

La Evolución y el Contrato Social

Brian Skyrms

[Evolution and the Social Contract](#), 2007

Conferencia en la Universidad de Michigan, 2007

Dewey y Darwin

Hace casi cien años John Dewey escribió un ensayo titulado "La influencia de Darwin en la filosofía". En ese momento, creía que era demasiado pronto para decir cuál sería la influencia de Darwin: "La relevancia exacta sobre la filosofía de la nueva perspectiva lógica es, por supuesto, todavía, incierta e incipiente". Pero estaba seguro de que no consistiría en proporcionar nuevas respuestas a las preguntas filosóficas tradicionales. Más bien, plantearía nuevas preguntas y abriría nuevas líneas de pensamiento. Hacia las viejas preguntas de la filosofía, Dewey adoptó una postura radical: "Las viejas preguntas se resuelven desapareciendo. . . mientras nuevas preguntas. . . toman su lugar".

No pretendo que las viejas cuestiones filosóficas vayan a desaparecer, pero mi atención se centra en las nuevas. El análisis evolutivo del contrato social -ya sea cultural o biológico- *no les dice qué hacer*. Más bien, intenta investigar cómo evolucionan las convenciones y normas sociales-cómo los contratos sociales que observamos podrían haber evolucionado y qué contratos alternativos son posibles.

Las herramientas para un análisis darwiniano del contrato social son las de la teoría evolutiva de los juegos. De la teoría de los juegos se necesita el uso de modelos estilizados simples de aspectos cruciales de la interacción humana; desde la evolución se necesita el uso de la dinámica adaptativa. La dinámica no necesita estar basada en la genética; también puede ser un modelo dinámico de evolución cultural o de aprendizaje social (Björnerstedt y Weibull 1996, Schlag 1998, Samuelson 1997, Weibull 1995). Ninguna parte de lo que sigue implica ningún tipo de determinismo genético o hipótesis innata. Los problemas de cooperación pueden ser resueltos por la evolución genética en algunas especies y por la evolución cultural en otros.

Estos son tres rasgos del enfoque evolutivo a tener en cuenta en la siguiente discusión:

1. Diferentes contratos sociales han evolucionado en diferentes circunstancias.
2. Los contratos sociales existentes no son del todo admirables.
3. Podemos tratar de cambiar el contrato social.

La correlación y la evolución de la cooperación

La cooperación puede ser fácil o difícil, o en algún punto intermedio. He aquí un modelo de teoría de los juegos de un problema fácil de cooperación; lo llamo Delicia del Prisionero:

		Delicia del Prisionero	
		Cooperar	Desertar
Cooperar	3	1	
Desertar	2	0	

Los números de la matriz representan los beneficios de la estrategia de Fila cuando se juega contra la estrategia de Columna. Si su compañero coopera, usted está mejor si lo hace también, con un pago de 3 en lugar de 2. Si su compañero deserta, usted está aún mejor cooperando con 1 en lugar de 0, aunque su pareja lo hace aún mejor con 2. Así que no importa lo que haga su compañero, es mejor cooperar. Su compañero está en la misma situación, y las razones son similares. Es fácil cooperar.

Podemos cambiar la historia un poco para ajustarla a un tipo diferente de situación. Tal vez si su compañero deserta, su intento de cooperar es contraproducente. Es mejor desertar. Este cambio nos da el juego conocido como la Caza del Ciervo:

En la Caza del Ciervo, lo mejor para usted depende de lo que haga su compañero. Si ambos cooperan, ambos están haciendo lo mejor dada la acción de su pareja -lo mismo si ambos defecionan. La cooperación es más difícil. Es un equilibrio, pero no el único.

Otra modificación de la situación requiere un juego diferente. Supongan que la deserción contra un cooperador realmente vale la pena. Entonces tenemos el Dilema del Prisionero:

Su acción óptima de nuevo ya no depende de lo que haga su compañero. Ahora conviene defecionar. La cooperación es ardua.

		Caza del Ciervo	
		Cooperar	Desertar
Cooperar	3	1	
Desertar	2	2	

		Dilema del Prisionero	
		Cooperar	Desertar
Cooperar	3	1	
Desertar	4	2	

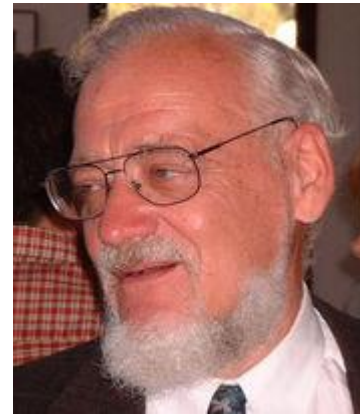
Cada uno de estos juegos es un modelo razonable de algunas interacciones sociales. Dos hombres se sientan en un bote de remos, uno detrás del otro. Cada uno tiene un par de remos. Han estado pescando, y una cena caliente los espera del otro lado del lago. Si uno no rema por alguna razón, el otro hará lo hará para llegar allí; si uno rema, el otro prefiere también remar para llegar a casa más rápido. Este juego es la *Delicia del Prisionero*. La cooperación es fácil. Ahora cambiamos la imagen. Se sientan uno al lado del otro, y cada uno tiene un remo. Un hombre que rema a solas sólo hace que el barco vaya en círculos. Esta es una *Caza del Ciervo*.¹ Volvemos al primer bote con dos pares de remos, pero quitamos la cena caliente en la orilla opuesta y suponemos que los hombres están muy cansados. Podrían acampar en esta orilla durante la noche, aunque preferirían volver a la orilla opuesta. Pero ambos prefieren no remar no importa lo que haga el otro. Este es un *Dilema del Prisionero*.

Consideren cualquier dinámica adaptativa razonable que opere en una gran población de individuos apareados al azar para jugar uno de estos juegos. Luego, en la Delicia del Prisionero la cooperación se difunde en la población, en el Dilema del Prisionero la deserción llega al nivel de fijación, y en la Caza del Ciervo una o la otra puede prevalecer dependiendo de la composición inicial de la población.

¹ Este es el famoso ejemplo de David Hume del [Treatise of Human Nature](#) (1739), p. 332. Para más teoría de los juegos en Hume, véase Vanderschraaf 1998.

Hay una enorme literatura dedicada a explicar la evolución de la cooperación en el dilema del prisionero, mientras que los otros dos juegos están relativamente descuidados. Todo el mundo quiere acabar con el problema más difícil: *la evolución del altruismo*.²

Todos esos relatos de cooperación en el Dilema del Prisionero: (1) usan una interacción que no es realmente un Dilema del Prisionero o (2) usan parejas para jugar el juego que no son aleatorias. Debe ser así.³ Supongan que la interacción es un Dilema del Prisionero, y los apareamientos son aleatorios en una población grande. Entonces los cooperadores y desertores tienen la misma proporción de compañeros de cada tipo. A los desertores les debe ir, en promedio, mejor que a los cooperadores. La dinámica del replicador aumenta la proporción de la población del tipo al que le va mejor, y eso es todo lo que cuenta.



Brian Skyrms - [Naturalizing the Social Contract](#) 54m

Pero si la naturaleza, de alguna manera, arregla una correlación positiva -para que los cooperadores se encuentren con cooperadores y los desertores se encuentren con desertores con más frecuencia de lo que harían con la coincidencia aleatoria- entonces es posible que los cooperadores tengan mejor resultado que los desertores. El punto es obvio si consideramos correlación perfecta. Entonces la comparación relevante en pagos no es vertical sino diagonal:

		Dilema del Prisionero	
		Cooperar	Desertar
Cooperar	3	1	
Desertar	4	2	

Toda explicación de la evolución de la cooperación en Dilemas del Prisionero reales - ya se trate de selección de grupos, juegos repetidos, interacción espacial, redes estáticas y dinámicas de interacción, y todo lo demás - funciona proporcionando un mecanismo que induce correlación en las jugadas del Dilema del Prisionero. Esto resultó claro para William Hamilton y George Price en la década de los 1960s (Hamilton 1964, 1995, Price 1970, Eshel y Cavalli-Sforza, 1982, y Frank 1995). (Una versión de la regla de Hamilton para la selección de parentesco puede deducirse sólo de la correlación positiva).

Pero decir que un mecanismo a veces puede generar suficiente correlación positiva para mantener la cooperación en el Dilema del Prisionero no es decir que siempre pueda hacerlo. En algunas circunstancias la correlación puede ser insuficiente. Por lo tanto, en cada una de estas situaciones, es importante realizar un examen de mecanismos de correlación específicos. Y a menudo un escenario puede ser analizado tanto como Dilema del Prisionero con correlación y como un juego más grande en el que las jugadas del Dilema del Prisionero están incrustadas. Voy a ilustrarlo con dos ejemplos.

² Binmore (1994) dedica un capítulo titulado "*La cuadratura del círculo en las ciencias sociales*" a los intentos de justificar la cooperación en el Dilema del Prisionero.

³ Esta es la "*Ley de Hierro del egoísmo*" de Bergstrom (2002). Véase también Eshel y Cavalli-Sforza, 1982.

Axelrod (1984) dirige nuestra atención a la *sombra del futuro*. La cooperación puede mantenerse no por los pagos inmediatos sino por las consecuencias de acciones actuales sobre el futuro comportamiento cooperativo de los socios. En esto sigue a Thomas Hobbes y David Hume:

HOBBS: Por lo tanto, el que rompe su Alianza y, por consiguiente, declara que piensa que puede hacerlo con razón, no puede ser recibido en ninguna sociedad que se une por la Paz y la Defensa, sino por el error de los que lo reciben.

HUME: Por lo tanto, aprendo a hacer un servicio a otro, sin darle verdadera bondad; porque preveo que devolverá mi servicio, en espera de otro de la misma clase, y para mantener la misma correspondencia de buenos oficios conmigo y con otros.

Axelrod, siguiendo a John Nash y otros padres fundadores de teoría de los juegos,⁴ analiza la sombra del futuro utilizando la teoría de los juegos indefinidamente repetidos. Supongan que la probabilidad de que el dilema del prisionero se repita en otro momento es constante. Esta idealización (algo exagerada) del descuento geométrico del futuro nos permite sumar una serie infinita y calcular las ganancias esperadas de las estrategias en el gran juego repetido. Para mayor simplicidad, consideren solamente dos estrategias en el juego repetido, *Siempre Defeciona* y *Ojo por Ojo*. Un jugador Ojo por Ojo inicialmente coopera y luego hace lo que se le hizo en la ronda anterior, y Siempre Defeciona se explica por sí mismo. Dos jugadores siguen apareados en todo el juego repetido, pero este supuesto restrictivo puede ser debilitado en modelos más complicados de "imposición de la comunidad" (Sugden 1986, Kandori 1992, Milgrom, North y Weingast 1990, Nowak y Sigmund 1998).

Como los pagos de cada juego individual son los del Dilema del Prisionero, las estrategias en los juegos repetidos deben inducir una correlación entre las jugadas individuales de Cooperar y Desertar si la cooperación no debe ser conducida a la extinción. La presencia de jugadores Ojo por Ojo en la población es este dispositivo de correlación. Siempre cooperan entre sí y aprenden rápidamente a desertar contra desertores.

¿Cuál es el juego más grande en el que se incrustan las jugadas del Dilema del Prisionero? Usando la versión del Dilema del Prisionero de antes y la probabilidad de que otra ronda sea seis décimas, obtenemos:

Esto es una Caza del Ciervo. Hay dos equilibrios estables, uno donde todo el mundo siempre juega Ojo por Ojo y otro donde todos siempre juegan Siempre Defeciona. Cuál se consigue depende de las proporciones iniciales de la población. En nuestro ejemplo, una división inicial igualitaria de la población evoluciona hacia la deserción universal.

		Dilema del Prisionero	
		<i>Ojo por Ojo</i>	<i>Siempre Defeciona</i>
<i>Ojo por Ojo</i>		3	1
<i>Todos Defecionan</i>		4	2

Sober y Wilson (1998) dirigen nuestra atención a la selección de grupos. Consideren el modelo del pajar de Maynard Smith (1964). En el otoño, los agricultores cortan heno y los rato-

⁴ El uso de los juegos repetidos con descuento para explicar la cooperación en el dilema del prisionero ya se encuentra en Luce y Raiffa 1957, sin pretensión de originalidad. Se dice que John Nash inventó la explicación en una conversación.

nes de campo colonizan aleatoriamente los pajares. En los pajares juegan al dilema del prisionero y se reproducen según los pagos. En la primavera, los pajares son derribados, los ratones se dispersan y el ciclo continúa. Si hay suficientes generaciones de ratones en la vida de un pajar, entonces es posible que los cooperadores tengan mejor resultado en promedio que los desertores. Esto se debe a que la reproducción diferencial dentro de los pajares crea una correlación positiva en la población. En los pajares colonizados por cooperadores y desertores, los desertores arraigan. Luego, los pajares cooperativos se reproducen más prolíficamente que los no cooperativos.

¿Cuál es el juego más grande dentro del cual están incrustadas las jugadas del Dilema del Prisionero? Siguiendo a Ted Bergstrom (2002), consideren el juego jugado por los miembros fundadores de un pajar. Su pago es el número de descendientes en primavera, al final de la vida de un pajar. El análisis de este juego de los fundadores demuestra que también es una Caza del Ciervo. Hay dos equilibrios, uno con todos cooperadores y otro con todos desertores. Lo que ustedes consigan depende de donde ustedes comienzan.

Cada uno de estos modelos explica cómo una población de cooperadores puede estar en un equilibrio estable, pero tampoco explica el origen de la cooperación. Esto es así porque la no cooperación también es un estado estable, y la transición de la no cooperación a la cooperación es un misterio.

Nos queda la cuestión de cómo es posible evolucionar desde el equilibrio no cooperativo hasta el cooperativo en interacciones con la estructura de la Caza del Ciervo. Axelrod y Hamilton (1981) plantean esta cuestión y toman la selección de parientes y la cooperación en grupos familiares como un origen del comportamiento cooperativo. Más allá de esto hay algunas otras buenas respuestas disponibles. Me concentraré en tres de ellas.

La primera, debida a Arthur Robson (1990), es el uso de una señal como un *apretón de manos secreto*. Consideren una población de desertores en el juego de Caza del Ciervo. Supongan que surge un mutante (o innovador) que puede enviar una señal, cooperar con los que envían la misma señal, y desertar contra los que no lo hacen. El nuevo tipo se comporta como un nativo contra los nativos y como un cooperador contra sí mismo, y así puede (lentamente) invadir. (La señal no requiere realmente ser secreta, pero no debe ser de uso corriente por los desertores para otros fines.) Una vez establecidos los cooperadores, no importa que el sistema de señalización se desarme de alguna manera, porque en la Caza del Ciervo, a diferencia del Dilema del Prisionero, nadie puede conseguir mejores resultados frente a una población de cooperadores.

La segunda implica un tipo especial de *interacción local con vecinos*. En lugar de los encuentros aleatorios del modelo habitual, los individuos interactúan con sus vecinos en una red espacial (o en alguna otra estructura espacial).⁵ Juegan un juego de Caza del Ciervo con cada vecino, y la evolución cultural procede por imitación de la estrategia más exitosa (en promedio) en el vecindario. Para la evolución biológica, hay una interpretación alternativa

⁵ Hay trabajos pioneros de Pollock (1989), Nowak y May (1992), y Hegselmann (1996). Estos son modelos donde la interacción es del tipo del Dilema del Prisionero, o en el caso de Nowak y May en una bifurcación entre el Dilema del Prisionero y el Halcón-Paloma. Ellison (1993, 2002) discute los modelos de interacción local de Caza del Ciervo en los cuales el equilibrio <defecciona, defecciona> es dominante en el riesgo. En sus modelos son los no cooperadores los que pueden invadir y arraigar rápidamente. Las diferencias entre los modelos de Ellison y aquellos en los que los cooperadores pueden invadir y arraigar son discutidas en Skyrms 2004.

en la que el éxito se traduce en reproducción en el vecindario. Por lo tanto, hay tanto interacción vecinal como imitación barrial.

Eshel, Sansone y Shaked (1999) señalan que estos dos entornos no necesitan ser los mismos. Para un ejemplo biológico, tomen una planta que interactúa localmente, pero dispersa sus semillas por todos lados. En el aspecto cultural podemos considerar casos en los que el flujo de información permite a un individuo observar el éxito más allá de los confines de las interacciones inmediatas. Esta es una modificación crucial de los modelos de interacción local que permite una robusta evolución de la cooperación: el entorno de imitación debe ser suficientemente mayor que el entorno de interacción. Entonces un pequeño grupo de cooperadores contiguos crecerá y finalmente se afianzará en la población. Esto se debe a que los desertores pueden ver el éxito de los cooperadores internos que sólo interactúan con cooperadores, y los imitan.

Kevin Zollman (2005) muestra que el apretón de manos secreto y la interacción local funcionan especialmente bien juntos. La señal usada como apretón de manos secreto ahora sólo requiere que sea un secreto *local* para funcionar. Podría ser utilizada en otras partes de la población significando todo tipo de cosas. Esto hace que la hipótesis de la existencia de una señal no utilizada sea mucho más plausible. El apretón de manos secreto local puede entonces facilitar la formación inicial de un grupo suficientemente grande de cooperadores contiguos para permitir que la cooperación se propague por imitación.

La tercera respuesta involucra *redes dinámicas*. En lugar de obligar a los individuos a interactuar con los vecinos en una estructura fija, podemos permitir que la estructura de interacción evolucione como resultado de las elecciones de los individuos (Skyrms y Pemantle 2000, Bonacich y Liggett 2003, Pemantle y Skyrms 2004a, 2004b, Liggett y Rolles 2004 Santos, Pacheco y Lenaerts 2006, Pacheco, Traulsen y Nowak 2006, Skyrms 2007, Skyrms y Pemantle próximamente). Los cooperadores quieren interactuar unos con otros. En la Caza del Ciervo, a diferencia del Dilema del Prisionero, los no cooperadores no se preocupan mucho. Cooperadores y desertores pueden no usar sus estrategias en sus solapas, pero incluso si no es tan fácil diferenciar a los cooperadores de los no cooperadores, no es difícil de aprenderlo. Robin Pemantle y yo mostramos cómo incluso los aprendices ingenuos de refuerzo formarán asociaciones cooperativas en la Caza del Ciervo siempre y cuando la estructura de la red social sea lo suficientemente fluida (Skyrms y Pemantle 2000, Pemantle y Skyrms 2004a, 2004b). La conclusión es robusta a diversas variaciones de la dinámica de aprendizaje (Skyrms 2004, 2007). Estas asociaciones cooperativas podrían entonces ser los puntos focales de imitación para difundir la cooperación, como en la discusión anterior.⁶

La teoría se ve confirmada en estudios de laboratorio de las interacciones humanas. Existe evidencia experimental de que hay muchos tipos diferentes de individuos (Page, Putterman y Unel 2005, Burlando y Guala 2005, Fischbacher y Gächter 2006) y que dada la oportunidad y la información requerida, los cooperadores aprenderán a asociarse entre sí para su propio beneficio.⁷

⁶ Para otros modelos de correlación inducidos por la elección de la pareja, véase Wright 1921, donde comienza la literatura; Hamilton 1971; Feldman y Thomas 1987; Kitcher 1993; Oechssler 1997; Dieckmann 1999; y Ely 2002.

⁷ Para un experimento en un juego de provisión de bienes públicos con asociación voluntaria, véase Page, Putterman y Unel 2005.

Es evidente que los tres relatos anteriores de la transición desde el equilibrio no cooperativo de la Caza del Ciervo al cooperativo también se basan en el establecimiento de interacciones correlacionadas. Comparten dos rasgos distintivos que faltan en muchos relatos de cooperación:

1. Una correlación positiva suficiente puede establecerse por unos pocos cooperadores en una amplia población de no cooperadores.
2. Una vez alcanzado el equilibrio cooperativo, puede mantenerse incluso si la correlación se desvanece.

Correlación negativa y Rencor

Si la estructura social puede crear correlación positiva de encuentros, también puede crear correlación negativa. La correlación negativa puede volcar las conclusiones de la teoría convencional de juegos tan radicalmente como la correlación positiva. Consideren el efecto de una correlación negativa perfecta -de siempre encontrarse con el otro tipo- en nuestros tres juegos. Ahora estamos comparando la otra diagonal:

		Dilema del Prisionero	
		<i>Ojo por Ojo</i>	<i>Siempre Defecciona</i>
<i>Ojo por Ojo</i>		3	1
<i>Siempre Defecciona</i>		4	2

		Caza del Ciervo	
		<i>Cooperar</i>	<i>Desertar</i>
<i>Cooperar</i>		3	1
<i>Desertar</i>		2	2

		Delicia del Prisionero	
		<i>Cooperar</i>	<i>Desertar</i>
<i>Cooperar</i>		3	1
<i>Desertar</i>		2	0

No sólo se restablece la deserción en el Dilema del Prisionero y se ve favorecida en la Caza del Ciervo, sino que también se impone en la Delicia del Prisionero. En este último caso un individuo se lastima desertando, pero hiere más a su compañero. Este es un caso de comportamiento rencoroso. Hamilton y Price también mostraron cómo la correlación negativa es la clave para la evolución del rencor.

Tanto el rencor como el altruismo parecen violar el paradigma de la elección racional. Ambos tienen una explicación evolutiva en términos de interacciones correlacionadas. Sin embargo, el rencor pocas veces recibe la atención dada al altruismo. Una búsqueda en Google Scholar para "Evolution of Altruism" arroja 1.570 hits, mientras que una para "Evolution of Spite" obtiene 32. [N. del T. En los últimos años estas proporciones se han invertido.] Uno no puede dejar de preguntar si esto se debe a un sesgo [Pollyanna](#). Es agradable escribir sobre el lado luminoso de la naturaleza humana. Pero el mundo está lleno de conductas rencorosas: enemistades, venganzas, guerras sin sentido. Es tan importante estudiarlas como estudiar el altruismo.

La forma de estudiar el rencor es estudiar los mecanismos de correlación endógena. En algunas clases de interacciones repetidas, la sombra del futuro puede sostener el rencor. Johnstone y Bshary (2004) analizaron recientemente la persistencia del rencor en un contexto de juegos repetidos. En los concursos repetidos, la reputación de luchar demasiado duro - tanto en su propio perjuicio como para mayor detrimento del oponente - puede permitir que uno gane concursos futuros más fácilmente. La aplicación no necesita limitarse a concursos de animales.

Podría observarse que esto no es realmente rencor en el juego más grande, sino solamente interés propio, así como Hobbes afirmó que el comportamiento cooperativo en un Dilema del Prisionero repetido puede ser sólo interés propio en la visión más larga. Es útil poder mirar el fenómeno desde ambas perspectivas.

La invasión exitosa de un tipo rencoroso en una población no rencorosa puede ser sostenida mediante interacción local. Una cepa de bacteria *E. coli* produce, con algún costo reproductivo para sí misma, un veneno que mata a otras cepas de *E. coli*, pero al cual es inmune. No puede invadir una gran población, porque unos pocos envenenadores no pueden hacer tanto daño a los nativos y los nativos se reproducen más prolíficamente que los envenenadores. Pero en un entorno de interacción espacial, local, un grupo de envenenadores puede arraigar. Estos fenómenos se han observado en el laboratorio, donde tienen lugar encuentros aleatorios en un vaso de precipitados bien agitado y las interacciones locales tienen lugar en una [placa de Petri](#). El análisis teórico de Durrett y Levin (1994) e Iwasa, Nakamaru y Levin (1998) es un complemento al modelo de interacción local de evolución de la cooperación. Si colocamos este caso en el marco de Eshel, Shaked y Sansone de la última sección, encontramos que un entorno de gran interacción y un pequeño barrio de imitación favorecen fuertemente la evolución del rencor (ver Skyrms 2004).

Los modelos de selección de grupo no carecen de sus aspectos rencorosos. Supongan que el agricultor nunca derriba los pajares - las islas de la población representada permanecen aisladas. Entonces para un ratón, su pajar se convierte en su mundo, y esto hace toda la diferencia (ver Gardner y West 2004). La población de su pajar se convierte en una población en sí misma, dentro de la cual tiene lugar la evolución. La capacidad de carga en un pajar es limitada, por lo que estamos tratando con una población pequeña y finita. Esto, en sí mismo, induce una correlación negativa incluso si los pares de individuos se forman al azar dentro

del pajar, porque un individuo no interactúa consigo mismo. Este efecto es insignificante en una gran población pero puede ser significativo en una población pequeña. (Para un ejemplo transparente, consideren una población compuesta por cuatro individuos, dos C y dos D. Las frecuencias de población son 50-50, pero cada tipo tiene probabilidad $2/3$ de encontrarse con el otro tipo y $1/3$ de encontrarse entre sí.)

Si un desertor es introducido en un pajar lleno de cooperadores -un mutante o un migrante- puede causar problemas. Si la interacción es el Dilema del Prisionero, los desertores, por supuesto, arraigarán. Pero en poblaciones pequeñas, con algunas versiones de la Caza del Ciervo e incluso de la Delicia del Prisionero, los desertores pueden todavía invadir como resultado de la correlación negativa.

Para cualquier valor positivo de e , la siguiente es una versión de la Delicia del Prisionero - un individuo prefiere cooperar sin importar lo que haga el otro:

Para cualquier población finita, existe un e -que da alguna versión de la Delicada Delicia del Prisionero - tal que un desertor rencoroso puede invadir.⁸

		Delicada Delicia del Prisionero	
		Cooperar	Desertar
Cooperar	$2+e$	e	
Desertar	2	0	

Estos tres ejemplos sirven para indicar que la evolución del rencor es un aspecto de la evolución del contrato social que merece un estudio más detallado. No hay razón para creer que éstos agotan los mecanismos de correlación negativa que pueden ser importantes en interacciones sociales.

Detenernos aquí sería representar al contrato social como un paquete pulcro y simple de problemas. Pero el contrato social no es pulcro y simple.

Negociación

La Delicia del Prisionero, la Caza del Ciervo y el Dilema del Prisionero no son los únicos juegos que plantean temas centrales en el contrato social. Podríamos separar las cuestiones de cooperar para producir un bien público y decidir cómo se va a dividir ese bien. Este es el problema del filósofo de la justicia distributiva, y pone los juegos de negociación en el centro de la escena (Braithwaite, 1955, Rawls 1957, Sugden 1986, Binmore 1994, 1998, 2005, Gauthier 1985, 1986).

Consideren el juego de negociación de Nash más simple. Dos jugadores tienen demandas finales por una parte de un bien común. Si las demandas exceden el bien disponible, el acuerdo es imposible y los jugadores no reciben nada. De otra manera, obtienen lo que exigen. Simplificamos radicalmente suponiendo que sólo hay tres demandas posibles: un tercio, una mitad y dos tercios. La dinámica evolutiva en un ambiente amplio de encuentros aleatorios, con y sin choques aleatorios persistentes, está bien estudiada.

⁸ Por ejemplo, supongan que 1 desertor se introduce en una población de N cooperadores. Los individuos se aparean al azar. Dado que el desertor no puede interactuar consigo mismo, siempre se aparean con un cooperador con un pago de 2. Los cooperadores se aparean con el desertor con probabilidad $(1/N)$ y con otros cooperadores con probabilidad $(N-1)/N$, con un pago promedio de $[(N-1)/N]*2 + e$. Luego si $e < (2/N)$, un mutante rencoroso tiene un mejor resultado que los cooperadores nativos.

Permitiendo que la reproducción diferencial lleve una población al equilibrio, hay dos posibilidades. La población puede llegar a un consenso igualitario, donde todos exigen la mitad. O puede llegar a un estado polimórfico, donde la mitad de la población demanda dos tercios y la mitad de la población demanda un tercio (Sugden 1986). Los jugadores codiciosos obtienen sus dos tercios la mitad del tiempo; los jugadores modestos consiguen su tercio todo el tiempo. Este polimorfismo ineficiente pierde recursos, pero es evolutivamente estable y tiene una cuenca significativa de atracción. Los shocks persistentes pueden permitir a una población escapar de esta trampa polimórfica y favorecer la norma igualitaria a muy largo plazo, pero el polimorfismo ineficiente sigue siendo una posibilidad para el comportamiento a mediano plazo.⁹

Sin embargo, pocas veces es discutido el efecto de los mecanismos de correlación en conexión con la negociación de Nash. Si la correlación juega un rol importante en la producción de un superávit a dividir, ¿no podría también desempeñar un papel importante en la decisión de cómo tiene lugar la división? La correlación positiva de los tipos de demanda obviamente favorece la solución igualitaria. Los que piden por partes iguales logran mejor resultado cuando se encuentran. La correlación negativa es más complicada. Los jugadores codiciosos que exigen dos tercios lo hacen muy bien si se juegan con jugadores modestos que piden un tercio, pero no tan bien si juegan con los que piden la mitad. Si la correlación negativa inicialmente permite que los jugadores codiciosos se reproduzcan más prolíficamente que todos los demás, esto no se puede mantener porque se quedan sin jugadores modestos. Pero un polimorfismo codicioso-modesto es una posibilidad real si la correlación negativa es del tipo que pone en suficiente desventaja a los igualitarios. Las posibilidades se multiplican si permitimos más tipos de demanda. Es de interés estudiar mecanismos de correlación específicos.

Si permitimos a los individuos negociar con vecinos en una red espacial, se forman espontáneamente islas de igualitarismo. Esto genera una correlación positiva, y si los individuos emulan a sus vecinos más prósperos, el igualitarismo se adueña de la población. Este es un proceso muy rápido, ya que otros tipos que interactúan a lo largo de los bordes de las islas igualitarias se convierten rápidamente en pedir la mitad (J. Alexander y Skyrms 1999, J. Alexander 2007, Skyrms 2004). Compartir equitativamente es contagioso.

Si añadimos sin costo señalización a un modelo evolutivo de negociación de encuentros aleatorios de grandes poblaciones, surgen complicadas correlaciones y luego desaparecen. Los cooperadores establecen una correlación positiva con los cooperadores. Los codiciosos establecen una correlación negativa consigo mismos. Aunque estas correlaciones sean transitorias, su efecto es que la cuenca de atracción del equilibrio igualitario se agranda mucho (ver Skyrms 2004).

Axtell, Epstein y Young (2006) investigan un modelo relacionado donde los individuos tienen una de dos "etiquetas" y pueden condicionar su acción a la etiqueta de su compañero en un juego de negociación. Pero hay una dinámica diferente. En lugar de la evolución por replicación o imitación, consideran un modelo de elección racional. Las cosas pueden caer de varias maneras, aquí hay una. Al interactuar con los que tienen la misma etiqueta, los individuos comparten por igual. Pero en las interacciones entre etiquetas, un tipo de etiqueta se vuelve codiciosa y siempre exige dos tercios y la otra se vuelve modesta y siempre exige un

⁹ La mayor parte de lo que sabemos sobre esto se debe a Peyton Young. Véase Young 1993a, 1993b, 1998; y Binmore, Samuelson y Young 2003.

tercio. En este equilibrio las etiquetas se utilizan para establecer correlaciones positivas y negativas entre comportamientos. Ambas correlaciones son perfectas: los comportamientos de la mitad de la demanda siempre se encuentran a sí mismos, y los otros dos comportamientos de demanda siempre se encuentran. El resultado es igualitarismo dentro de los tipos de etiqueta y distribución desigual entre tipos. Axtell, Epstein y Young ven esto como una emergencia espontánea de clases sociales.

También podemos ver la aparición espontánea de clases sociales en una red social dinámica (Skyrms 2004). Las clases se estabilizan por elección racional, pero se desestabilizan por imitación. Dependiendo de los detalles y el momento de la dinámica, la red social puede llegar a ser igualitaria o con una estructura de clases.

División del Trabajo

Hasta ahora, la correlación negativa ha desempeñado un papel bastante siniestro en esta historia. No siempre es así. Al cooperar para producir un bien común, los organismos a veces descubren la eficiencia de la división del trabajo y encuentran una manera de implementarla. Las sociedades humanas modernas son maravillas en su aplicación de la división del trabajo; también lo son las sociedades de células en cualquier organismo multicelular. Al nivel más elemental, podemos suponer que hay dos tipos de especialistas que un individuo puede llegar a ser, A y B, y que estos especialistas son complementarios. Por otro lado, un individuo podría no especializarse en absoluto, sino más bien, menos eficientemente, hacer lo que hacen ambos especialistas. Esto nos da un pequeño juego de división del trabajo:¹⁰

División del Trabajo			
	Especializarse en A	Especializarse en B	Ir Solo
Especializarse en A	0	2	0
Especializarse en B	2	0	0
Ir Solo	1	1	1

En un escenario de encuentros aleatorios, a los especialistas les va mal. La correlación positiva hace que sea peor. Lo que se requiere para obtener el despegue de la división del trabajo es el tipo correcto de correlación negativa. No todos los mecanismos de correlación que hemos discutido aquí hacen el truco.¹¹ Lo que funciona mejor es la formación dinámica de la red social, donde la estructura de la red evoluciona rápidamente. Los especialistas rápidamente aprenden a asociarse con especialistas complementarios, y luego los especialistas su-

¹⁰ Para el análisis de diferentes juegos de división del trabajo, motivados por la evolución de los coronavirus, véase Wahl 2002.

¹¹ Un modelo de señalización que la población enfrenta es cuando un individuo interactúa con otro que envía la misma señal. Ver Skyrms 2004.

peran a los que van solos. El efecto de la correlación depende de la naturaleza de la interacción.

Grupos revisados

Los individuos a veces forman grupos que tienen una permanencia y uniformidad de interacción con otros grupos que los califican para ser considerados como individuos. Esto ocurre en varios niveles de la evolución. Nosotros mismos somos tales grupos de células. Y los seres humanos participan en diversos *corpora* -equipos sociales, estados, grupos ideológicos - que interactúan con otros.

La forma en que estos *súper individuos* se forman y se mantienen unidos (o no) es un tema central tanto de la biología (R. Alexander 1979, 1987, Buss 1987, Maynard Smith y Szathmari 1995, Frank 1998, 2003) como de las ciencias sociales. No hay una respuesta única, pero las respuestas pueden incluir tanto elementos de cooperación como de rencor. Un factor importante es el castigo de las personas que actúan en contra de los intereses del grupo. Una gran literatura experimental documenta la disposición de muchas personas a pagar para castigar a los "free riders" en los juegos de provisión de bienes públicos y demuestra que tal castigo es capaz de estabilizar altos niveles de cooperación.¹² Este es también un hallazgo importante de los estudios de Ostrom sobre el gobierno auto-organizado de los bienes comunes (1990). El castigo costoso es, desde un punto de vista evolutivo, una forma de rencor - aunque no es llamado por ese nombre en la literatura.

El nombre puede parecer al lector demasiado lúgubre en el caso de los modestos y graduados castigos encontrados en los estudios de Ostrom sobre el éxito de la gestión colectiva cooperativa. Pero en súper individuos estrechamente organizados, el castigo puede ser draconiano. Los regímenes totalitarios o las ideologías califican a los que violan las normas sociales como traidores o herejes. Pueden ser lapidados a muerte. Han sido quemados en la hoguera. Los justos que llevan a cabo tales actos, sin duda creen que están involucrados en un "castigo altruista". También hay que pensar en el lado oscuro del castigo.

Cuando se forman grupos que pueden operar más o menos como súper individuos, las interacciones de los mismos súper individuos también son susceptibles a los efectos de correlación positiva y negativa descritos anteriormente. Pueden cooperar o no para producir un bien común. Sus interacciones pueden ejemplificar el rencor - no sólo en su comportamiento, como las bacterias, sino también en el sentido psicológico pleno de la palabra.

Las interacciones repetidas, las alianzas, la interacción local en un paisaje geográfico, las señales, las etiquetas, y la formación de redes - todo juega un rol. La división del trabajo se ve facilitada por las redes de comercio, y el comercio puede promover tanto el lado bueno como el malo de la correlación negativa.

La correlación negativa conducente al rencor en poblaciones pequeñas puede adquirir mayor significación cuando se consideran interacciones entre los grupos. Una población local de seis naciones que interactúan es quizás más plausible que una población local de seis ratones que interactúan.

¹² Por ejemplo, véase Ostrom, Walker y Gardner 1992; y Fehr y Gächter 2000, 2002. El castigo costoso ya está implícito en el comportamiento de los receptores en experimentos con juegos del ultimátum desde Güth, Schmittberger y Schwartz (1982) a Henrich et al. (2004).

La Evolución y el Contrato Social

Una teoría evolutiva del contrato social presenta cierto contraste con la teoría del contrato social tal como se la practica en el tratamiento filosófico contemporáneo de John Harsanyi y John Rawls. Ellos asumen que todo el mundo es, en cierto sentido, racional. Y asumen que en la situación de elección relevante-detrás de un velo de ignorancia- los electores relevantes son todos básicamente iguales. Todos tienen la misma regla de elección racional,¹³ todos tienen los mismos valores básicos, y por lo tanto todos hacen la misma elección.¹⁴ La correlación de tipos no juega ningún rol porque se supone que sólo hay un tipo relevante.

La teoría evolutiva de los juegos trae diferentes tipos de individuos a la imagen desde el principio. La teoría evolutiva de los juegos está llena de contingencia. Hay típicamente muchos equilibrios; hay muchos posibles contratos sociales alternativos. La población podría no llegar nunca al equilibrio, sino más bien a un ciclo o describir una órbita caótica. Mutación, invención, experimentación y choques ambientales externos agregan otra capa de contingencia.

La teoría evolutiva de los juegos tiene cierta afinidad con la teoría de la elección racional en ausencia de correlación.¹⁵ Esto desaparece cuando las interacciones están correlacionadas. Pero la correlación, positiva y negativa, es el corazón del contrato social. La correlación lo pone en marcha. La correlación le permite crecer y desarrollar formas más complejas. Las instituciones y redes sociales evolucionan para permitir y mantener la correlación. La correlación explica mucho de lo que es admirable y de lo que es despreciable en los contratos sociales existentes: lo que nos gustaría conservar y lo que nos gustaría cambiar. Una mejor comprensión de la dinámica de la correlación debe ser una preocupación central de la filosofía social darwiniana.

Quisiera agradecer a mis comentaristas en el simposio de Tanner, Eleanor Ostrom, Michael Smith y Peyton Young, por sus valiosos comentarios sobre la conferencia. También quiero agradecer a Jeffrey Barrett, Louis Narens, Don Saari, Rory Smead, Elliott Wagner, Jim Woodward y Kevin Zollman por sus comentarios sobre borradores anteriores, lo que mejoró mucho la conferencia.

¹³ Pero los teóricos discrepan sobre la naturaleza de la elección racional. Rawls minimiza la pérdida máxima; Harsanyi maximiza la ganancia esperada.

¹⁴ El teórico indica cuál será la elección.

¹⁵ En grandes poblaciones, la aptitud esperada puede ser calculada usando las proporciones de la población en lugar de las probabilidades subjetivas de la teoría de la elección racional.

Referencias

- Alexander, J. M. 2000. "Evolutionary Explanations of Distributive Justice." *Philosophy of Science* 67: 490–516.
- . 2007. *The Structural Evolution of Morality*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Alexander, J. M., and B. Skyrms. 1999. "Bargaining with Neighbors: Is Justice Contagious?" *Journal of Philosophy* 96: 588–98.
- Alexander, R. D. 1979. *Darwinism and Human Affairs*. Seattle: University of Washington Press.
- . 1987. *The Biology of Moral Systems*. New York: de Gruyter.
- Axelrod, R. 1981. "The Emergence of Cooperation among Egoists." *American Political Science Review* 75: 306–18.
- . 1984. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books.
- Axelrod, R., and W. D. Hamilton. 1981. "The Evolution of Cooperation." *Science* 211: 1390–96.
- Axtell, R., J. M. Epstein, and H. P. Young. 2006. "The Emergence of Classes in a Multi-agent Bargaining Model." In *Generative Social Science: Studies in Agent-Based Computational Modeling*, 177–95. Princeton: Princeton University Press.
- Bergstrom, T. 2002. "Evolution of Social Behavior: Individual and Group Selection Models." *Journal of Economic Perspectives* 16: 231–38.
- Bergstrom, T., and O. Stark. 1993. "How Altruism Can Prevail in an Evolutionary Environment." *American Economic Review* 83: 149–55.
- Binmore, K. 1994. *Game Theory and the Social Contract I: Playing Fair*. Cambridge: MIT Press.
- . 1998. *Game Theory and the Social Contract II: Just Playing*. Cambridge: MIT Press.
- . 2005. *Natural Justice*. Oxford: Oxford University Press.
- Binmore, K., L. Samuelson, and H. P. Young. 2003. "Equilibrium Selection in Bargaining Models." *Games and Economic Behavior* 45: 296–328.
- Björnerstedt, J., and J. W. Weibull. 1996. "Nash Equilibrium and Evolution by Imitation." In *The Rational Foundations of Economic Behavior*, edited by K. J. Arrow et al. New York: St. Martin's Press.
- Bonacich, P., and T. Liggett. 2003. "Asymptotics of a Matrix-Valued Markov Chain Arising from Sociology." *Stochastic Processes and Their Applications* 104: 155–71.
- Braithwaite, R. B. 1955. *The Theory of Games as a Tool for the Moral Philosopher*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Burlando, R. M., and F. Guala. 2005. "Heterogeneous Agents in Public Goods Experiments." *Experimental Economics* 8: 35–54.
- Buss, L. W. 1987. *The Evolution of Individuality*. Princeton: Princeton University Press.
- Dewey, J. 1910. *The Influence of Darwin on Philosophy, and Other Essays in Contemporary Thought*. New York: Henry Holt.
- Dieckmann, T. 1999. "The Evolution of Conventions with Mobile Players." *Journal of Economic Behavior and Organization* 38: 93–111.
- Durrett, R., and S. Levin. 1994. "The Importance of Being Discrete (and Spatial)." *Theoretical Population Biology* 46: 363–94.

- Ellison, G. 1993. "Learning, Local Interaction, and Coordination." *Econometrica* 61: 1047–71.
- . 2000. "Basins of Attraction, Long-Run Stochastic Stability, and the Speed of Step-by-Step Evolution." *Review of Economic Studies* 67: 17–45.
- Ely, J. 2002. "[Local Conventions](#)." *Advances in Theoretical Economics* 2, no. 1.
- Epstein, J. M. 2006. *Generative Social Science: Studies in Agent-Based Computational Modeling*. Princeton: Princeton University Press.
- Eshel, I., and L. L. Cavalli-Sforza. 1982. "Assortment of Encounters and the Evolution of Cooperativeness." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 79: 331–35.
- Eshel, I., E. Sansone, and A. Shaked. 1999. "The Emergence of Kinship Behavior in Structured Populations of Unrelated Individuals." *International Journal of Game Theory* 28: 447–63.
- Fehr, E., and S. Gächter. 2000. "Cooperation and Punishment in Public Goods Experiments." *American Economic Review* 90: 980–94.
- . 2002. "Altruistic Punishment in Humans." *Nature* 415: 137–40.
- Feldman, M., and E. Thomas. 1987. "Behavior-Dependent Contexts for Repeated Plays in the Prisoner's Dilemma II: Dynamical Aspects of the Evolution of Cooperation." *Journal of Theoretical Biology* 128: 297–315.
- Fischbacher, U., and S. Gächter. 2006. "Heterogeneous Social Preferences and the Dynamics of Free-Riding in Public Goods." Working paper, University of Zurich.
- Frank, S. A. 1995. "George Price's Contributions to Evolutionary Genetics." *Journal of Theoretical Biology* 175: 373–88.
- . 1998. *Foundations of Social Evolution*. Princeton: Princeton University Press.
- . 2003. "Perspective: Repression of Competition and the Evolution of Cooperation." *Evolution* 57: 693–705.
- Fudenberg, D., and D. Levine. 1998. *A Theory of Learning in Games*. Cambridge: MIT Press.
- Gardner, A., and S. A. West. 2004. "Spite and the Scale of Competition." *Journal of Evolutionary Biology* 17: 1195–1203.
- Gauthier, D. 1985. "Bargaining and Justice." *Social Philosophy and Policy* 2: 29–47.
- . 1986. *Morals by Agreement*. Oxford: Oxford University Press.
- Gibbard, A. 1990. *Wise Choices, Apt Feelings: A Theory of Normative Judgement*. Cambridge: Harvard University Press.
- Grafen, A. 1984. "Natural Selection, Kin Selection, and Group Selection." In *Behavioral Ecology: An Evolutionary Approach*, edited by J. R. Krebs and N. B. Davies, 62–84. Sunderland, Mass.: Sinauer.
- . 1985. "A Geometric View of Relatedness." In *Oxford Surveys in Evolutionary Biology*, edited by R. Dawkins and M. Ridley, 2:28–89. Oxford: Oxford University Press.
- Greif, A. 1989. "Reputations and Coalitions in Medieval Trade." *Journal of Economic History* 49: 857–82.
- . 2006. *Institutions and the Path to the Modern Economy: Lessons from Medieval Trade*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Güth, W., R. Schmittberger, and B. Schwartz. 1982. "An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining." *Journal of Economic Behavior and Organization* 3: 367–88.
- Hamilton, W. D. 1963. "The Evolution of Altruistic Behavior." *American Naturalist* 97: 354–56.
- . 1964. "The Genetical Evolution of Social Behavior I and II." *Journal of Theoretical Biology* 7: 1–52.
- . 1971. "Selection of Selfish and Altruistic Behavior in Some Extreme Models." In *Man and Beast*, edited by J. F. Eisenberg and W. S. Dillon, 59–91. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- . 1995. *Narrow Roads of Gene Land. Vol. 1, Evolution of Social Behavior*. New York: W. H. Freeman.
- Hampton, J. 1996. *Hobbes and the Social Contract Tradition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Harms, W. 2001. "Cooperative Boundary Populations: The Evolution of Cooperation on Mortality Risk Gradients." *Journal of Theoretical Biology* 213: 299–313.
- . 2004. *Information and Meaning in Evolutionary Processes*. New York: Cambridge University Press.
- Harms, W., and B. Skyrms. 2007. "Evolution of Moral Norms." In *Oxford Handbook in the Philosophy of Biology*, edited by Michael Ruse. Oxford: Oxford University Press.
- Harsanyi, J. 2007. *Essays on Ethics, Social Behaviour, and Scientific Explanation*. Dordrecht: Reidel.
- Hegselmann, R. 1996. "Social Dilemmas in Lineland and Flatland." In *Frontiers of Social Dilemmas Research*, edited by W. B. G. Liebrand and D. Messick, 337–62. Berlin: Springer Verlag.
- Henrich, J., R. Boyd, S. Bowles, C. Camerer, E. Fehr, and H. Gintis. 2004. *Foundations of Human Sociality: Economic Experiments and Ethnographic Evidence from Fifteen Small-Scale Societies*. New York: Oxford University Press.
- Hofbauer, J., and K. Sigmund. 1998. *Evolutionary Games and Population Dynamics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Iwasa, Y., M. Nakamaru, and S. A. Levin. 1998. "Allelopathy of Bacteria in a Lattice Population: Competition between Colicin-Sensitive and Colicin Producing Strains." *Evolutionary Ecology* 12: 785–802.
- Johnstone, R. A., and R. Bshary. 2004. "Evolution of Spite through Indirect Reciprocity." *Proceedings of the Royal Society of London B* 271: 1917–22.
- Kandori, M. 1992. "Social Norms and Community Enforcement." *Review of Economic Studies* 59: 63–80.
- Kavka, G. 1986. *Hobbesian Moral and Political Theory*. Princeton: Princeton University Press.
- Kitcher, P. 1993. "The Evolution of Human Altruism." *Journal of Philosophy* 10: 497–516.
- Liggett, T. M., and S. W. W. Rolles. 2004. "An Infinite Stochastic Model of Social Network Formation." *Stochastic Processes and Their Applications* 113: 65–80.
- Luce, R. D., and H. Raiffa. 1957. *Games and Decisions*. New York: Wiley.
- Maynard Smith, J. 1964. "Group Selection and Kin Selection." *Nature* 201: 1145–47.

- . 1982. *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Maynard Smith, J., and E. Szathmari. 1995. *The Major Transitions in Evolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Milgrom, P., D. North, and B. Weingast. 1990. "The Role of Institutions in the Revival of Trade: The Law Merchant, Private Judges, and the Champagne Fairs." *Economics and Politics* 2: 1–23.
- Nowak, M. A., and R. M. May. 1992. "Evolutionary Games and Spatial Chaos." *Nature* 359: 826–29.
- Nowak, M. A., and K. Sigmund. 1998. "Evolution of Indirect Reciprocity by Image Scoring." *Nature* 393: 573–77.
- Oechssler, J. 1997. "Decentralization and the Coordination Problem." *Journal of Economic Behavior and Organization* 32: 119–35.
- Ostrom, E. 1990. *Governing the Commons*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ostrom, E., J. Walker, and R. Gardner. 1992. "Covenants with and without a Sword: Self-Governance Is Possible." *American Political Science Review* 86: 404–17.
- Pacheco, J. M., A. Traulsen, and M. A. Nowak. 2006. "Active Linking in Evolutionary Games." *Journal of Theoretical Biology* 243: 437–43.
- Page, T., L. Putterman, and B. Unel. 2005. "Voluntary Association in Public Good Experiments: Reciprocity, Mimicry, and Efficiency." *Economic Journal* 115: 1032–53.
- Pemantle, R., and B. Skyrms. 2004a. "Network Formation by Reinforcement Learning: The Long and the Medium Run." *Mathematical Social Sciences* 48: 315–27.
- . 2004b. "Time to Absorption in Discounted Reinforcement Models." *Stochastic Processes and Their Applications* 109: 1–12.
- Pollock, G. B. 1989. "Evolutionary Stability in a Viscous Lattice." *Social Networks* 11: 175–212.
- Price, G. R. 1970. "Selection and Covariance." *Nature* 227: 520–21.
- Ratnieks, F., and K. Visscher. 1989. "Worker Policing in the Honeybee." *Nature* 342: 796–97.
- Rawls, J. 1957. "Justice as Fairness." *Journal of Philosophy* 54: 653–62.
- . 1971. *A Theory of Justice*. Cambridge: Harvard University Press.
- Robson, A. J. 1990. "Efficiency in Evolutionary Games: Darwin, Nash, and the Secret Handshake." *Journal of Theoretical Biology* 144: 379–96.
- Samuelson, L. 1997. *Evolutionary Games and Equilibrium Selection*. Cambridge: MIT Press.
- Santos, F. C., J. M. Pacheco, and T. Lenaerts. 2006. "Cooperation Prevails When Individuals Adjust Their Social Ties." *PLoS Computational Biology* 2, no. 10: 1–6.
- Scanlon, T. 1998. *What We Owe to Each Other*. Cambridge: Harvard University Press.
- Schelling, T. 1960. *The Strategy of Conflict*. Cambridge: Harvard University Press.
- Schlag, K. H. 1998. "Why Imitate and If So, How? A Boundedly Rational Approach to Multi-armed Bandits." *Journal of Economic Theory* 78: 130–56.

- Skyrms, B. 1996. *Evolution of the Social Contract*. Cambridge: Cambridge University Press.
- . 2001. “The Stag Hunt.” *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association* 75: 31–41.
- . 2004. *The Stag Hunt and the Evolution of Social Structure*. Cambridge: Cambridge University Press.
- . 2007. “Dynamic Networks and the Stag Hunt: Some Robustness Considerations.” *Biological Theory* 2, no. 1: 1–3.
- Skyrms, B., and R. Pemantle. 2000. “A Dynamic Model of Social Network Formation.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 97: 9340–46.
- . forthcoming. “Learning to Network.” In *Probability in Science*, edited by E. Eells and J. Fetzer. Chicago: Open Court.
- Sober, E., and D. S. Wilson. 1998. *Unto Others: The Evolution and Psychology of Unselfish Behavior*. Cambridge: Harvard University Press.
- Sugden, R. 1986. *The Economics of Rights, Cooperation, and Welfare*. Oxford: Basil Blackwell.
- Trivers, R. 1971. “The Evolution of Reciprocal Altruism.” *Quarterly Review of Biology* 46: 35–57.
- Vanderschraaf, P. 1998. “The Informal Game Theory in Hume’s Account of Convention.” *Economics and Philosophy* 14: 215–47.
- . 2006. “War or Peace: A Dynamical Analysis of Anarchy.” *Economics and Philosophy* 22: 243–79.
- Vanderschraaf, P., and J. M. Alexander 2005. “Follow the Leader: Local Interaction with Influence Neighborhoods.” *Philosophy of Science* 72: 86–113.
- Wahl, L. M. 2002. “Evolving the Division of Labor: Generalists, Specialists, and Task Allocation.” *Journal of Theoretical Biology* 219: 371–88.
- Weibull, J. 1995. *Evolutionary Game Theory*. Cambridge: MIT Press.
- Wright, S. 1921. “Systems of Mating III: Assortative Mating Based on Somatic Resemblance.” *Genetics* 6: 144–61.
- . 1945. “Tempo and Mode in Evolution: A Critical Review.” *Ecology* 26: 415–19.
- Young, H. P. 1993a. “An Evolutionary Model of Bargaining.” *Journal of Economic Theory* 59: 145–68.
- . 1993b. “The Evolution of Conventions.” *Econometrica* 61: 57–84.
- . 1998. *Individual Strategy and Social Structure*. Princeton: Princeton University Press.
- Zollman, K. 2005. “Talking to Neighbors: The Evolution of Regional Meaning.” *Philosophy of Science* 72: 69–85.