

# Come far cooperare individui egoisti?

Yannick Viossat, professore presso l'Università Paris-Dauphine

*La cooperazione è al centro di molti comportamenti sociali e biologici. La teoria dei giochi può spiegare la scelta delle strategie di cooperazione e comprenderne i meccanismi in contesti in cui gli individui sono in concorrenza, dalle situazioni di guerra alla regolamentazione della pesca.*

Il mondo vivente offre molti esempi di cooperazione: gli insetti sociali, i versi degli animali per indicare la presenza di un predatore, gli impala che si puliscono a vicenda ... Darwin considerava questi comportamenti cooperativi come un enigma e una sfida alla sua teoria. La selezione naturale non dovrebbe incoraggiare un comportamento egoista? Questo paradosso della cooperazione è al centro dell'analisi delle principali transizioni nell'evoluzione, come la comparsa della vita o quella degli organismi multicellulari. In alcune di queste transizioni, piccole entità cooperano per formare un'entità più complessa. Queste costruzioni sussistono, anche se sembrano esposte all'apparizione di individui parassiti, che sfruttano la cooperazione degli altri, ma che non cooperano essi stessi.

Capire l'origine e il funzionamento della cooperazione nel mondo vivente è un problema centrale in biologia evolutiva.



## Interesse collettivo, interessi individuali

Queste simili sorgono in scienze sociali. Molti conflitti esistono tra l'interesse collettivo e gli interessi individuali. Può, dunque, la cooperazione emergere spontaneamente? Più concretamente: perché continuiamo a pescare troppo e ad esaurire il patrimonio ittico? O viceversa, perché in alcune trincee della prima guerra mondiale, i soldati hanno evitato volutamente di interferire con il rifornimento dei loro nemici?

La matematica permette di fare luce su questi interrogativi, analizzando i modelli di conflitto tra l'interesse collettivo e gli interessi individuali. Il più semplice di questi modelli, chiamato per motivi aneddotici il dilemma del prigioniero, è il seguente: due individui, chiamati giocatore 1 e giocatore 2, devono decidere di aiutarsi a vicenda (cooperare) o di non aiutarsi (tradire). Ogni giocatore deve effettuare la sua scelta senza conoscere la scelta dell'altro.

Cooperare produce un beneficio di 4 all'altro, ma costa 1 a chi coopera. Il tradimento non dà nulla e non costa nulla. Quindi, se i giocatori cooperano tra loro, entrambi guadagnano 4-1 = 3. La tabella seguente riassume le azioni e i corrispondenti guadagni. I guadagni del giocatore 1 (G1) sono in rosso, quelli del giocatore 2 (G2) in blu. Il valore esatto di questi guadagni non è essenziale purché il loro ordine (dal più piccolo al più grande) rimanga invariato.

Molte situazioni della vita quotidiana presentano delle analogie: i bambini che pos-

		G2	Se G2 coopera (C)	Se G2 tradisce (T)
G1				
Se G1 coopera (C)	3,3		-1,4	
	4, -1		0,0	

sono prestarsi i loro giocattoli (C) o non prestarseli (T); le grandi potenze durante la Guerra Fredda, potevano limitare i loro armamenti (C) o armarsi sempre di più (T); i cittadini possono riciclare i rifiuti (C) o oppure no (T), ecc.

L'analisi di queste situazioni è quella della teoria dei giochi. Questo ramo della matematica esamina l'interazione tra attori che si comportano secondo una strategia. Riguarda tutte quelle situazioni in cui degli attori devono prendere delle decisioni che ne determinano l'esito.



## Assicurare il futuro

La teoria dei giochi ha identificato diversi meccanismi per superare i conflitti tra l'interesse pubblico e gli interessi individuali. Vediamo ora il funzionamento e i limiti di uno di questi meccanismi.

canismi: la reciprocità diretta (aiutare coloro che ci aiutano).

## Altri meccanismi di cooperazione

La reciprocità diretta non è l'unico meccanismo sul quale può basarsi la cooperazione tra individui. Tra gli altri possiamo citare: la creazione di istituzioni incaricate di far rispettare i contratti, la reciprocità indiretta (aiutare coloro che hanno aiutato gli altri) o la selezione per parentela (aiutare le persone che sono legate a noi), fondamentale in biologia.

Ritorniamo al dilemma del prigioniero. Quando il gioco è fatto da una sola partita, la giocata T frutta sempre una unità in più della giocata C (4 invece di 3 se l'altro gioca C, 0 invece di -1 se l'altro gioca T). I due individui sono quindi singolarmente interessati a tradire. Il paradosso sta nel fatto che in questo modo entrambi ottengono 0, mentre se avessero cooperato avrebbero ottenuto 3.

Se invece si fanno diverse partite la situazione cambia: le mie scelte di oggi influenzano le scelte del mio compagno in futuro. Cooperare può essere una forma di investimento: qualcosa che mi fa guadagnare meno nell'immediato può fruttare maggiori guadagni in futuro, se questo mio comportamento renderà l'altro più cooperativo. Tuttavia, se l'altro giocatore tradisce sistematicamente, anch'io ho interesse a

tradire. Dunque non esiste una strategia che sia sempre la migliore.

*Le mie scelte di oggi influenzano le scelte del mio compagno in futuro.*

Tuttavia, alcune strategie producono spesso buoni risultati. La strategia *Do ut des*, in particolare, ha vinto diversi tornei tra computer, dove ogni strategia ha giocato contro le altre e in cui l'obiettivo era quello di avere il più alto punteggio totale. Questa strategia di semplice cooperazione inizia con la cooperazione reciproca e successivamente ripete quello che ha fatto l'altro nel turno precedente.

È non sfruttando gli altri che la *Do ut des* ottiene dei buoni risultati. In realtà, in un duello, non guadagna mai più del suo avversario. Ma riesce a innescare una logica di cooperazione e, in media, ottiene dei punteggi molto buoni. L'analisi dei tornei del dilemma del prigioniero fa emergere alcune caratteristiche delle strategie di successo: cercare di cooperare, non cercare di vincere più degli altri, non lasciarsi sfruttare, perdonare un tradimento episodico, fare scelte comprensibili.

Il sistema del "vivi e lascia vivere" della prima guerra mondiale fornisce un esempio concreto di cooperazione in un contesto difficile. Questo sistema era quello di non attaccare il nemico, purché neanche lui lo facesse. Questo atteggiamento è stato fortemente scoraggiato dal comando militare. Un ufficiale inglese raccontò in questo modo la sua visita

alle trincee: "Sono rimasto stupefatto nel vedere i soldati tedeschi che si muovevano nel raggio d'azione dei nostri fucili. I nostri uomini non sembravano nemmeno accorgersene. (...) Una cosa del genere non dovrebbe essere consentita." Tuttavia, questa dinamica si instaurò in molte parti del fronte, perché nella guerra di trincea, le stesse unità si affrontavano per periodi abbastanza lunghi per far sì che la logica di reciprocità potesse funzionare. Un soldato ha spiegato: "Sarebbe un gioco da ragazzi bombardare le vie di accesso alle trincee, affollata come dovrebbe essere dei mezzi di approvvigionamento (...), ma nel complesso tutto è tranquillo (...). Se si impedisce al nemico di rifornirsi la sua reazione sarà semplice: impedirà il nostro rifornimento."



Un'analisi precisa del dilemma del prigioniero aiuta a capire meglio i fattori che favoriscono le strategie collaborative. Il guadagno con il tradimento non deve essere troppo alto e dovrà esserci sufficiente tempo a disposizione. Perché questo avvenga, bisogna che l'interazione si ripeta per un periodo sufficientemente lungo. Bisogna anche che i giocatori non

sappiano qual è il momento in cui il gioco finisce, altrimenti, all'ultimo turno, i due giocatori hanno convenienza a tradire e, in previsione di ciò, sono portati a tradire al penultimo turno e così via.

## La teoria dei giochi evolutivi

Per capire meglio le condizioni che favoriscono l'instaurarsi di strategie di reciprocità, è utile usare la teoria dei giochi evolutivi. Essa studia le situazioni in cui un gran numero di individui interagiscono e fanno valutare il loro comportamento in base al risultato di interazioni precedenti. Si presume che le strategie che ottengono buoni risultati tendano a diffondersi nella popolazione. Una formulazione precisa di questo principio dà luogo ad un sistema dinamico, in grado di modellizzare fenomeni sia di selezione naturale sia di apprendimento.

*In un mondo in cui si possono commettere errori, è bene riparare ai danni provocati involontariamente agli altri e non vendicarsi sistematicamente delle aggressioni subite.*

Nei modelli di mutazione-selezione, vi è un alternarsi di fasi di tradimento e di cooperazione. Partendo da uno stato in cui nessuno coopera, le mutazioni possono far nascere delle strategie di tipo *Do ut des*. Se queste raggiungono una frequenza sufficientemente elevata, esse ottengono risultati migliori del tradimento e invadono la popolazione. Questo porta a uno stato in cui tutti gli individui giocano con una

strategia di cooperazione. La strategia che consiste nel cooperare indiscriminatamente può allora aumentare di frequenza, in quanto non porta ad una contro-selezione. Ma se i cooperatori indiscriminati sono troppo frequenti, la strategia di tradimento è favorita e può diventare predominante fino a quando non comincia un nuovo ciclo.

Ora supponiamo che in ogni fase, con una piccola probabilità, i giocatori non riescano a realizzare l'azione che hanno scelto: essi cooperano invece di tradire, o il contrario. Quando *Do ut des* gioca contro se stesso, il primo errore innesca una faida distruttiva (vedi figura 1). Pertanto, *Do ut des* non può instaurarsi stabilmente nella popolazione

Giocatore 1	C...C <small>T</small> CTC ... TCC
Giocatore 2	C...CCTCT ... CCC

*Figura 1. Do ut des contro un altro giocatore  
Do ut des, con errori (C significa "cooperare"  
e T "tradire").*

Un tradimento involontario (in rosso) porta ad un'alternanza di cooperazione e tradimento. Bisogna aspettare una cooperazione involontaria (in blu) per riprendere la cooperazione. Altre strategie di cooperazione prendono il sopravvento, ad esempio il *Do ut des "pentito"* prevede di compensare un tradimento errato cooperando due volte qualsiasi cosa faccia l'altro oppure il *Do ut des "generoso"* che coopera con probabilità positiva, anche se l'altro ha tradito. Queste piccole differenze possono far superare le crisi causate da un tradimento involontario. In un mondo in cui si possono commettere errori, è bene riparare ai

danni provocati involontariamente e non vendicarsi sistematicamente delle aggressioni subite.

## **La pesca o la tempesta di neve: altri tipologie di modelli**

Fin qui abbiamo ipotizzato che l'interazione si ripetesse, ma che il valore delle vincite durante il gioco non mutasse. Ora, immaginate un modello volontario per la regolamentazione della pesca, dove un gran numero di attori deve decidere la quantità di pesce che si può pescare ogni anno. Pescare poco permette alla fauna ittica di rinnovarsi, ed è analogo a cooperare. Pescare il più possibile esaurisce le risorse, ed è analogo al tradimento. Ogni attore ha una piccola influenza sull'evoluzione delle scorte ittiche, il suo interesse individuale è quello di pescare il più possibile, anche se, collettivamente, è consigliabile limitare lo sfruttamento. La situazione è analoga a quella del dilemma del prigioniero.

Tuttavia, una rappresentazione più accurata dovrebbe tener conto dell'evoluzione dell'abbondanza di pesce. "Pesca il più possibile", per esempio, frutta sempre meno via via che le scorte si esauriscono. Il guadagno dei giocatori in un dato momento dipende quindi, non solo dalle loro azioni presenti, ma anche dallo stato generale del sistema, che nel nostro caso è la riserva di pesce. Questo stato si evolve in base alle azioni dei diversi attori e dei possibili rischi. Lo studio di questo tipo di situazione richiede modelli più avanzati, che conducono ai *giochi stocastici*.

Un'altra ipotesi che abbiamo implicitamente utilizzato è che un individuo abbia uguale possibilità di interagire con ciascuno degli altri individui. In realtà, interagiamo in primo luogo con i nostri colleghi, i nostri amici o nostri vicini. Questo può essere preso in considerazione assumendo che gli individui siano collocati in uno spazio e interagiscano principalmente con i loro vicini. L'analisi di questi modelli ha mostrato che nel dilemma del prigioniero la cooperazione emerge più facilmente quando le interazioni sono locali rispetto ai casi in cui gli individui interagiscono con qualsiasi altro individuo.

Allo stesso modo è istruttivo studiare modelli dove il conflitto tra interessi individuali e interesse pubblico non è così brutale. Nel gioco della tempesta di neve, per esempio, due guida-tori trovano la strada interrotta per la neve. Ognuno ha una pala nella sua auto, e può sia sgombrare la strada (cooperare) o aspettare nella sua auto (tradire) sperando che l'altro lo faccia da solo. La cosa preferibile è che l'altro sgombri la strada da solo o in subordine, sgombrarla insieme in due, ed è comunque preferibile sgombrarla da solo, piuttosto che passare la notte nella propria auto, cosa che accadrà se la strada non viene sgombrata. Nonostante ci sia sempre un conflitto tra l'interesse collettivo (sgombrare la strada) e l'interesse individuale (lasciar fare all'altro), la situazione non è più quella del dilemma del prigioniero. Infatti, tradire, non è sempre con-

veniente: è così solo se gli altri cooperano. L'analisi di questo gioco rivela differenze più sottili. Come abbiamo visto, se gli individui interagiscono maggiormente con i loro vicini, la cooperazione viene favorita nel dilemma del prigioniero. Questo effetto di interazioni locali non è presente nel gioco della tempesta di neve. Più in generale, se il dilemma del prigioniero è stato ampiamente studiato, questo non è avvenuto per altri modelli, ugualmente rilevanti per studiare i fenomeni di cooperazione. Un'analisi più avanzata di questi modelli è necessaria, e in gran parte ancora da svolgere, per capire quali risultati sono validi in generale. Se la matematica aiuta a capire certi fenomeni di cooperazione, ci sono ancora molti gli sforzi da fare per raggiungere una comprensione più completa.

## Per saperne di più

Axelrod R., (1992). *Donnant-Donnant, théorie du comportement coopératif*, éditions O. Jacob.

Sigmund K., (2010). *The Calculus of Selfishness*, Princeton University Press.

La pagina web <http://www.univie.ac.at/virtual-labs> propone programmi liberamente accessibili per l'esplorazione della dinamica dei dilemmi sociali.