basic Books.

AXELROD, Robert y Lisa D'Ambrosio (1995), "Announcement for Bibliography on the Evolution of Cooperation", en *Journal of Conflict Resolution*, 39, p. 190.

AXELROD, Robert, y Douglas Dion (1988), "The Further Evolution of Cooperation", en *Science*, 242 (9 de diciembre), pp. 1385-1390.

Introducción

El título de este libro ilustra los propósitos duales de la obra. Un significado de *La complejidad de la cooperación* se refiere al agregado de complejidad al marco más común para estudiar la cooperación, es decir el Dilema del Prisionero bipersonal e iterado. Agregar complejidad a ese marco permite la exploración de muchas características interesantes e importantes de la competición y la colaboración que están más allá del alcance del paradigma del Dilema del Prisionero.

El segundo significado de *La complejidad de la cooperación* se refiere al uso de los conceptos y las técnicas que han recibido el nombre de teoría de la complejidad. La teoría de la complejidad involucra el estudio de muchos actores y sus interacciones. Los actores pueden ser átomos, peces, gente, organizaciones o naciones. Sus interacciones pueden consistir en atracción, combate, acoplamiento, comunicación, comercio, asociación o rivalidad. Puesto que el estudio de un gran número de actores con patrones de interacciones cambiantes a menudo se vuelve demasiado difícil para una solución matemática, una herramienta primordial de investigación de la teoría de la complejidad es la simulación por computadora. El truco consiste en especificar cómo interactúan los agentes, y luego observar las propiedades que se dan al nivel de la sociedad completa. Por ejemplo, con determinadas reglas sobre los actores y sus interacciones, ¿tienden los actores a alinearse en dos grupos competitivos? ¿Dominan a la población unas estrategias particulares? ¿Se desarrollan patrones claros de comportamiento?

La simulación de agentes y sus interacciones se conoce por diversos nombres, entre ellos: modelado basado en los agentes [*agent-based modeling*], modelado “de abajo hacia arriba” [*bottom-up modeling*] y sistemas sociales artificiales. Cualquiera que sea el nombre empleado, el propósito del modelado basado en los agentes es comprender las propiedades de los sistemas sociales complejos a través del análisis de simulaciones. Este método de hacer ciencia puede contrastarse con los dos métodos estándar, el inductivo y el deductivo. La inducción es el descubrimiento de patrones en la información empírica.¹ Por ejemplo, en las ciencias sociales, la inducción se utiliza ampliamente en el análisis de las encuestas de opinión y la información macroeconómica. La deducción, en cambio, implica especificar un conjunto de axiomas y demostrar las consecuencias que pueden deducirse de esos supuestos. El descubrimiento de resultados de equilibrio en la teoría de juegos

¹ La inducción como una búsqueda de patrones en la información no debe confundirse con la inducción matemática, que es una técnica para demostrar teoremas.

utilizando axiomas de elección racional es un buen ejemplo de deducción.

El modelado basado en los agentes es una tercera manera de hacer ciencia. Como la deducción, comienza con un conjunto de supuestos explícitos. Pero a diferencia de ella, no demuestra teoremas, sino que genera información simulada que puede ser analizada inductivamente. A diferencia de la inducción típica, no obstante, la información simulada proviene de un conjunto de reglas rigurosamente especificadas antes que de una medición directa del mundo real. Mientras que el propósito de la inducción es encontrar patrones en la información y el de la deducción es encontrar las consecuencias de los supuestos, el propósito del modelado basado en los agentes es auxiliar a la intuición.

El modelado basado en los agentes es una forma de hacer a través de experimentos. Aunque los supuestos pueden ser simples, las consecuencias pueden no ser obvias en absoluto. A lo largo de este volumen aparecen numerosos ejemplos de agentes interactuando localmente que producen efectos a gran escala. Estos efectos a gran escala se llaman “propiedades emergentes” del sistema, las cuales a menudo son sorprendentes debido a que puede ser difícil anticipar las consecuencias totales, incluso de formas simples de interacción.²

Sin embargo, hay algunos modelos en los que las propiedades emergentes pueden deducirse formalmente. Entre los buenos ejemplos se cuentan los modelos económicos neoclásicos, en los que los agentes racionales que operan bajo fuertes supuestos sobre la disponibilidad de la información y la capacidad de optimizar pueden lograr una eficiente redistribución de recursos entre ellos mismos a través de transacciones sin costo. Pero cuando los agentes utilizan estrategias adaptativas en lugar de optimizadoras, deducir las consecuencias es con frecuencia imposible; resulta necesaria la simulación.

Hoy en día, en las ciencias sociales, la forma dominante de modelado se basa en el paradigma de la elección racional. La teoría de juegos, en particular, está típicamente basada en el supuesto de la elección racional. En mi opinión, la razón para el predominio del abordaje de la elección racional no es que los expertos piensen que es realista. Tampoco la teoría de juegos es utilizada sólo porque ofrece un buen consejo al responsable de las tomas de decisión, puesto que sus supuestos poco realistas socavan mucho de su valor como base para el consejo. La verdadera ventaja del supuesto de la elección racional es que a menudo permite la deducción.

La principal alternativa al supuesto de la elección racional es alguna forma de comportamiento adaptativo. La adaptación puede ser en el

² Algunos teóricos de la complejidad consideran que la sorpresa forma parte de la definición de emergencia, pero eso plantea la pregunta: ¿sorprendente para quién?

nivel individual a través del aprendizaje, o puede ser en el nivel de la población a través de la supervivencia y la reproducción diferencial de los individuos más exitosos. En una u otra forma, las consecuencias de los procesos adaptativos a menudo son muy difíciles de deducir allí donde hay muchos agentes interactuantes siguiendo reglas que tienen efectos no lineales. Por ello, la simulación de un modelo basado en los agentes es con frecuencia el único modo viable de estudiar poblaciones de agentes que son adaptativos más que completamente racionales.

Aunque el modelado basado en los agentes emplea la simulación, no apunta a proporcionar una representación exacta de una aplicación empírica particular. Más bien, la meta del modelado basado en los agentes es enriquecer nuestra comprensión de procesos fundamentales que pueden aparecer en una variedad de aplicaciones. Esto exige adherir al principio KISS, que defiende el eslogan del ejército “hazlo simple, estúpido”.*

El principio KISS es vital debido al carácter de la comunidad de la investigación. Tanto el investigador como la audiencia tienen una limitada capacidad cognitiva. Cuando se produce un resultado sorprendente, es de mucha ayuda tener confianza en que podemos entender todo lo que formó parte del modelo. Aunque el tópico que se investiga pudiera ser complicado, los supuestos que subyacen en el modelado basado en los agentes deberían ser simples. La complejidad del modelado basado en los agentes debería estar en los resultados simulados, no en los supuestos del modelo.

Por supuesto que hay muchos otros usos de la simulación por computadora en los que la reproducción fiel de una situación particular es importante. Una simulación de la economía dirigida a predecir las tasas de interés de aquí a tres meses necesita ser tan exacta como sea posible. Para este propósito, los supuestos que integran el modelo pueden necesitar ser bastante complicados. Del mismo modo, si se utiliza una simulación para entrenar al personal de un superpetrolero o para desarrollar tácticas para un nuevo avión de combate, la precisión es importante y la simplicidad del modelo no lo es. Pero si la meta es profundizar nuestra comprensión de algún proceso fundamental, entonces la simplicidad de los supuestos es importante, y la representación realista de todos los detalles de una situación particular no lo es.

Mi obra anterior sobre el Dilema del Prisionero (Axelrod, 1984) ilustra este tema. Mi principal motivación para aprender acerca de las estrategias efectivas era descubrir cómo podría promoverse la cooperación en la política internacional, especialmente entre el Este y el Oeste durante la Guerra Fría. Como ocurrió, mi abordaje de torneo y el

* *Keep it simple, stupid*, es decir, *KISS*, palabra que además significa, como es sabido, “beso”. [N. de T.].

análisis evolutivo que se desarrolló a partir de él sugirió aplicaciones que yo ni siquiera había soñado. Por ejemplo, experimentos controlados muestran que los peces gasterosteos utilizan la estrategia TOMA Y DACA* para lograr la cooperación basada en la reciprocidad (Milinski, 1987).

En una convención de ciencias políticas, una colega se acercó a mí y me dijo que realmente apreciaba mi trabajo y que le fue útil para su divorcio. Me explicó que mi libro le había demostrado que ella había sido una tonta durante su matrimonio, siempre rindiéndose ante su marido. Le pregunté si el libro le había ayudado a salvar su matrimonio. “No”, me respondió. “Yo no quería salvar mi matrimonio. Pero me ayudó con los arreglos del divorcio. Empecé a jugar al TOMA Y DACA, y una vez que él aprendió que no me podía llevar por delante, conseguí un arreglo mucho mejor.”

El hecho de que un único modelo, en este caso el Dilema del Prisionero, pueda ser útil para comprender la dinámica entre peces de acuario y entre gente que se divorcia no se debe a la precisión del modelo al representar los detalles de una y otra situación. Se debe, en cambio, al hecho de que un modelo extremadamente simple capta una característica fundamental de muchas interacciones. Lo que el Dilema del Prisionero capta tan bien es la tensión entre las ventajas del egoísmo a corto plazo contra la necesidad de sonsacarle cooperación al otro jugador para ser exitoso a largo plazo. La misma simplicidad del Dilema del Prisionero es altamente valiosa para ayudarnos a descubrir y apreciar las profundas consecuencias de los procesos fundamentales involucrados al tratar con esta tensión.

Una moraleja de la historia es que los modelos que apuntan a explorar procesos fundamentales deberían ser juzgados por su fecundidad, no por su precisión. Para este propósito, la representación realista de muchos detalles es innecesaria e incluso contraproducente. Los modelos presentados en el volumen siguen esta misma lógica de simplicidad. La intención es explorar procesos sociales fundamentales. Aunque una aplicación particular puede haber motivado un determinado modelo, el objetivo primario es emprender la exploración de una manera tan general que se puedan iluminar muchas situaciones posibles.

Tomado como un todo, este libro presenta un conjunto de estudios que están unificados de tres maneras. Primero, todos tratan con problemas y oportunidades de cooperación en un entorno más o menos competitivo. Segundo, todos emplean modelos que usan agentes

* *TIT FOR TAT strategy*. La frase en inglés sugiere la idea de cierta reciprocidad negativa, y se puede traducir al español de diferentes maneras: “ojo por ojo”; “donde las dan las toman”; “tal para cual”; etc. Elegimos la traducción que aparece en la versión española de Axelrod (1984). [N. de T.]

adaptativos en lugar de racionales. Aunque la gente puede tratar de ser racional, rara vez puede cumplir los requerimientos de información o previsión que los modelos racionales imponen (Simon, 1955; March, 1978). Tercero, todos usan la simulación por computadora para estudiar las propiedades emergentes de las interacciones entre los agentes. Por lo tanto, todos son modelos basados en los agentes. La simulación es necesaria porque las interacciones de los agentes adaptativos conducen de manera típica a efectos no lineales que no responden a las herramientas deductivas de la matemática formal.

Los capítulos pueden ser leídos ya sea separadamente o bien como un todo. El orden representa una progresión que va desde variantes del paradigma del Dilema del Prisionero (capítulos 1 y 2), pasando por diferentes modelos estratégicos (capítulos 3, 4 y 5), hasta un examen de la emergencia de los nuevos actores políticos y cultura compartida (capítulos 6 y 7). El orden de los capítulos es también el orden en el cual hice el trabajo, con la excepción del capítulo 2, que representa un trabajo posterior sobre un tema anterior.

El primer proyecto representa mi esfuerzo por ir más allá del abordaje tipo torneo para generar un entorno estratégico rico. El abordaje tipo torneo requería de movidas de profesionales y no profesionales que intentan, cada uno, desarrollar una estrategia para el Dilema del Prisionero que vaya bien en el entorno provisto por todas las propuestas. Luego de hacer dos rondas del torneo, me pregunté si la cantidad de cooperación que observaba se debía a las expectativas previas de la gente que propuso las reglas. Afortunadamente, un colega, John Holland, había perfeccionado un método automatizado para desarrollar una población de estrategias a partir de un punto de partida aleatorio. La técnica se llama algoritmo genético. La probé, y cumplió sobradamente mis expectativas. Los resultados se encuentran en el capítulo 1.

Una importante extensión del Dilema del Prisionero básico es la consideración de lo que ocurre cuando un jugador malentiende lo que el otro hizo en la movida previa u omite implementar la elección pensada. Estas clases de “ruido” pueden tener un gran impacto en el desempeño de una determinada estrategia, y, por ende, en los mejores medios para alcanzar la cooperación entre egoístas. En la literatura sobre el tema se han propuesto diversas sugerencias para tratar con el ruido, incluso añadir la generosidad o la contrición a la reciprocidad, así como una estrategia completamente diferente basada en el aprendizaje a través del premio y el castigo. Quise ver cómo trabajarían estos abordajes diferentes en un entorno ruidoso. Un visitante del posdoctorado venido de China, Wu Jianzhong, y yo encontramos que las versiones generosa o contrita de la clásica estrategia TOMA Y DACA iban muy bien en un entorno ruidoso abigarrado, incluso mejor que la estrategia pavloviana.

El capítulo 2 explica cómo se desempeñaron estas estrategias y por qué.

Por largo tiempo, yo había estado impaciente por ir más allá del formato bipersonal del Dilema del Prisionero básico. Especialmente, quería descubrir de qué modo podría emerger la cooperación cuando muchas personas interactuaban unas con otras en grupos en lugar de en parejas. Era algo sabido que la extensión directa del Dilema del Prisionero a una versión para n personas no sustentaría muy bien la cooperación porque los jugadores no tienen manera de enfocar su castigo sobre algún integrante del grupo que no ha cooperado. No obstante, sí emergen las normas sociales y a menudo son medios bastante poderosos para sustentar la cooperación. Así que desarrollé un “juego de normas” [a “*norms game*”] que permitía a los jugadores castigar a los individuos que no cooperan. Resultó que se necesitó otra vuelta de tuerca para que los cooperantes no se vieran tentados a dejar que alguien más fuese quien cargara con los costos de disciplinar a los no cooperantes. Esto condujo a un estudio de amplio espectro sobre los mecanismos para promover normas (capítulo 3).

Otra forma de cooperación ocurre cuando las personas se organizan a sí mismas en grupos para competir con otros. Éste es, claramente, un ejemplo de colaboración en los intereses de la competición. Tiene lugar de muchas maneras, incluyendo alianzas entre naciones, sociedades estratégicas entre negocios, y coaliciones entre partidos políticos en las democracias parlamentarias. Luego de haber trabajado sobre el problema de la formación de coaliciones en Italia como parte de mi disertación a finales de la década de 1960, estaba impresionado por el modo como los partidos políticos deseaban trabajar con otros que fueran similares a ellos (Axelrod, 1970). Dos décadas más tarde, regresé a este tema de elegir bandos basado en una afinidad más que en una ventaja estratégica. Trabajando con un estudiante graduado, Scott Bennett, desarrollé un modelo para el modo como los jugadores eligen bandos. Encontramos que el modelo realmente hacía un buen trabajo al explicar cómo estuvieron alineados los países europeos en la Segunda Guerra Mundial (capítulo 4).

El mismo modelo trabajó bien incluso al explicar cómo tomaron partido las compañías de computadoras en la competencia para desarrollar estándares para el sistema operativo UNIX (capítulo 5). Éste fue un trabajo realizado con Scott Bennett y tres colaboradores de la Michigan Business School: Will Mitchell, Robert E. Thomas y Erhard Bruderer.

Un problema todavía más profundo es ver cómo cooperan a veces los actores independientes a un grado tal que renuncian a la mayor parte de su independencia. El resultado es un nuevo nivel de organización que se comporta como un actor independiente por derecho propio. Los organismos multicelulares evolucionaron de este

modo, y así lo hicieron muchas grandes organizaciones de negocios. Mi enfoque para analizar cómo pueden surgir nuevos niveles de actores políticos utiliza un modelo de guerra, amenazas y compromisos. El modelo basado en los agentes y sus resultados se ofrecen en el capítulo 6.

Mientras que el modelo en el capítulo 6 atribuye la emergencia de nuevos actores a la dinámica de afrontar el conflicto, consideré que era necesario estudiar una cuestión aun más fundamental: cómo las personas llegan a ser más semejantes de modo que les resulte más fácil trabajar juntos en primer lugar. Esto condujo a un estudio del proceso de influencia social y emergencia de la cultura compartida. Una vez más, las transformaciones del entorno post Guerra Fría ayudaron a enfatizar la importancia de regresar sobre algunas cuestiones fundamentales acerca de las bases para la cooperación dentro de las sociedades, así como entre ellas. El modelo resultante de influencia social y cambio cultural se ofrece en el capítulo 7.

Dos apéndices proporcionan material de apoyo sobre el modelado basado en los agentes. El apéndice A desarrolla los conceptos y métodos de comparar modelos basados en los agentes a través de un proceso llamado “alineamiento”. El alineamiento es necesario para determinar si dos sistemas de modelado pueden producir el mismo resultado, lo que a su vez es la base para los experimentos críticos y para las pruebas de si un modelo puede incluir a otro. La obra ofrece el estudio de un caso de alineamiento, empleando el modelo de la influencia social presentado en el capítulo 7. El proyecto fue realizado por Robert Axtell, Joshua Epstein y Michael Cohen. El apéndice B ofrece recursos para estudiantes y expertos que quieran hacer su propio modelado basado en los agentes. Incluye consejos para programar esos modelos, ejercicios para desarrollar las propias habilidades y lecturas sugeridas acerca de aplicaciones de la teoría de la complejidad y el modelado basado en los agentes en las ciencias sociales.

Asociado a este volumen existe un sitio de Internet.³ El sitio incluye el código de la fuente y la documentación de la mayoría de los modelos en este libro. También proporciona vínculos con muchos tópicos relacionados con la teoría de la complejidad, el modelado basado en los agentes y la cooperación.

Referencias

AXELROD, Robert (1970), *Conflict of Interest*, Chicago, Markham.

³ <http://pscs.physics.lsa.umich.edu/Software/ComplexCoop.html>

— (1984), *The Evolution of Cooperation*, Nueva York, Basic Books. [Trad. esp.: *La evolución de la cooperación*, Madrid, Alianza, 1984.]
MARCH, James G. (1978), "Bounded Rationality, Ambiguity and the Engineering of Choice", en *Bell Journal of Economics*, 9, pp. 587-608.
MILINSKI, Manfred (1987), "TIT FOR TAT in Sticklebacks and the Evolution of Cooperation", en *Nature*, 23, pp. 434-435.
SIMON, Herbert A. (1955), "A Behavioral Model of Rational Choice", en *Quarterly Journal of Economics*, 69, pp. 99-118.