

# Qual è il virus che vince?

**Matematica.** Si allargano le applicazioni della teoria dei giochi, fino alla sanità e alla biologia. Gli «equilibri evolutivamente stabili» tra le specie sono parenti stretti dell'Equilibrio di Nash

**FIORAVANTE PATRONE**  
UNIVERSITÀ DI GENOVA

Gestire le ambulanze per il servizio di emergenza del 118 e anche i donatori in caso di trapianti: la novità è che la teoria dei giochi può applicarsi a tutti i problemi che coinvolgono un uso efficiente delle risorse, anche al di fuori dei settori classici dell'economia e della finanza.

Per il servizio di emergenza del 118 l'apparato matematico-formale - in particolare il cosiddetto «valore Shapley» - serve a distribuire le ambulanze sul territorio. Non solo: questa metodologia si presta molto bene a valutare dove, nel corso del servizio, si stiano creando le carenze più gravi.

Risorse ancora più delicate sono gli organi trapiantabili, soprattutto se pro-

## Chi è Patrone Matematico

**RUOLO:** E' professore di Teoria dei Giochi all'Università di Genova  
**RICERCHE:** Teoria dei giochi applicata alle scienze sociali  
**IL LIBRO:** «Decisori (razionali) interagenti» - Plus

vengono da donatori viventi (si pensi ai reni). La teoria dei giochi ha fatto capolino anche in questo contesto e permette di affrontare con successo gli «scambi di donatori».

A questi due ambiti, poi, si affiancano altri tipi di applicazioni che coinvolgono la medicina e più propriamente la Sanità. Si tratta di affrontare problemi economico-finanziari e gestionali per una gestione finalmente corretta ed efficiente del sistema pubblico.

### Intuizione corretta

La teoria dei giochi - la disciplina che si occupa dello studio di situazioni in cui più decisori razionali si trovano a interagire - fu «inventata» da von Neumann e Morgenstern nel 1944, con lo scopo dichiarato di individuare il linguaggio matematico appropriato per lo studio dei fenomeni economici. A oltre 60 anni di distanza si può dire che quella intuizione si sia rivelata corretta. Oggi tutta la teoria economica è permeata di teoria dei giochi. E' sufficiente dare un'occhiata ai manuali di microeconomia che sono adottati nei corsi di dottorato più avanzati e che esprimono il comune sentire degli ambiti accademici internazionali più rappresentativi.

E' comunque significativo che il passaggio dalla matematica all'economia fino alle scienze sociali, e quindi alla gestione delle risorse in campo sanitario, non sia stato un processo semplice e 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 al matematico John Nash. Non essendo stato fat-

## La vita e le sue scommesse

### La teoria dei giochi



**CHE COS'È**  
E' la branca della matematica che analizza i processi decisionali, a livello sia individuale sia collettivo

**L'OBIETTIVO**  
Trovare soluzioni di tipo competitivo oppure cooperativo attraverso modelli scientifici

### LE APPLICAZIONI

Dal campo economico-finanziario a quello strategico-militare, fino alla politica, alla psicologia e alla biologia

### L'ESEMPIO

Un gioco famoso è l'«Equilibrio di Nash», rappresentato dal «dilemma del prigioniero»



**Le possibili scelte per due prigionieri in celle diverse non comunicanti sono parlare (accusando l'altro) o non parlare**

- ▶ Se entrambi non parlano, avranno una pena leggera
- ▶ Se entrambi parlano, accusandosi a vicenda, avranno una pena un po' più pesante
- ▶ Se faranno scelte diverse, quello che parla avrà la libertà e l'altro avrà una pena molto pesante
- ▶ Se entrambi conoscono queste regole e non prendono accordi, la scelta che corrisponde all'equilibrio di Nash è quella che entrambi parlino

Partners-LA STAMPA

### L'evento

## Numeri onnipresenti, dalla cronologia all'effetto serra

Fioravante Patrone è intervenuto sulle applicazioni della Teoria dei giochi in ambito biomedico e sanitario durante un incontro al Centro di Ricerca Matematica Ennio de Giorgi della Scuola Normale Superiore di Pisa. E' stato uno degli eventi del ciclo «Matematica, Cultura e Società 2007», la rassegna di divulgazione scientifi-

ca che ha l'obiettivo di affrontare molti temi, che spaziano dalla ricerca su personalità che hanno avuto un ruolo-chiave nella storia della scienza ai rapporti tra matematica e biologia, fino alle problematiche ambientali e all'informatica, e che continuerà fino ad ottobre. Se il 3 maggio si è svolta la conferenza «Gentile nella corrispon-

denza con i matematici italiani», a cura di Pietro Giovanni Nastasi dell'Università di Palermo, il 31 è previsto l'intervento di Marco d'Eramo sul quesito «In quale tempo vive un matematico?», mentre il 16 ottobre Elena Prestini dell'Università di Roma Tor Vergata parlerà di Joseph Fourier: «Un matematico freddo e l'effetto serra».

### Il Web

#### I siti

DAVID LEVINE'S ECONOMIC AND GAME THEORY:  
<http://levine.sscnet.ucla.edu/>

ECONPORT:  
[http://www.econport.org/econport/request?page=web\\_home](http://www.econport.org/econport/request?page=web_home)

GAME THEORY.NET:  
<http://www.gametheory.net/>

ALROTH'S GAME THEORY, EXPERIMENTAL ECONOMICS, AND MARKET DESIGN PAGE:  
<http://kuznets.fas.harvard.edu/~aroth/alroth.html>

DIDACTIC WEB-BASED EXPERIMENTS IN GAME THEORY:  
<http://gametheory.tau.ac.il/>

ELSE - CENTER FOR ECONOMIC LEARNING AND SOCIAL EVOLUTION:  
<http://else.econ.ucl.ac.uk/newweb/index.php>

to un film su di loro (come «A Beautiful Mind»), sono meno famosi, 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

### L'ultima frontiera

**è studiare con i modelli dei decisori le influenze dei geni nell'organismo**

analisi per l'economia sta nell'assunzione del paradigma del decisore razionale, ovvero di chi è in grado di ordinare i propri obiettivi in una scala di preferenze e che si comporterà in modo da ottenere l'obiettivo a lui più gradito. Per questo motivo non è sorprendente che la teoria dei giochi si sia, da tempo, infiltrata anche in

altre scienze sociali: le scienze politiche, la sociologia, fino ad arrivare al diritto e all'etica.

La teoria dei giochi, d'altronde, è anche una disciplina matematica e quindi dovrebbe essere del tutto naturale e prevedibile che i suoi metodi formali siano utilizzabili anche al di fuori del suo contesto primario. Un campo interessante è quello delle applicazioni alla biologia e alle spiegazioni di tipo evolutivistico di alcuni fenomeni: l'intuizione di Maynard Smith e di Price ha portato all'introduzione dei cosiddetti «equilibri evolutivamente stabili», parenti stretti dell'«equilibrio di Nash», in cui sono coinvolte le interazioni tra le specie diverse e all'interno delle stesse specie.

Non dovrebbe, quindi, essere sorprendente che ci siano, per esempio, applicazioni di tipo biomedico della teoria

dei giochi. Sono significativi i cosiddetti «microarray game»: permettono di analizzare il comportamento dei virus, di elaborare una serie di ipotesi sul comportamento cooperativo di alcune cellule tumorali e anche di analizzare la competizione tra i neuroni motori per impadronirsi del controllo delle fibre muscolari. E non soltanto.

Si cerca di applicarli ai dati di espressione del Dna e, quindi, di stimare quali siano i geni che hanno maggiore influenza 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 questo settore coinvolgono l'IST e l'ospedale Gaslini, oltre che il dipartimento di Ingegneria della Produzione, Termoeconomica e Modelli Matematici dell'Università di Genova.

### Applicazione esotica

Naturalmente, di fronte a un'applicazione tanto «esotica» occorre procedere con la dovuta cautela (e a maggior ragione se si affrontano questioni di assoluta rilevanza per la salute). Uno dei passaggi-chiave per l'utilizzazione dei «microarray game» consiste nel riuscire a giustificare l'utilizzo di un certo tipo di soluzione - il già citato «valore Shapley» - che si fonda sull'assunto di essere in presenza di decisori razionali.

Visto che i «decisori» - in questo caso - sono i geni, il fatto non è certo ovvio!

**! Alla scoperta del corpo in 3D**  
con DANIELE REGGE

## Adesso il «Viaggio allucinante» è realtà

CARLO GRANDE

Riprende, dopo il successo della prima serie, al Centro Congressi dell'Unione Industriale di Torino il ciclo di conferenze «Le 18 rivoluzioni della scienza che ci hanno cambiato la vita», realizzato con la Facoltà di Scienze MFN dell'Università e «Tut-toscienze». Gli incontri, sponsorizzati dalla Fondazione CRT, illustrano le tappe fondamentali del progresso scientifico. Lunedì scorso i protagonisti sono stati Giacomo Giacobini, ordinario di Anatomia umana, responsabile del laboratorio di Paleontologia umana e del Museo di anatomia, e Daniele Regge, medico dell'Istituto per la ricerca e la cura del cancro di Candiolo: hanno parlato de «Il corpo trasparente. Guardare dentro l'uomo, dal bisturi alla TAC».

**1** Dottor Regge, quali sono oggi le tecniche sono più usate?

«Non impieghiamo solo i raggi X, ma anche campi magnetici, ultrasuoni (ecografia), la risonanza magnetica, la TAC. Hanno pochissime controindicazioni e sono poco invasive. Negli ultimi anni si sta cominciando a impiegare un ibrido, costituito da TAC e PET, la «tomografia a emissione di positroni»: ha il vantaggio di dare allo stesso tempo informazioni sull'anatomia e sulle funzioni vitali, valutando il metabolismo di alcuni tessuti, che in determinate condizioni patologiche diventa accelerato».

**2** Può fare un esempio?

«E' il caso del metabolismo cardiaco, che aumenta con certi tipi di tumore, avidi di glucosio. Per l'esame usiamo una sostanza analoga al glucosio, cui viene legata una sostanza radioattiva. Questo ci permette diagnosi più precoci e di valutare l'estensione del tumore».

**3** I pazienti come reagiscono di fronte a chi «guarda» nel loro corpo?

«I problemi più frequenti sono legati allo stato d'ansia per la malattia. Non sanno che estensione ha e quali cure servono. Ma, ripeto, gli esami oggi sono molto poco invasivi e il salto in avanti che rappresentano ci sta portando verso una visione tridimensionale. Inoltre possiamo aumentare o ridurre la trasparenza dei tessuti e scegliere se osservare più in profondità. Con l'endoscopia virtuale possiamo navigare dentro il corpo umano, come nel film «Viaggio allucinante». Nel colon, ad esempio, è estremamente utile».

**4** E' un bel passo avanti rispetto ai raggi X, giusto?

«Certo, comunque tutto è partito da lì: la radiologia ha oltre 100 anni di storia. Scienziati come Röntgen o Curie intuirono subito l'importanza delle loro scoperte, fatte per caso: per la prima volta si poteva vedere dentro il corpo umano, un «cinema interno» che ha come posta la salvezza delle persone».