

# I problemi ambientali e la teoria dei giochi

# Perché esiste la Teoria dei giochi?

Per descrivere il sistema economico,  
quando le decisioni di ogni singolo  
individuo non possono essere prese in  
condizioni di completa indipendenza.

(Es. strategie militari)

# Regole del gioco

Un gioco è caratterizzato dalle regole che lo governano:

- a) Numero di giocatori;
- b) Strategie a disposizione di ciascuno di essi;
- c) Esiti (o *payoff*) associati ad ogni combinazione di strategie giocabili.

Ogni strategia è definibile come un insieme di regole che determinano i comportamenti individuali,

cioè...

la scelta dell'azione  $a_i$  che ciascun giocatore  $i$  può compiere, in risposta alle azioni degli avversari, è definita all'interno di un insieme  $A_i$ , che comprende tutti i comportamenti a disposizione,  $A_i = \{a_i\}$ .

# In generale

le strategie dei giocatori saranno definite esclusivamente in funzione della storia passata del gioco.

L'obiettivo di ogni giocatore consiste nella massimizzazione del proprio esito finale.

L'interazione strategica fra gli individui produce, quando esiste, l'equilibrio del gioco, che peraltro potrà non essere unico.

Un equilibrio è definibile come la combinazione delle migliori strategie a disposizione di ognuno degli agenti che prendono parte al gioco.

# Natura del gioco

## 1. Gioco cooperativo:

La collaborazione reciproca produce maggiori opportunità di guadagno per tutti i giocatori; si ammette che i giocatori possano accordarsi preventivamente sia sulle rispettive mosse sia – e soprattutto – sulla divisione della posta in palio.



## 2. Gioco non cooperativo:

è escluso che possano esservi  
contrattazioni preliminari tra gli agenti;

ciascun giocatore percepisce ciò che gli  
attribuisce l'esito del gioco, e non è  
ammessa l'esistenza di pagamenti tra  
giocatori.

# Nota

La ripetizione nel tempo di uno stesso gioco produce in effetti un nuovo gioco, la cui soluzione può essere radicalmente diversa, perché gli agenti tengono conto – ovviamente – degli esiti passati, nella riformulazione delle strategie.

# Rappresentazione del Gioco

1. In forma normale, o strategica:

		B	
		$b_1$	$b_2$
A	$a_1$	m , n	p , q
	$a_2$	r , s	w , z

- matrice doppia in cui il numero di righe e di colonne è dato dal numero di strategie a disposizione dei due giocatori
- Le coppie di valori in ogni casella rappresentano gli esiti: il primo valore si riferisce al giocatore indicato in riga, il secondo al giocatore in colonna.

# Quindi

se A sceglie  $a_2$  e B sceglie  $b_2$ , l'esito sarà pari a  $w$  per A e a  $z$  per B.

		B	
		$b_1$	$b_2$
A	$a_1$	m , n	p , q
	$a_2$	r , s	w , z

# Definizioni

Una strategia è **dominante** su tutte le altre possibili strategie a disposizione del giocatore, quando il risultato associato è sempre il migliore, qualunque sia la mossa dell'avversario.

L'equilibrio sarà una combinazione di mosse tale per cui, osservati gli esiti, nessuno dei giocatori avrà convenienza a mutare la propria decisione.

# Eq. Strategia dominante ( $a_1, b_2$ )

Ogni giocatore si comporta in modo tale da ottenere il meglio per sé:

		B	
		$b_1$	$b_2$
A	$a_1$	11,7	8,10
	$a_2$	10,12	6,12

Ragionamento: “io so che tu sai che io so...”

I giocatori seguono un comportamento ottimizzante, sapendo che anche gli avversari faranno lo stesso.



# Nota

Il criterio della dominanza non considera motivazioni di prudenza.

L'analisi empirica proverebbe invece che i soggetti preferiscono seguire un criterio che massimizza la sicurezza, temendo che la scelta altrui possa non essere improntata a criteri di stretta razionalità.

# Equilibrio di Nash (1951)

Una soluzione costituisce equilibrio di **Nash** quando le strategie di ciascun giocatore rappresentano la scelta migliore, date le migliori strategie altrui;

cioè

se ciascun giocatore, una volta osservate le scelte altrui, non ha alcun interesse a cambiare la propria scelta.

# Esempio

2 equilibri di Nash (10,5) e (17,8)

		B	
		$b_1$	$b_2$
A	$a_1$	16,4	10,5
	$a_2$	17,8	9,4

Nessun equilibrio di Nash

		B	
		$b_1$	$b_2$
A	$a_1$	4,3	2,4
	$a_2$	2,8	8,7

# Critica

L'equilibrio di Nash presenta alcuni difetti oggettivi:

Per esempio:

la non esistenza o la non unicità delle soluzioni.

# Conclusione

Si nota che, nella realtà, individui impegnati concretamente in giochi non sempre scelgono mosse che conducono ad equilibri di Nash.

Le verifiche empiriche testimoniano una divaricazione tra “soluzione teorica” e “soluzione empiricamente rilevata”.

# Nella realtà

D'altra parte, posti di fronte a semplici e divertenti problemi, gli individui finiscono generalmente per fornire soluzioni lontane dalle prescrizioni indicate dalla teoria economica.

# Eppure

Quando un paese, con la propria attività economica, influenza non solo il proprio ambiente, ma anche quello di altri paesi, si hanno delle esternalità ambientali internazionali.

Per affrontare questi problemi ambientali globali è necessario costituire un'autorità sovranazionale mediante degli accordi internazionali.

La teoria dei giochi fornisce la cornice entro cui collocare i problemi di interdipendenza strategica che si pongono quando si deve arrivare a risolvere un problema di accordo ambientale internazionale.



1. Consideriamo due paesi confinanti;
2. Si vuole adottare un progetto di miglioramento ambientale che apporti benefici a entrambi.

# Il Protocollo di Kyoto e gli accordi di Parigi

Nel corso degli anni, numerosi tentativi sono stati adottati per raggiungere delle riduzioni internazionali coordinate delle emissioni inquinanti ritenute colpevoli dell'effetto serra.

Una serie di convenzioni internazionali è stata organizzata sotto l'egida delle Nazioni Unite.

Il protocollo di Kyoto costituisce il primo tentativo di riduzione delle emissioni inquinanti a livello globale.

Numerose problematiche ancora aperte.

Il problema che si apre è come favorire la formazione di accordi internazionali che spingano i singoli paesi a passare da un equilibrio non cooperativo a una soluzione cooperativa, che è più efficiente dal punto di vista dell'insieme dei paesi coinvolti.

Consideriamo un insieme di  $n$  paesi le cui attività produttive generano un inquinamento di  $\text{CO}_2$  che va al di là dei confini nazionali.

Ciascun paese trae beneficio dalle proprie emissioni, che sono legate alla produzione. In assenza di cooperazione, ciascun paese non tiene conto del danno ambientale che con le proprie emissioni impone agli altri.

Ciò suggerisce che la soluzione non cooperativa non risulta socialmente efficiente per l'insieme dei paesi.

Sarà quindi necessario un intervento che permetta di raggiungere l'equilibrio di tipo cooperativo.

Rispetto all'equilibrio non cooperativo, la soluzione cooperativa deve consentire un beneficio netto globale per l'insieme dei paesi maggiore del beneficio associato all'equilibrio non cooperativo.

La soluzione non cooperativa però può non essere stabile, il che comporta una difficoltà al mantenimento dell'accordo.

Infine, può non essere profittevole, per ciascun paese, il passaggio dall'equilibrio non cooperativo a quello cooperativo.

Si consideri ad esempio il caso di due paesi  
e due sole strategie qui rappresentato:

		B	
		c	nc
A	c	4, -1	-1, 2
	nc	5, -3	0, 0



La somma dei benefici netti è massima nella soluzione cooperativa (3), che quindi è socialmente efficiente, ma essa non è stabile, e per il paese B il passaggio dall'equilibrio non cooperativo alla soluzione cooperativa comporta una perdita.

Solo un trasferimento di risorse dal paese A al paese B potrebbe convincere quest'ultimo ad aderire a un accordo internazionale per la riduzione delle emissioni, secondo quanto previsto dalla soluzione cooperativa, generando quindi la convenienza a non abbandonare l'accordo raggiunto.

L'uso di trasferimenti come strumento per promuovere l'allargamento di coalizioni derivanti dagli accordi ambientali internazionali può essere problematico, sia per la difficoltà di stabilire la dimensione del trasferimento, che deve anticipare la defezione dalla coalizione, sia per evitare comportamenti strategici tali da spingere alcuni paesi a rimanere fuori dall'accordo per spuntare quote di trasferimenti elevate per l'adesione alla coalizione.

Ovviamente, il rischio di comportamenti strategici aumenta al crescere delle asimmetrie informative esistenti tra i diversi paesi che si vogliono portare all'accordo.

L'esistenza di questi problemi ha indotto a individuare una strada alternativa per favorire la formazione delle coalizioni nella sottoscrizione di accordi ambientali internazionali, vista la presenza di altri accordi internazionali vigenti tra gli stessi paesi.

Ciò permette, ad esempio, di sanzionare chi viola l'accordo ambientale attraverso una penalizzazione agli scambi internazionali nel mercato parallelo dell'import/export.

Se imponiamo una sanzione pari a 5 ai paesi che scelgono di non cooperare, la nuova matrice permette di ottenere una strategia cooperativa che domina rispetto a qualunque diverso comportamento che voglia deviare da  $(c, c)$ .

		B	
		c	nc
A	c	4, -1	-1, -3
	nc	0, -3	-5, -5