

COOPERAR O NO COOPERAR, ESA ES LA CUESTIÓN

Ornela De Gasperin Quintero

Red de Ecoetología, INECOL, A. C.

ornela.degasperin@inecol.mx



Fotografía: Anish Roy, Pixabay

La cooperación es un fenómeno biológico que ha cautivado a la comunidad científica por siglos. **Los ejemplos clásicos de cooperación en la naturaleza son muy diversos e incluyen a las sociedades de abejas, hormigas, termitas, y avispas.** Estas sociedades pueden ser espectacularmente complejas, ya que pueden contener más de 20 millones de individuos, los cuales tienen distintas castas sociales. La casta obrera ayuda a su madre (en el caso de las hormigas, abejas, y avispas; Figura 1A), o a su padre y a su madre (en el caso de las termitas; Figura 1B), a reproducirse sin reproducirse la obrera misma. Otro ejemplo se observa en las suricatas, donde individuos ‘subordinados’ regalan su comida a los ‘dominantes’ (Figura 2). Incluso hay cooperación en los virus, los cuales bloquean las señales de alarma que intenta emitir la célula infectada para alertar a células vecinas. Esta conducta es costosa para el virus (si el virus emite esta señal, hace menos copias de sí mismo), pero beneficia a los virus vecinos, quienes logran infectar células vecinas porque éstas no lograron prepararse para la infección. Estos ejemplos nos muestran que **el mundo natural está lleno de casos en donde la cooperación es la regla y no la excepción.**



Desde el punto de vista de la biología evolutiva, la cooperación es cualquier conducta que le proporciona un beneficio a otro individuo (no al actor de la conducta), y que evolucionó al menos parcialmente por este beneficio. La evolución de estas conductas parece contradecir los principios básicos de la evolución. Si un gen hace que un individuo no se reproduzca y ayuda a otros a reproducirse, ¿cómo es que no desaparece este gen? **¿Cómo podemos unificar la presencia de estas conductas con una visión Darwiniana de la evolución, en donde las estrategias que maximizan la supervivencia y la reproducción de los individuos son favorecidas por la selección natural?**



Figura 2. Las suricatas viven en sociedades, en donde las subordinadas le regalan su comida a las dominantes. Fotografías: Wirestock, Freepik

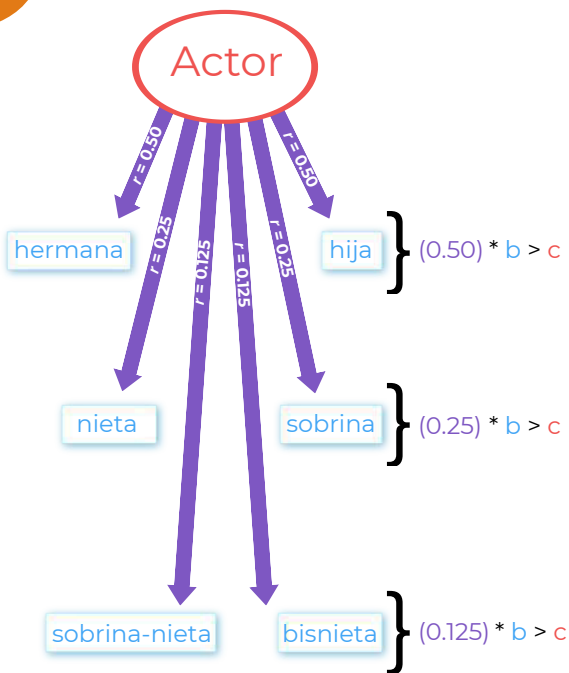
Este gran misterio de la cooperación lo resolvió William Hamilton, un biólogo británico. Hamilton fue el primero en describir cómo un individuo puede pasar copias de sus genes no sólo por descendencia directa (de padres y madres a hijos e hijas), sino también por descendencia indirecta (a través de la reproducción de parientes). Hamilton condensó esta idea en una fórmula tan elegante como sencilla que se conoce como la Regla de Hamilton (Figura 3A). En esta regla, Hamilton sintetizó cómo, los costos de ayudar a alguien pueden compensarse, siempre y cuando esa conducta vaya dirigida a un pariente; y siempre y cuando los beneficios para el pariente de recibir esta conducta sean más grandes que los costos para el actor (para el individuo 'altruista'). Por ejemplo, si un padre o una madre comparte el 50% de sus genes con cada hija/o (el otro 50% viene del otro progenitor), una conducta 'altruista' de una madre hacia su hija será seleccionada (el gen que determina esa conducta se puede expandir en una población) si el beneficio para la hija es el doble de grande que el costo para la madre (Figura 3B). Utilizando esta regla, podemos predecir qué tan probable es que ocurra una conducta cooperativa, según el nivel de parentesco entre los individuos y los costos y los beneficios de dicha conducta. **Entre más pequeño el parentesco entre los organismos que interactúan, más grande debe de ser el beneficio de la conducta cooperativa para quien la recibe – o menos costosa para el actor, para que ésta se seleccione.**

(A)

$$r * b > c$$

r = parentesco; b = beneficio al pariente; c = costo al actor

(B)



El beneficio de una acción dirigida a una **hermana** o a una **hija** debe ser **dos veces más grande** que el **costo al actor**

El beneficio de una acción dirigida a una **sobrina** o una **nieta** debe ser **cuatro veces más grande** que el **costo al actor**

El beneficio de la acción a una **sobrina-nieta** o una **bisnieta** debe ser **ocho veces más grande** que el **costo al actor**

Figura 3. (A) La regla de Hamilton predice en qué situaciones se seleccionará el altruismo, y en qué situaciones no. El producto de la relación entre el parentesco y el beneficio de la conducta altruista para quien la recibe debe ser mayor que el costo de esa misma conducta para el actor. Diagrama: Ornela De Gasperín Quintero. (B) Ejemplos de distintos niveles de parentesco entre un 'actor' y sus parientes (individuos femeninos por practicidad). Elaboración propia

Tanto entre especies de hormigas como entre especies de aves, entre más alto el parentesco en el grupo social, más alto el nivel de cooperación. En hormigas, el nivel de parentesco es mayor cuando la colonia tiene una sola reina, y cuando ella se aparea con un solo macho. Y únicamente en estas especies evolucionó la esterilidad obligada de la casta obrera. En aves, el parentesco es mayor cuando hay bajos niveles de promiscuidad en la familia; es decir, cuando hay pocos huevos 'extramaritales' (Figura 4; A y B). Por ello en especies en donde hay menos promiscuidad suele haber más individuos ayudando a sus padres y madres a producir más crías que en especies con mayor promiscuidad. El hallazgo de resultados consistentes con la regla de Hamilton entre organismos tan distintos como hormigas y aves le da fortaleza a esta regla, ya que estos resultados no dependen de un sistema biológico específico, sino que reflejan un proceso biológico general.



Figura 4. Se han encontrado patrones consistentes con la regla de Hamilton tanto entre especies de hormigas, como entre especies de aves. (A) Una hembra y macho apareándose de la especie de hormiga *Formica selysi*. Fotografía: Ornela De Gasperin Quintero



Figura 4. (B) La presencia de huevos extramaritales (huevo rojo) reduce la probabilidad de que haya crías que se quedan a ayudar a su familia a cuidar de sus hermanos y hermanas.

Fotografía: Freepik

Además de explicar la variación en niveles de cooperación entre especies (como los ejemplos entre especies de hormigas y entre especies de aves), **la regla de Hamilton también nos ayuda a explicar la variación en niveles de cooperación entre individuos (células individuales) dentro de una misma población.** Por ejemplo, la bacteria *Pseudomonas aeruginosa* (Figura 5) produce servicios comunes: algunas células secretan sustancias y enzimas que son costosas de producir de manera individual, pero que le ayudan a toda la colonia a colonizar un hospedero. Es decir, en este caso las bacterias producen sustancias que les representan un costo energético, pero que benefician a la colonia. ¿Por qué no hay bacterias que obtienen el beneficio de los servicios comunes producidos por otras bacterias, sin pagar el costo de secretarlas ellas? Estudios experimentales han encontrado que las bacterias producen este servicio común a la colonia de manera condicional, secretando esas enzimas sólo cuando los recursos son suficientes en el entorno y por lo tanto los costos son bajos. Además, si se reduce experimentalmente el parentesco entre miembros de una colonia, la conducta cooperativa se pierde.

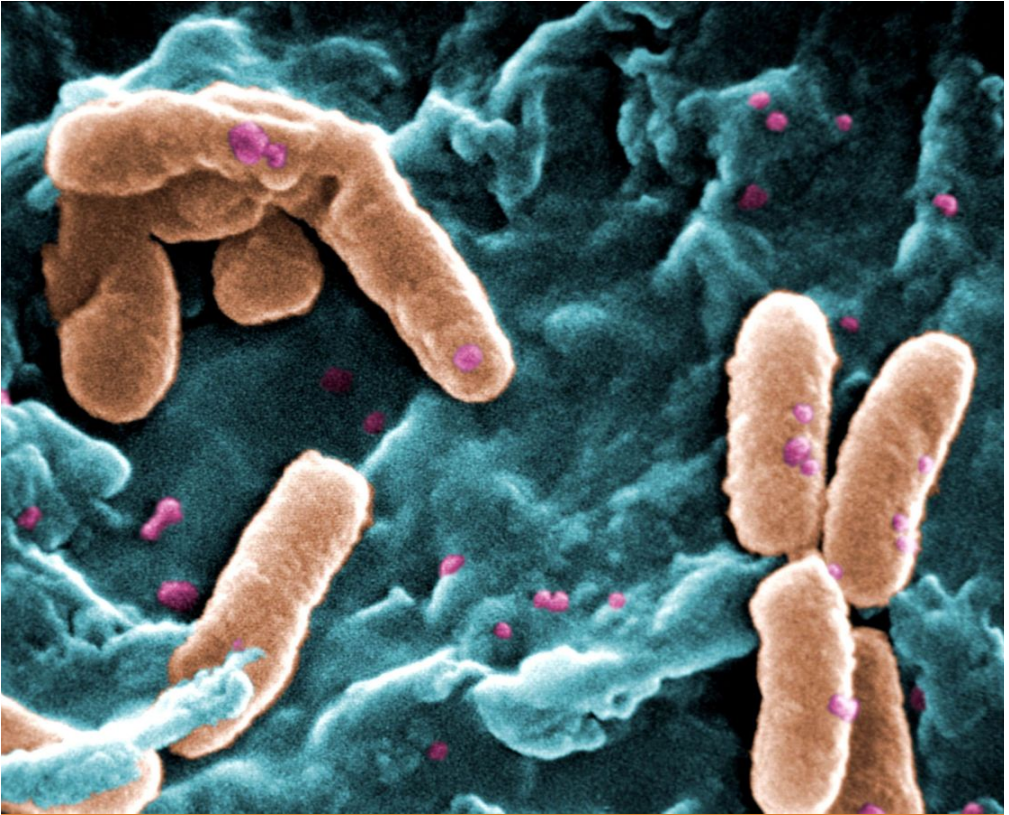


Figura 5. La bacteria *Pseudomonas aeruginosa*, un sistema de estudio de cooperación.
Fotografía: Janice Haney Carr, USDCDP, Pixno

La selección por parentesco de Hamilton es la idea más importante en el área de la biología evolutiva desde que Darwin publicó ‘El origen de las especies’ en 1859. Hamilton revolucionó nuestro conocimiento sobre la evolución y la selección natural, y nos ayudó a explicar en qué situaciones será beneficioso para un organismo cooperar, y en qué situaciones no.

Entonces, ¿cooperar o no cooperar? La cuestión depende de los costos, los beneficios, y del nivel de parentesco con quien se considere cooperar.

Para saber más:

·West SA, Griffin AS, Gardner A. 2007. Evolutionary explanations for cooperation. *Current Biology* 17, R661–R672.

·West SA, Cooper GA, Ghoull MB, Griffin AS. 2021. Ten recent insights for our understanding of cooperation. *Nature Ecology & Evolution* 5, 419–430. doi:10.1038/s41559-020-01384-x.

Fotografía: Wirestock en Freepik