

Teoria dei Giochi ed Applicazioni in Economia.

A. G. Quaranta

Università degli Studi di Camerino

Genesi della Teoria dei Giochi 1

- Il capitolo di Teoria dei Giochi ha un posto stabile nei manuali base di Microeconomia e Strategia d'Impresa (Dilemma del Prigioniero, Equilibrio di Nash)
- Nascita Moderna Teoria dei Giochi: 1944 \Rightarrow uscita del libro "*Theory of Games and Economic Behavior*" di O. Morgenstern e J. Von Neumann (Teoria Attesa dell'Utilità)
- Altri autori (Borel e Zermelo)
- Morgenstern e Von Neumann volevano tentare di descrivere matematicamente il comportamento umano in quei casi in cui l'interazione fra uomini comporta la vincita o lo spartirsi di qualche tipo di risorsa
- Poi arriva John Nash (*giochi non cooperativi*)

Genesi della Teoria dei Giochi 2

- La Teoria di Nash portò un radicale cambiamento in campo economico, rivoluzionando l'approccio sino ad allora basato sulle teorie di Adam Smith
- Smith \Rightarrow un gruppo ottiene il massimo risultato quando ogni componente del gruppo fa ciò che è meglio per sé stesso: *"l'ambizione individuale serve al bene comune"* e di conseguenza *"il risultato migliore si ottiene quando ogni componente del gruppo fa ciò che è meglio per sé"* (Teoria della mano invisibile)
- Nash \Rightarrow tale enunciato è incompleto e dovrebbe essere completato dicendo che *"il risultato migliore si ottiene quando ogni componente del gruppo fa ciò che è meglio **per sé e per il gruppo**, secondo la teoria delle dinamiche dominanti"*

Genesi della Teoria dei Giochi 3

- TG: scienza matematica che analizza situazioni di conflitto e ne ricerca soluzioni competitive e cooperative tramite modelli
- TG: studio delle decisioni individuali in cui vi sono interazioni tra i diversi soggetti tali per cui le decisioni di un soggetto possono influire sui risultati conseguibili da un rivale secondo un meccanismo di retroazione
- In economia è molto utile nello studio di una particolare forma di mercato nota come **Oligopolio**

Oligopolio 1

- Forma di mercato con pochi ed importanti venditori (offerenti) ognuno dei quali sa che ogni sua decisione avrà influsso sulle decisioni della concorrenza (es. industria automobilistica, fornitura di petrolio)
- In questo contesto l'utilità (o il profitto) di ciascuno dipende dal comportamento di tutti gli altri
- Gli esempi di situazioni di questo tipo sono molti: la concorrenza oligopolistica per l'appropriazione della quota di mercato più ampia possibile, le situazioni in cui si presenta il Dilemma del Prigioniero ...
- Diversamente da altre forme di mercato **non esiste un modello universalmente accettato per l'oligopolio**

Oligopolio 2

- Le imprese che operano all'interno di un mercato oligopolistico hanno infatti la possibilità di adottare **comportamenti di tipo strategico**, ossia di effettuare proprie decisioni di produzione o prezzo in funzione delle scelte effettuate dalle imprese concorrenti
- Ciò \Rightarrow una maggiore varietà di possibili comportamenti che si traduce nel gran numero di modelli di oligopolio proposti dalla teoria economica.
- Tra tali modelli i più famosi sono
 - Oligopolio a la Cournot
 - Oligopolio a la Bertrand e
 - Oligopolio alla Stackelberg.
- In effetti si tratta di modelli di Duopolio

Per gradi . . .

- Individui "**intelligenti**" (capiscono la situazione in cui si trovano e sono in grado di fare ragionamenti logici corretti)
- Individui "**razionali**" [i consumatori hanno preferenze coerenti sugli esiti finali del processo decisionale ed hanno l'obiettivo di massimizzare queste preferenze (consumatore e produttore razionale)]
- In base all'assioma di razionalità, che è alla base della Teoria dei Giochi, nessun giocatore sceglierebbe mai una strategia se ne ha a disposizione un'altra che gli permette di ottenere risultati migliori qualunque sia il comportamento dell'avversario (tale strategia sarebbe infatti in ogni caso "dominante")

I Classificazione Economica dei Giochi

- **cooperativi** (J. Von Neumann) \Rightarrow si studia il formarsi di coalizioni con accordi sottoscritti e vincolanti che possono essere di vantaggio ai singoli componenti
- **non cooperativi** (Nash) \Rightarrow si studiano i meccanismi delle decisioni dei singoli sulla base di ragionamenti individuali in assenza di alleanze vincolanti. **Non c'è spazio per la cooperazione** perchè gli **interessi sono contrastanti** anche se ciò non significa necessariamente che una delle parti deve perdere per forza

Giochi Cooperativi 1

- Le imprese oligopolistiche non agiscono in modo indipendente facendosi concorrenza ($\downarrow p$ e \downarrow margini di profitto), ma **colludono** (coordinano le loro politiche di prezzo o fissano il prezzo del loro prodotto preferendo scegliere invece la quantità di output da produrre)
- Esse trovano più conveniente massimizzare il profitto dell'industria e non della singola impresa dividendosi poi tra loro tale profitto massimizzato(OPEC)
- Creeranno un **cartello** cioè un'organizzazione di imprese autonome, sia economicamente sia finanziariamente, che producono beni simili e collaborano in modo che $\uparrow p$, $\downarrow q$ e $\uparrow \pi$

Giochi Cooperativi 2

- Obiettivo comune: limitare le quantità sul mercato in modo da far aumentare il prezzo dei beni ($p > cmg$) come nel monopolio ed ottenere per questa via la massimizzazione del profitto dell'intera industria
- Il Cartello è considerato da molti come una forma di impresa monopolistica con impianti multipli
- La curva di domanda di mercato è pari alla domanda del cartello e la somma orizzontale delle curve di costo marginale è pari al costo marginale

Non è facile . . . 1

- **i costi sostenuti e le domande pertinenti alle diverse imprese sono diverse** \Rightarrow la fissazione del prezzo è molto difficile in maniera congiunta ed univoca
- **più alto** è il numero di imprese più è difficile formare un cartello (difficile accordarsi)
- gli oligopolisti sono facilmente tentati a barare (analisi empiriche; **free rider** o riducendo il prezzo in segreto o aumentando la quantità venduta rispetto a quella pattuita nel cartello (è però anche vero che violare gli accordi non è facile dato che la velocità con la quale gli acquirenti si spostano dall'impresa A a quella B per acquistare ad un prezzo inferiore mette a repentaglio la durata dell'oligopolio stesso

Non è facile . . . 2

- esistono **leggi antitrust** (collusioni tacite)
- Problema della **distribuzione del profitto** tra le imprese del cartello

Giochi non Cooperativi 1

- Scelte **simultanee** \Rightarrow non c'è spazio per la cooperazione
- Esempi
 1. gara d'asta per un appalto
 2. due imprese lanciano in maniera differente la propria campagna pubblicitaria valutando le modalità attraverso le quali potrebbe farlo la concorrente
 3. A e B devono scegliere tra due livelli di spesa per pubblicità sulla base della possibile contemporanea scelta del concorrente
 4. A e B devono scegliere tra due livelli di produzione compatibili con i propri impianti sulla base della possibile contemporanea scelta del concorrente

Giochi non Cooperativi 2

- La nozione di equilibrio cui si associa il nome di J. Nash fu in verità elaborata da A. Cournot nel 1838
- Il merito di Nash è quello di averla riproposta nel contesto più generale di un gioco a somma non nulla (variabile, non cooperativo e ad informazione completa). Per questo parleremo di **Modello di Oligopolio (Duopolio) a la Cournot e di equilibrio Cournot-Nash**

Oligopolio (Duopolio) a la Cournot 1

- Le imprese agiscono simultaneamente
- Le due imprese concorrono sulle quantità da produrre
- Il prodotto è omogeneo
- Le curve dei costi hanno la tradizionale forma ad U
- Le curve di domanda sono inclinate negativamente
- Le due imprese al fine di massimizzare il proprio profitto ($Rmg = Cmg$ è l'ipotesi sottostante la massimizzazione del profitto!!!) formulano delle previsioni sulla produzione dell'altra (\hat{q}_1 e \hat{q}_2)
- Le imprese realizzano una produzione (q_1^* e q_2^*) che risulta confermare le previsioni della concorrente
- In una simile situazione nessuno dei due duopolisti ha interesse a modificare il proprio comportamento

Oligopolio (Duopolio) a la Cournot 2

- Ogni duopolista conosce la domanda di mercato e l'offerta che presumibilmente farà il concorrente e per differenza determina la propria offerta
- In termini geometrici le quantità di equilibrio q_1^* e q_2^* si ottengono dall'intersezione delle **curve di reazione** (grafici nel piano delle quantità q_1 e q_2 delle funzioni $q_1 = f(q_2)$ e $q_2 = g(q_1)$ che indicano le quantità che ogni duopolista intende offrire data la quantità prodotta dall'altro)
- Se queste curve si intersecano nel modo opportuno, l'equilibrio di Cournot non solo esiste, ma è anche stabile

Oligopolio (Duopolio) a la Cournot 3

- Se invece la quantità prodotta dal duopolista è diversa dal suo valore di equilibrio \Rightarrow processo di aggiustamento verso l'equilibrio
- Date le ipotesi del modello, Cournot dimostrò che
 - se i due duopolisti si coalizzassero (sorta di monopolio) otterrebbero un profitto complessivo maggiore della somma dei rispettivi profitti
 - la corrispondente produzione sarebbe pari ad una quantità $q^{**} < q_1^* + q_2^*$
 - $p_{C.Per\ fetta} < p_{eq.modello} < p_{Monopolio}$
 - Ogni impresa raggiungerebbe sempre un guadagno positivo

Oligopolio a la Bertrand

- Un approccio alternativo consiste nell'assumere che le due imprese fissino simultaneamente il prezzo al quale vendere il proprio prodotto
- Si assume che la concorrente non modifichi il prezzo dopo averlo determinato e che il mercato determini la quantità da produrre
- Si perviene ad un modello alternativo di oligopolio noto come **Oligopolio (Duopolio) a la Bertrand**
- In esso le congetture sono le stesse del modello di Cournot con l'unica variante che si riferiscono ai prezzi (ossia le due imprese concorrono sui prezzi)

Oligopolio a la Stackelberg

È difficile parlarne in poco tempo; accenniamo solo al fatto che

- modello di Duopolio che viene descritto ricorrendo ad un **gioco di tipo sequenziale**
- di particolare interesse in quelle industrie nelle quali esiste un'impresa dominante o un leader naturale (es. Motorola)
- per questo in esso compaiono sempre due agenti: un'impresa che compie le sue scelte prima dell'altra (**leader**) e l'altra che gioco-forza segue (**follower**)
- esistono due versioni del modello a seconda che l'impresa leader decida di stabilire per prima la quantità da produrre o il prezzo del bene prodotto.

I Es. Dilemma del Prigioniero 1

- Il **Dilemma del Prigioniero** (gioco non cooperativo ad informazione completa ed a somma variabile) trova un'ampia applicazione in economia per spiegare la violazione dei patti di un cartello di contingentamento che fissa l'output prodotto da due imprese oligopolistiche
- Le imprese, invece, vogliono vendere di più e quindi, se il bene è normale, per ottenere ciò devono ridurre il prezzo.

I Es. Dilemma del Prigioniero 2

	abbasso il prezzo	non abbasso il prezzo
abbasso il prezzo	1;1	20;0.5
non abbasso il prezzo	0.5;20	10;10

Tabella 1: Esempio di Dilemma del Prigioniero in Economia: violazione di un cartello.

I Es. Dilemma del Prigioniero 3

- Decidono contemporaneamente;
- Gli impianti consentono di produrre una quantità maggiore di quella pattuita
- 1; 1 *pay – off* = *guadagno* = (*funzione*) *obiettivo* medio
- 20; 0.5 *pay–off* alto per A e basso per B
- 0.5; 20 *pay–off* basso per A ed alto per B
- 10; 10 ottimo di Pareto
- qualsiasi cosa faccia il concorrente conviene aumentare l'output
- 1; 1 equilibrio di Nash
- se continuassero a colludere avrebbero entrambi risultati migliori.

Altro Es. Dilemma 1

- Si supponga che due compagnie petrolifere abbiano il diritto a sfruttare simultaneamente il medesimo giacimento di greggio
- Il petrolio è una risorsa parzialmente rinnovabile \Rightarrow l'entità del tasso di ricostituzione è però inversamente proporzionale alla velocità di estrazione
- Quantità iniziale di petrolio 100
- Se entrambe le imprese estraggono a velocità v_1 sarà possibile ottenere 110
- Se una delle due estra a velocità superiore pari a v_2 e l'altra continua ad estrarre a v_1 si otterrà un totale di 105
- Se entrambe estraggono a velocità v_2 si otterrà in totale solamente 102

Altro Es. Dilemma 2

	v_1	v_2
v_1	55;55	40;65
v_2	65;40	51;51

Tabella 2: Esempio di Dilemma del Prigioniero in Economia: estrazione dal medesimo giacimento di petrolio.

Altro Es. Dilemma 3

- Dato che le imprese tendono a minimizzare il rischio e non possono anticipare con certezza il comportamento dell'altra $\Rightarrow v_2$ per non essere esposta al rischio di avere solo 40
- L'esito è inefficiente
- La stipulazione di un accordo non è una garanzia del raggiungimento dell'efficienza: gli incentivi ad usare la velocità v_2 e l'impossibilità di effettuare controlli incrociati sui comportamenti sono tali da spingere le due imprese a non rispettare gli accordi
- Qui il Dilemma del Prigioniero sorge dalla caratteristica del giacimento di petrolio come bene parzialmente rinnovabile e di proprietà non individuale (rientra nella norma)

Dibattito sul Dilemma 1

- Qual è il modo “corretto” per partecipare al gioco \Rightarrow la risposta dipende dal **numero delle volte in cui il gioco può essere ripetuto**
- Se il gioco è fatto una sola volta conviene ridurre (egoisticamente) il prezzo o aumentare la velocità di estrazione poichè si trae sempre vantaggio
- Se il gioco è ripetuto \Rightarrow nuove possibilità che dipendono dal fatto se il numero delle volte è fisso o indefinito
- **fisso**: giocare l’ultima volta è come giocare una volta sola; all’ultimo incontro ognuno sceglierà l’equilibrio con strategia dominante (quello che per il prigioniero era confessare). Questo discorso può essere fatto per tutti gli incontri e quindi **ciascun giocatore “tradirà” ad ogni partita**

Dibattito sul Dilemma 2

- **indefinito:** i giocatori tendono ad essere pazienti e cooperano perchè sperano che collaborare possa produrre un futuro migliore \Rightarrow fino a che ognuno si preoccupa dei pay-off futuri la minaccia di non cooperare può costituire una strategia sufficiente per convincere i partecipanti ad adottare una strategia pareto-efficiente
- A tal proposito una strategia vincente (anche più leale) potrebbe essere come sostiene Axelrod (si tratta del cosiddetto "supergioco" che egli suggerisce nel 1984) quella del "**colpo su colpo**"

Supergioco di Axelrod

- **Nel primo incontro è necessario che si cooperi**, dopo ci si comporta allo stesso modo del concorrente
- **L'avversario viene punito per il suo tradimento una volta sola**
- **Se l'avversario torna a cooperare si coopererà**, con innegabile vantaggio per entrambi nel futuro
- In questo modo **si mantiene in vita una sorta di cartello** e si potrà raggiungere un equilibrio che dà un risultato **più efficiente in senso paretiano**
- **Esempio:** se ogni impresa sa che l'altra attua il colpo su colpo eviterà di abbassare il prezzo per evitare la gara al ribasso al fine di $\uparrow q$ che può solo condurre ad una diminuzione dei profitti di entrambe

Giochi a somma zero in Economia 1

- **I giochi a somma zero** sono in verità adatti a rappresentare solo una minoranza di fenomeni economicamente rilevanti
- **Esempio:** le imprese A e B di un duopolio controllano ciascuna il 50% delle vendite di un particolare mercato
- In un determinato momento storico esse sviluppano un insieme di strategie (ad esempio una politica di concorrenza di prezzo che è però molto pericolosa!!!) atte a modificare la distribuzione delle quote di mercato
- La situazione finale sarà determinata univocamente dalla combinazione delle strategie scelte
- Le strategie a disposizione ed i possibili esiti del gioco sono rappresentati nella seguente matrice dei guadagni

Giochi a somma zero in Economia 2

	1	2	3
1	10%	38%	2%
2	-24%	-38%	-40%
3	40%	-20%	-42%

Tabella 3: Un esempio di gioco a somma zero inerente le variazioni delle quote di mercato in un duopolio in seguito all'attuazione di determinate strategie con raggiungimento di equilibrio.

a_{ij} indica l'incremento o il decremento della quota di mercato dell'impresa A derivante dal fatto che essa utilizza la strategia i e B utilizza la strategia j

Giochi a somma zero in Economia 3

- Ovviamente l'esito per l'impresa B nella stessa situazione non può essere altro che $-a_{ij}$ essendo il gioco a somma nulla
- Se A e B conoscano perfettamente la matrice dei guadagni si tratta di stabilire quale strategia verrà scelta dai due contendenti \Rightarrow la scelta dipenderà dalle aspettative che ogni impresa detiene sul comportamento dell'altra
- Se il manager dell'impresa A teme che l'impresa B sia a conoscenza della strategia che egli intende adottare sceglierà la strategia che **massimizza il peggior livello di guadagno possibile** (maximin)

Giochi a somma zero in Economia 4

- Il manager dell'impresa A **si pone quindi in posizione difensiva** essendo fortemente avverso al rischio di perdere un'ampia quota di mercato
- Nel caso in esame il peggio guadagno della strategia 1 è il 2%, della 2 è il -40% e della 3 è il -42%
- Tra essi il massimo è quindi il 2% associato alla strategia 1

Giochi a somma zero in Economia 5

- Dal punto di vista di B la matrice dei pay-off deve essere letta in modo diametralmente opposto
- Posto che B sia mosso dalle stesse motivazioni di A sceglierà la strategia che **minimizza il massimo guadagno possibile per A** (minimax) (nel caso in esame se B sceglie la 1 il massimo guadagno per A è pari a 40%, se sceglie la 2 è 38%, se sceglie la 3 è 2% quindi solo la 3 è in grado di limitare i danni)
- Poiché **maximin di A = minimax di B** il gioco è in **equilibrio** e l'aumento del 2% della quota di mercato di A rappresenta l'esito atteso a priori da parte di ambedue i manager
- Il gioco potrebbe non avere equilibrio

Giochi a somma zero in Economia 6

	1	2	3
1	0%	38%	2%
2	-24%	-38%	-40%
3	40%	-20%	-42%

Tabella 4: Un esempio di gioco a somma zero inerente le variazioni delle quote di mercato in un duopolio in seguito all'attuazione di determinate strategie in assenza di equilibrio.

Giochi a somma zero in Economia 7

- In quest'ultima tabella si è variato unicamente il valore corrispondente ad a_{11} da 10% a 0%
- Si può verificare facilmente che in questo caso **maximin di A \neq minimax di B**
- Scegliendo la strategia di minimax l'impresa B regala ad A il 2% della quota di mercato rispetto all'aspettativa di maximin di A stessa