

Cosa è la teoria dei giochi e a cosa serve

Brevi note introduttive a cura di Fioravante Patrone

La Teoria dei Giochi (TdG) è una disciplina di cui si sente parlare con una certa frequenza. A volte, magari, a sproposito. Un contributo importante all'attuale presenza di un livello di conoscenza diffusa è stato dato dal conferimento di numerosi premi Nobel per l'economia a studiosi di TdG¹. A questo si è aggiunto il successo del best seller di Sylvia Nasar, una sorta di biografia di Nash, da cui è poi scaturito il film *A beautiful mind*, altro successo eccezionale. Al punto che John Nash viene più spesso ricordato, presso "il grande pubblico", per essere il personaggio di quel film che non per i suoi contributi fondazionali dati alla TdG.

Cosa è, allora, la TdG? Nonostante il nome, dovuto ad un accidente della storia², la TdG si occupa di cose molto serie. Proviamo ad abbozzare un quadro, per lo meno a grandi pennellate, visti i limiti di spazio che paiono opportuni per questa breve introduzione.

La teoria dei giochi si occupa di *situazioni in cui più decisori interagiscono*.

Esempi di situazioni di questo tipo sono:

- due individui che giocano a scacchi
- la compravendita di una casa
- la regolamentazione di mercati oligopolistici
- un "sistema ad agenti" per la gestione dello "scheduling" nella produzione
- i fiori e gli insetti impollinatori
- le discussioni sulla pesca in acque internazionali
- come organizzare un sistema di scambi di reni (cross-over) per i trapianti
- è meglio un'asta in busta chiusa o l'asta "inglese"?

Questa lista potrebbe essere parecchio allungata, ma è già abbastanza ricca per poter offrire un buon numero di spunti.

Cominciamo con l'evidenziare alcune caratteristiche comuni:

- i decisori coinvolti hanno, ciascuno, un controllo parziale sulla situazione. Tipicamente, l'esito dipende dal complesso delle decisioni prese da *tutti* i decisori coinvolti
- le valutazioni che i decisori hanno degli esiti sono solitamente diverse tra loro. A volte sono contrapposte, ma tipicamente si ha sia una divergenza che una convergenza di interessi

Quest'ultimo punto mostra come la modellizzazione adottata in TdG sia "figlia" di un paradigma di ampio successo nella teoria economica: quello del "decisore razionale", la cui caratteristica primaria è quella di avere preferenze *coerenti* sugli esiti che derivano dalle decisioni prese. Ritorneremo su questo aspetto, ma prima vediamo di delineare alcune caratteristiche delle situazioni di interazione, che sono rilevanti per la modellizzazione e conseguente analisi.

I decisori coinvolti sono tipicamente intelligenti. Cioè, sono in grado di comprendere la situazione che stanno fronteggiando, creandosene uno schema mentale. Spesso, è plausibile per

¹ Nel 1994, ad Harsanyi, Nash e Selten, nel 2005 ad Aumann e Schelling, nel 2007 ad Hurwicz, Maskin e Myerson. Ma altri premi Nobel per l'economia hanno avuto a che fare molto da vicino con la TdG (o sono stati ispiratori di aree importanti di ricerca in questa disciplina): Arrow, Debreu, Vickrey, Akerlof e Vernon Smith.

² Mi riferisco al libro "Theory of Games and Economic Behavior", che segna la data di nascita della TdG.

loro rappresentare in questo schema anche gli altri agenti coinvolti come decisori razionali e intelligenti. Come è evidente, lo spettro entro cui può variare il livello di intelligenza è molto ampio: per i fiori l'assunzione di essere "decisori intelligenti" come qui delineato sembra essere incongrua. Ma anche per gli insetti impollinatori, e probabilmente anche per gli agenti (programmi software) usati per la gestione della produzione. A dire il vero, un parametro molto importante nel design di un "sistema ad agenti" è proprio la scelta del livello di intelligenza da incorporare negli agenti: se si trovano a gestire un sistema complesso e mutevole, può essere conveniente dotarli di un "cervello" decente.

La teoria dei giochi classica assume di avere a che fare con decisori "infinitamente" intelligenti. Come vedremo dopo, vi è tuttavia una parte significativa, ed in rapida espansione, della disciplina che si occupa, giustamente, di analizzare cosa avviene in contesti in cui è appropriato fare ipotesi meno forti sull'intelligenza dei decisori coinvolti.

Un'altra importante dimensione di una situazione di interazione strategica ha a che fare con il quadro istituzionale entro il quale si sviluppa. Da questo punto di vista, il discrimine fondamentale è dato dalla risposta che viene data alla seguente domanda:

i decisori possono sottoscrivere accordi vincolanti?

Se la risposta è "sì", ci si trova nel contesto di quelli che, nel gergo della disciplina, sono detti *giochi cooperativi*. Se la risposta è invece "no", allora siamo nel contesto dei *giochi non cooperativi*. Questa distinzione è importante anche dal punto di vista analitico: i modelli utilizzati sono diversi nei due casi. Una caratteristica importante è che i modelli utilizzati per studiare i "giochi cooperativi" sono molto più sintetici di quelli utilizzati nel contesto dei giochi non cooperativi.

Ciò detto, a questo punto può essere opportuno vedere un esempio particolarmente semplice, ma molto utile per illustrare le considerazioni fatte finora. Nulla di meglio che usare l'esempio più noto, un classico, ovvero il "*dilemma del prigioniero*" (DP).

Abbiamo due sospettati di avere commesso un grave crimine (es.: rapina a mano armata). Gli investigatori non hanno però prove sufficienti di ciò, ma sono solo in grado di provarne la responsabilità per un reato minore (es.: porto abusivo d'arma). Propongono allora, *separatamente*, a ciascuno dei due un patto: se confessa, avrà un notevole sconto di pena (l'altro, in tal caso, sarà condannato per il reato grave, a meno che non confessi anche lui, nel qual caso verranno comunque riconosciute ad entrambi attenuanti per la collaborazione con la giustizia). Le situazioni possibili che si possono avere sono:

- *I e II* confessano: 5 anni di prigione a ciascuno
- *I* confessa e *II* no: 1 anno a *I* e 10 anni a *II*
- *II* confessa e *I* no: 10 anni a *I* e 1 anno a *II*
- *I e II* non confessano: 2 anni ciascuno

Prima di chiederci quali possano essere le scelte fatte da questi individui, osserviamo come questo esempio possieda le caratteristiche distintive precedentemente scritte in termini generali. Ci sono due decisori, nessuno dei quali è in grado di *determinare* l'esito, e naturalmente ci aspettiamo che le preferenze che i due individui hanno, rispetto ai quattro diversi esiti possibili, siano diverse.

Per analizzare quale sia la scelta che ci aspettiamo venga fatta dai decisori (ovvero, da parte dei due "giocatori"), dobbiamo precisare alcune cose. Facciamo delle ipotesi *di non poco conto*. Ovvero, che ai due prigionieri interessa solo quanti anni passeranno in galera. E supponiamo anche che, dopo, non abbiano nessuna possibilità di ri-incontrarsi.

Sofferamoci sul primo prigioniero (tanto, la situazione è del tutto simmetrica), che abbiamo chiamato giocatore *I*. Si può osservare come, qualunque sia la scelta di *II*, gli conviene scegliere “confessare”. Infatti, il numero di anni che è destinato a passare in galera è sempre più basso se sceglie “confessare” anziché “non confessare”. Possiamo pertanto prevedere che la scelta di *I* sia “confessare”. Altrettanto dicasi per *II*. La conseguenza è che faranno 5 anni di galera cadauno, mentre se avessero scelto “non confessare” gli anni di galera sarebbero stati 2.

Abbiamo quindi determinato con relativa facilità quali siano le scelte che prevediamo acciano i due giocatori. Ciò che ha di peculiare questo esempio, e che lo rende tanto significativo, è che ci troviamo di fronte a un risultato paradossale: il risultato, frutto di scelte di decisori razionali, intelligenti ed interessati a minimizzare il numero di anni da passare in galera, è **inefficiente** (usiamo qui la tipica terminologia degli economisti).

Si può ovviare a questo fatto? Sì, se i due giocatori possono stipulare tra di loro accordi *vincolanti*. Cioè se ci troviamo in un contesto di “gioco cooperativo”. Ma se non c’è un meccanismo istituzionale che garantisce il rispetto degli accordi, ognuno avrà sempre interesse a non rispettare³ l’accordo precedentemente stipulato. Quindi, il DP mostra anche la rilevanza notevole della differenza fra “gioco cooperativo” e “gioco non cooperativo”. Il DP è un esempio molto noto, in quanto si rivela essere un prototipo di una situazione di interazione strategica che viene osservata spesso. E’ stato persino utilizzato come parafrasi dell’idea hobbesiana di Stato come fuoriuscita dalla situazione di “*homo homini lupus*”.

Tornando al discorso principale, notiamo come la TdG si sia spinta ben al di là delle ipotesi forti che la TdG classica assume, Oltre a formulare assunzioni meno rigide sulla razionalità ed intelligenza dei giocatori, altri parametri sono stati messi in debito conto. Un ulteriore aspetto, molto rilevante, è quanto le caratteristiche della situazione siano note ai partecipanti, quanto esse siano “patrimonio comune” dei decisori coinvolti e quanta invece possa essere l’incertezza su parametri, anche molto significativi, che caratterizzano la situazione. Un decisore può avere una informazione non completa su vari fattori, fra i quali citiamo:

- le alternative a disposizione degli altri decisori
- le preferenze degli altri decisori, rispetto agli esiti del gioco
- il livello di intelligenza degli altri decisori

La capacità di modellizzare queste situazioni ha rappresentato un passo in avanti molto importante per la TdG, il cui merito va al già citato Harsanyi. Tra l’altro, è stata una delle chiavi essenziali del successo della TdG rispetto alla sua “mission” originaria: la modellizzazione di situazioni di interesse economico.

Il successo è stato tale per cui la TdG è diventata ormai il linguaggio di base della microeconomia e di altri settori, più o meno affini (ad esempio: economia industriale, economia internazionale). I manuali più recenti ed in particolare quelli dedicati agli studenti dei migliori corsi di dottorato di microeconomia fanno un largo uso della teoria dei giochi: basta vedere il libro di Kreps (1990, tradotto in italiano nel 1993) o quello Mas-Colell, Whinston e Green (1995).

Uno dei contributi fondamentali della TdG è stata la comprensione della complessità delle situazioni di interazione strategica, nonché una analisi del ruolo che hanno vari parametri nel determinare il risultato finale. Ormai la TdG ha una certa capacità di suggerire come si possa intervenire in una data situazione qualora si voglia ottenere un certo tipo di risultati. L’esempio più eclatante è dato dalla analisi raffinata che è stata fatta dei vari meccanismi d’asta, ma si può

³ Naturalmente qui intervengono in modo pesante le ipotesi fatte. Una è che a ogni giocatore interessino solo gli anni di galera che deve fare. Non c’è spazio per altre considerazioni, quali la lealtà o l’omertà. D’altronde, visto che i due prigionieri non si incroceranno più, in futuro, non c’è neanche spazio per il timore di ritorsioni successive.

citare la comprensione del ruolo di aspetti come l'impazienza, l'avversione al rischio, il linkage con altri "issues", nel contesto della negoziazione.

Sorprendentemente, la TdG ha esteso la sua "area di influenza" ben oltre l'economia. E non si tratta di ricordare il ruolo che ha in alte scienze sociali: scienze politiche, scienze giuridiche, sociologia, antropologia, psicologia... I metodi della TdG si ritrovano in altri settori, molto lontani: biologia, microbiologia e medicina; intelligenza artificiale; logica matematica; telecomunicazioni...

Ovviamente, con l'estendersi dello "scope" della TdG, aumentano anche le sfide, e la necessità di arricchire i suoi modelli. La TdG è attrezzata per affrontare questo tipo di problemi, che non sono facili, anzi. E' doveroso citare il ruolo della cosiddetta "razionalità limitata", grazie alla quale si riescono ad ottenere previsioni più vicine ai comportamenti osservati in contesti di particolare interesse, tra cui il più significativo è il dilemma del prigioniero iterato (ovvero, giocato più di una volta) ed il "parente stretto" che è il gioco d'oligopolio iterato. In quest'ultimo caso, si può provare come gli accordi di cartello fra le aziende possano di fatto stabilirsi e permanere, anche in presenza di una legislazione anti-trust e quindi senza poter essere resi "pubblici", grazie ad un sapiente gioco di coordinamento, minacce, punizioni.

Un'altra dimensione non meno importante è costituita dal ruolo che hanno fattori storico-sociali nel determinare l'esito di un "gioco". Un classico esempio è dato dagli studi fatti sul cosiddetto "ultimatum game"⁴, i quali mostrano come il livello medio di spartizione accettato dal secondo giocatore dipenda dal contesto storico sociale in cui vive.

Mi pare opportuno chiudere questa stringata introduzione con brevissimi cenni storici ed alcuni esempi interessanti di applicazioni della TdG.

Brevi cenni storici

La TdG ha una precisa data di nascita⁵, ovvero il 1944, anno di pubblicazione del libro "Theory of Games and Economic Behavior", di J. von Neumann ed O. Morgenstern. Questo libro ebbe un notevole successo e suscitò delle aspettative notevoli. In effetti, gli anni '50 videro un notevole sviluppo della TdG, in particolare sul fronte matematico, sviluppo che beneficiava anche di externalità positive derivanti dallo sviluppo della Ricerca Operativa.

Meno evidenti erano i progressi sul fronte della modellizzazione dei fenomeni di carattere economico (anche se vi furono contributi di eccezionale rilievo, di cui è doveroso citare per lo meno quello di Arrow e Debreu, 1954, e quello di Aumann, 1964). Un impulso decisivo venne dal già menzionato contributo di Harsanyi che propose un modello per descrivere ed analizzare le situazioni di incompletezza informativa: ad esempio, quando un giocatore non conosca esattamente la scala di priorità dell'altro o, per dirlo con un preciso termine tecnico, le sue preferenze. La TdG, anche grazie a questo contributo, dette un impulso importante alla economia della informazione. A questo si aggiunse anche lo studio della organizzazione industriale, la

⁴ Due giocatori hanno a disposizione una somma di denaro, diciamo 100 euro. Tocca ad uno dei due fare una proposta (l'unica proposta ammissibile, per questo si parla di "ultimatum") di spartizione. L'altro può solo accettare la proposta (nel qual caso sarà resa operativa) o respingerla: in questo secondo caso, i 100 euro resteranno "sul tavolo", nel senso che non verrà dato nulla a nessuno dei due giocatori. Se è evidente che si tratta di un "toy game", è altrettanto evidente come esso sia rappresentativo di un amplissimo spettro di situazioni concrete.

⁵ Anche se, come al solito, qualcosa era già disponibile prima. Lo stesso von Neumann ha pubblicato un lavoro fondamentale di TdG nel 1928. E, poi, si possono ricordare i contributi di Borel, di Zermelo, per risalire indietro fino almeno ad Edgeworth (1881) e Cournot (1838). Detto questo, nessun dubbio può esserci sul fatto che, come *disciplina*, la sua data di nascita sia quella indicata, ovvero il 1944.

capacità di analizzare i cosiddetti problemi di agenzia, la capacità di affrontare problemi di “mechanism design”, etc.

Un aspetto interessante della evoluzione e del successo della TdG è dato anche dal fatto che la TdG ha esteso la sua “area di influenza” ben oltre l’economia. Come già ricordato, sono molte le discipline, anche molto lontane fra loro, cui la TdG viene applicata.

Una shortlist di applicazioni interessanti della TdG

Questo breve elenco vuole offrire solo una idea di come siano variegati i campi di applicazione della TdG.

Si può cominciare citando il problema di scegliere adeguati meccanismi d’asta: clamorosi sono stati i successi nel caso delle aste USA per l’allocazione di banda da dedicare ai cellulari di seconda generazione, e in GB per quelli di terza generazione (UMTS).

Non meno significativi sono stati i contributi dati allo studio dei mercati oligopolistici, con annesse indicazioni per quanto riguarda le “policies” da adottare in un’ottica di regolamentazione di questi mercati.

Altro aspetto importante è stata la modellizzazione accurata e conseguente miglior comprensione del ruolo delle asimmetrie informative, dei vincoli che queste impongono e di come si possano, almeno parzialmente, affrontare (ad esempio, il ruolo dei segnali, degli incentivi, della reputazione).

La TdG, in particolare coi cosiddetti giochi evolutivi, ha una buona capacità di comprendere comportamenti animali a prima vista sorprendenti, o complessi rituali riproduttivi.

Si può ricordare il successo avuto nell’analisi di meccanismi di “matching”. E’ stata notevole la capacità di trarre, dalla osservazione di concreti casi di successi e di fallimenti, delle indicazioni preziose su alcune caratteristiche chiave che devono essere possedute dal sistema di matching al fine evitare inefficienze e manipolabilità. Tra questi il più noto è probabilmente il NMRP (“National Matching Resident Program” che sovrintende alle assegnazioni di posizioni in Graduate Medical Education negli Stati Uniti), ma molti altri hanno usufruito della expertise della TdG.

Per ultimo, vale la pena di citare una applicazione “esotica”: la TdG viene usata anche in microbiologia, per analizzare i dati da microarray e determinare, con strumenti forniti dai cosiddetti “giochi cooperativi”, la rilevanza dei vari geni nella insorgenza di specifiche malattie.

Per concludere, la TdG è una teoria rilevante, utile e consolidata. Nonostante questo, difficilmente la TdG dà delle “ricette” facili da applicare, ma questo è dovuto al suo difficile contesto applicativo. Ne consegue che, per fortuna dei ricercatori, esistono quindi numerose questioni aperte, non solo sul fronte applicativo, ma anche teorico, il che la rende una disciplina affascinante.

Per chi fosse interessato ad ulteriori approfondimenti, mi limito a segnalare una mia “bibliografia commentata” che si trova in rete:

http://www.diptem.unige.it/patrone/Biblio_commentata_intro_TdG.htm