

Teoria dei giochi ed applicazioni biomediche di Fioravante Patrone

Gestire l'allocazione delle ambulanze per il servizio di emergenza del 118, effettuare scambi di donatori in caso di trapianti: la novità è che la teoria dei giochi può applicarsi a problematiche che riguardano un uso equo ed efficiente delle risorse, fuori dai settori classici dell'economia e della finanza. Fra le applicazioni più recenti, un primo caso riguarda l'allocazione delle ambulanze per il servizio di emergenza del "118": in questo contesto l'apparato matematico-formale della teoria dei giochi, in particolare il cosiddetto valore Shapley, può essere utilmente impiegato per trovare un modo efficace ed equo di distribuire la "risorsa ambulanza" sul territorio. Non solo, questa metodologia si presta molto bene a stimare dove sia più opportuno dislocare eventuali risorse aggiuntive e può essere anche utilizzata per valutare dove, nel corso del servizio, si stiano creando, dinamicamente, le carenze più gravi.

Di risorse ancor più delicate si parla quando ci si riferisce agli organi trapiantabili, soprattutto se provenienti da donatori viventi (si pensi ai reni). La teoria dei giochi ha fatto capolino anche in questo contesto, avendo un ruolo significativo nella analisi delle possibilità che vi sono di effettuare "scambi di donatori": ad esempio, contribuisce a evitare che il meccanismo di allocazione scelto possa offrire spazio a tentativi di distorcerlo.

A questi due ambiti si affiancano altri tipi di applicazioni che vedono coinvolta la medicina, o più propriamente il sistema sanitario. Si tratta di applicazioni a problemi economico-finanziari e gestionali, che quindi ricadono all'interno della tradizionale sfera d'influenza della teoria dei giochi, e che hanno una notevole importanza ed incidenza su una corretta ed efficiente gestione del servizio sanitario pubblico.

La teoria dei giochi, disciplina che si occupa dello studio di situazioni in cui più decisori razionali si trovano ad interagire, fu "inventata" da von Neumann e Morgenstern nel 1944, con lo scopo dichiarato di individuare il linguaggio matematico appropriato per la modellizzazione e lo studio dei fenomeni economici. A più di sessant'anni di distanza, si può dire che quella intuizione si sia rivelata corretta. Oggi la teoria economica è permeata di teoria dei giochi. Basta dare un'occhiata ai manuali di microeconomia che sono adottati nei corsi di dottorato più avanzati, quelli che esprimono e forgiavano il comune sentire degli ambiti accademici più rappresentativi.

Va detto che il passaggio dalla matematica all'economia fino alle scienze sociali e perfino all'allocazione delle risorse in campo sanitario non è stato un processo semplice, dall'esito scontato. Anzi, ha rischiato il fallimento, che forse sarebbe avvenuto se non vi fossero stati contributi chiave, a partire dalla seconda metà degli anni '60, da parte di Harsanyi e Selten. Si tratta di due ricercatori che hanno ricevuto, nel 1994, il "premio Nobel" per l'economia, assieme a Nash. Non essendo stato fatto un film su di loro, sono meno famosi di quest'ultimo, ma non per questo i loro contributi possono essere classificati come minori...

Una delle ragioni importanti per il successo della teoria dei giochi come strumento di analisi per l'economia sta nell'assunzione del paradigma del decisore

razionale, ovvero di colui che è in grado di ordinare i propri obiettivi in una scala di preferenza e che si comporterà in modo da ottenere l'obiettivo a lui più gradito, fra quelli ai quali è in grado di arrivare. Per questo motivo non è sorprendente che la teoria dei giochi si sia, da tempo, infiltrata in altre scienze sociali: le scienze politiche, la sociologia, fino a giungere al diritto e all'etica.

La teoria dei giochi è, d'altronde, anche una disciplina matematica e quindi dovrebbe essere del tutto naturale e prevedibile che essa (o, per meglio dire, i suoi metodi formali) sia utilizzabile anche al di fuori del suo contesto applicativo primario. In questo senso, un campo interessante è quello delle applicazioni alla biologia ed alle spiegazioni di tipo evolutivistico di alcuni fenomeni: l'intuizione di Maynard Smith e di Price ha portato alla introduzione dei cosiddetti "equilibri evolutivamente stabili", parenti stretti dell'equilibrio di Nash, stimolando in tal modo l'interesse per quelle problematiche da parte di chi si occupava di teoria dei giochi (un nome fra tutti: Selten). La teoria dei giochi ha così messo a disposizione un robusto *corpus* di risultati formali per chi era interessato all'analisi e alla comprensione di fenomeni in cui sono coinvolte interazioni inter- ed intra-specie.

Non dovrebbe, quindi, essere sorprendente che vi siano, ad esempio, applicazioni di tipo biomedico della teoria dei giochi. A questo proposito si possono menzionare i cosiddetti *microarray games*. Essi permettono di analizzare, appunto mediante la teoria dei giochi, dei dati di espressione genica ottenuti con la tecnologia dei *microarray* e di stimare (ad esempio) quali siano i geni che hanno maggior potere nel determinare l'insorgenza di una malattia. Si tratta del primo tentativo di utilizzare la teoria dei giochi in questo contesto, e le ricerche in merito coinvolgono l'IST e il Gaslini, oltre che il Dipartimento di Ingegneria della Produzione, Termoenergetica e Modelli Matematici, dell'Università di Genova. Naturalmente, di fronte ad una applicazione esotica, occorre procedere con la dovuta cautela (a maggior ragione se si affrontano tematiche di rilevanza più o meno diretta per la salute). Uno dei passaggi chiave per la proposta di utilizzare i *microarray games* consiste nel riuscire a giustificare l'utilizzazione di un certo tipo di soluzione, il già citato "valore Shapley", la cui giustificazione tradizionale è fondata sull'assunto di essere in presenza di decisori razionali. Visto che i "decisori", nel caso dei *microarray games* sono i geni che si stanno analizzando, la cosa non è ovvia!

I *microarray games* non costituiscono certo l'unica applicazione diretta della teoria dei giochi alla biologia molecolare o alla medicina. Per esempio, vi sono applicazioni della teoria dei giochi evolutiva, precedentemente menzionata, al comportamento di virus; sono state fatte delle ipotesi sul comportamento cooperativo di cellule tumorali, è stata analizzata la competizione fra neuroni motori per impadronirsi del controllo delle fibre muscolari.