Edizione originale: *Contemporary Political Analysis*
New York, The Free Press, 1967.
Traduzione di Silvia Adilardi Tozzi

Teorie e metodi in scienza politica

a cura di
James C. Charlesworth

Società editrice il Mulino **Bologna**

Che cos'è la teoria dei giochi?

di T. C. Schelling

Immaginate di trovarvi sulla banchina di una stazione ferroviaria, in procinto di salire sul treno, e di imbattervi in un amico di antica data che ha riservato un posto in un vagone diverso dal vostro. Decidete di incontrarvi nella carrozza ristorante. Dopo che siete saliti sul treno, passa l'addetto alle prenotazioni e venite a scoprire che c'è un vagone ristorante di prima classe e un buffet di seconda. Personalmente avreste una certa preferenza per la prima classe; d'altra parte avete il dubbio che il vostro amico preferisca il buffet di seconda, ma soprattutto vorreste fare una prenotazione che coincidesse con la sua. Sceglierete il vagone ristorante della prima o della seconda classe?

Oppure, mentre aspettate il treno incontrate un amico che state cercando di evitare, perché vuole persuadervi a far parte di un certo comitato. I posti che avete prenotato si trovano in carrozze diverse, ma l'amico vi propone di incontrarvi al vagone ristorante. Quando passa l'addetto, vi accorgete con sollievo che ci sono due vagoni ristoranti, uno per la prima ed uno per la seconda classe, e scegliendo quello giusto potreste « ingenuamente » perdere di vista l'amico. Ci vuole prudenza; potrebbe indovinare che cercherete di sfuggirlo se ne avrete la possibilità. Normalmente scegliereste la prima classe ed egli lo sa. Per quale vagone prenoterete il pranzo?

In un altro caso ancora, vi trovate sul treno senza aver prenotato il posto. Ne trovate uno, ma ci sono alcuni viaggiatori in piedi. Quando lo « steward » annuncia che il pasto è pronto, i viaggiatori che sono in piedi osservano ansiosamente, per vedere se qualcuno, recandosi a mangiare, lascia libero il proprio posto. Se andate al vagone ristorante non avrete diritto di reclamare il posto al vostro ritorno. Ma senza lasciare il posto vuoto non potete mangiare; se non mangiate, nessuno vi prenderà il posto, neppure durante il tempo in cui gradireste trovarvi al vagone ristorante. Quale soluzione potreste escogitare?

Infine, immaginate di trovarvi in uno scompartimento ad aria condizionata, quando lo « steward » vi chiede di esprimere una preferenza. I viaggiatori sono invitati a dire se desiderano che nel vagone sia permesso fumare. Voi pensate che la scelta sarà decisa da un ristretto margine di voti. Una seconda domanda messa ai voti è se debbano essere consentite soltanto le sigarette, nel caso che i viaggiatori si pronuncino a favore del permesso di fumare. Preferireste il sigaro, che è l'unica cosa che fumate, ed evidentemente state per rispondere di no alla seconda domanda, ma avete il dubbio che i sigari sarebbero esclusi da tutti i non fumatori, con in piú qualche fumatore di sigarette. Come voterete? Potete mettervi d'accordo con qualcuno?

Mentre, all'arrivo, state uscendo dal vagone, lo « steward » sta impalato in attesa della mancia. Cinquanta cents sarebbe una cifra ragionevole, ma questa persona può fare diversi favori, e quindi conviene rendersela amica con una piccola spesa.

Avete il dubbio che qualche altro viaggiatore abituale cerchi di dare mance un po' superiori alla media. Anche voi vorreste dare una mancia un po' piú alta della media. Quanto lascerete allo « steward »?

Decisioni interdipendenti

La *Teoria dei giochi* è uno studio formale delle decisioni razionali in situazioni del tipo appena descritto. Due o piú individui che devono compiere delle scelte hanno determinate preferenze per quanto riguarda i risultati, oltre a una certa conoscenza delle scelte disponibili a ciascuno e delle rispettive preferenze. Il risultato dipende dalle scelte di entrambi, o di tutti, se le persone sono piú di due. Non esiste una soluzione ottimale « indipendente »: bisogna vedere che cosa fanno gli altri.

Per certi problemi, come quello della scelta del percorso piú breve tra l'abitazione e l'ufficio, si può giungere ad una soluzione senza dover contemporaneamente risolvere un problema altrui. Ma per attraversare un incrocio in auto, bisognerà che sappiate che cosa sta per fare l'altro conducente — se ferma, rallenta, accelera, o continua alla stessa andatura — e tenere presente che un importante elemento della sua decisione sarà costituito anche dal giudizio che darà su quello che voi state per fare. Ogni « soluzione » di un problema come questo riguarda necessariamente *tutti e due* i partecipanti. Ciascuno deve cercare di vedere il problema dal punto di vista dell'altro, ma quando lo fa, vede se stesso intento a decidere.

La teoria dei giochi ha individuato questo tipo di situazioni come categoria che è importante in pratica, e stimolante intellettualmente, ed ha suggerito che ogni soluzione soddisfacente per dei partecipanti razionali debba costituire una soluzione per entrambi. Ciascuno deve decidere in base alle proprie aspettative. A meno di voler supporre che le aspettative di uno o piú giocatori siano erronee — e allora dobbiamo vedere caso per caso chi è che sbaglia — dovrà esserci una certa coerenza, non solo tra le scelte e le aspettative dei singoli, ma anche tra le aspettative reciproche. La teoria dei giochi è lo studio delle aspettative razionali, coerenti, che i partecipanti possono avere nei confronti delle rispettive scelte.

Si tratta però di uno studio astratto e deduttivo: non dell'esame empirico del modo in cui vengono prese le decisioni, ma di una teoria deduttiva riguardante le condizioni che le decisioni devono soddisfare per poter essere considerate « razionali », « coerenti » o « non contraddittorie ». Naturalmente, la definizione di ciò che è « razionale », « coerente », « non contraddittorio » nelle decisioni interdipendenti è uno dei compiti della teoria dei giochi. Prendiamo il caso della persona che non vorremmo incontrare al vagone ristorante: può esistere una teoria che ci dica senza possibilità di equivoci quale vagone scegliere per non incontrarla? Sí, ma soltanto se neghiamo al nostro avversario l'accesso ad essa. La stessa logica che può dirci quale vagone scegliere, potrebbe indicare a lui il vagone che abbiamo scelto, e, come hanno scritto Von Neumann e Morgenstern nell'opera monumentale che ha lanciato la teoria dei giochi venti anni fa, è difficile esser soddisfatti della generalità di una teoria il cui successo dipende dal restare sconosciuta!

A rigor di termini, una teoria di questo tipo non è predittiva; essa si avvicina piuttosto al tipo che talvolta viene definito « normativo », in contrasto con il predittivo o l'esplicativo. Ma dubito che gli studiosi siano disposti a impiegare tante energie, e che siano capaci di riscuotere tanta attenzione, se non si avverte che i loro ragionamenti offrono un qualche appiglio per l'analisi del comportamento reale. Questo metodo, che possiamo definire « soluzione vicaria dei problemi » ha una lunga tradizione in economia; per studiare in che modo le imprese industriali possono massimizzare i profitti, e perfino per vedere se compiono sforzi in questa direzione, è utile sapere come si comporterebbero nel corso di un tentativo del genere che avesse realmente successo [1].

[1] Notevoli argomentazioni a favore di questo approccio si trovano nell'opera di J. S. Bruner, J. S. Goodnow, G. A. Austin, *A Study of Thinking*, New York, Wiley, 1957. Studiando sperimentalmente il processo di « raggiungimento del concetto », gli autori usano il termine « strategia » riferendosi ad uno « schema decisionale nell'acquisizione, ritenzione e utilizzazione delle informazioni che servono a soddisfare certi obiettivi, cioè ad assicurarsi certe forme di risultati e a garantirsi contro certe altre » (p. 54). Inoltre — e questo è un passo avanti interessante rispetto ai limiti della teoria dei giochi — gli autori non pongono come requisito la consapevolezza della propria strategia da parte del soggetto. « La psicologia va proclamando da tanto tempo il ruolo dei " fattori emotivi " e degli " impulsi inconsci " del comportamento, che la capacità umana di affrontare razionalmente il mondo appare ormai una capacità residua, pronta a far capolino solo quando l'irrazionale lo permette. L'uomo non è una macchina logica, ma certamente è capace di prendere decisioni e di raccogliere informa-

Soluzione dei problemi

Vediamo, ora, in che modo i problemi che ho posto all'inizio sono affrontati dalla teoria dei giochi. Innanzitutto, con una sola ecce- 1 zione di cui parlerò piú avanti, dal punto di vista della teoria dei giochi nessuno di questi problemi presuppone un vagone ristorante. E al posto dell'uomo che non voglio incontrare al vagone ristorante potrebbe esserci un ispettore addetto al disarmo, che non deve entrare in possesso di prove di mie infrazioni, oppure il comandante di un sottomarino che sta per lanciare un siluro verso la direzione 2 in cui pensa che andrà la mia nave. In secondo luogo, il problema non coinvolge individui particolari; la teoria dei giochi rifugge dalle soluzioni basate su idiosincrasie personali o sulla capacità di superarsi vicendevolmente in astuzia. In terzo luogo, essa non si occupa delle 3 ragioni per cui una persona vuole incontrarne un'altra, mentre questa cerca di sfuggirla. Entrambe sono considerate « razionali » nel modo di perseguire i propri obiettivi, ma questi obiettivi sono affari *loro*, che la teoria accetta come dati.

Nel caso di « opposti interessi », se c'è uno al quale tocca scegliere per primo, in modo che l'altro possa vedere, la soluzione è semplice: il primo perde, comunque scelga, e il secondo vince. Il risultato è banale, ma non è cosí per quanto riguarda le implicazioni. Viene infatti sottolineata l'importanza della decisione posticipata, dell'acquisizione di informazioni sulla scelta che l'altro ha conseguito, e del rifiuto di darne quando si è obbligati alla prima mossa.

La questione del vagone ristorante è semplificata dal fatto che i risultati possibili sono soltanto due, *incontrarsi* o *non incontrarsi*; e indicando con S il successo, con F il fallimento, il problema può essere raffigurato con una matrice 2 x 2.

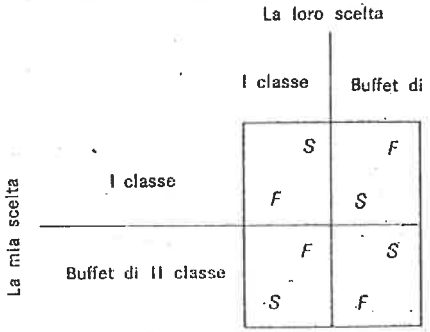

FIG. 5

zioni in un modo che chiarisce la sua capacità di apprendimento meglio di quanto siamo mai stati disposti ad ammettere » (p. 79).

La casella in basso a sinistra contiene il risultato dal mio punto di vista; per me, decidere significa scegliere la riga in alto o quella in basso. Nella casella in alto a destra è il risultato dell'avversario; la sua decisione corrisponde alla scelta tra colonna destra e sinistra. Possiamo conferire un certo aspetto quantitativo al problema, usando punteggi numerici al posto di S e di F: 1 per il successo, e 0 (o anche -1) per il fallimento, scegliendo i numeri per pura convenienza mnemonica e tipografica, tanto per ricordare che il numero piú alto indica successo. Si può anche usare la stessa coppia di numeri per tutti e due i giocatori, ma sempre a fini di convenienza soltanto. Ora possiamo dire che ciascun giocatore cerca di « massimizzare il suo punteggio », ma ciò vuol dire semplicemente che ognuno tenta di raggiungere il successo, o di massimizzare le proprie possibilità di successo. 4a

La situazione descritta è nota come gioco « a somma nulla »; e spesso si dice che una parte perde esattamente quanto l'altra vince, ma, in realtà, nella teoria dei giochi i sistemi di punteggio dei due avversari sono sempre ritenuti incommensurabili. Se due nobili feudali giocano a carte, per sapere chi dei due dovrà avere un dito tagliato e chi perderà la vista, il gioco è « a somma nulla » (fintantoché nessuno dei due si cura della perdita dell'altro) anche se la perdita dell'uno non significa la vincita dell'altro, e anche se non c'è modo di confrontare quello che i due rischiano perdendo. Proprio *perché* i loro sistemi di valori sono incommensurabili, se i loro interessi sono completamente opposti, possiamo arbitrariamente rappresentarli mediante scale di valore che rendono nulla in ciascuna casella la somma dei punteggi delle vincite. Dal punto di vista della lettura è spesso piú conveniente usare dei numeri positivi e degli zeri; in tal caso la somma sarà data da un numero positivo.

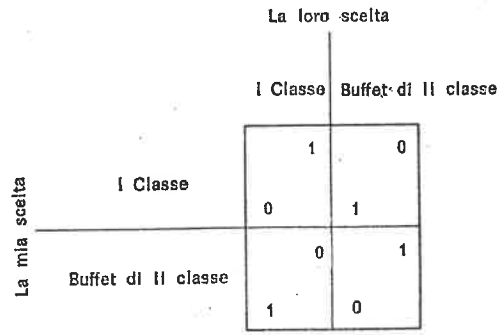

FIG. 6

Che cosa può dire la teoria dei giochi sul problema dell'ispezione per il disarmo, o su quello del bersaglio del siluro, astrattamente raffigurati nella nostra matrice? Come il lettore avrà indovinato, essa dice che ciascun partecipante dovrebbe avere 50 probabilità su 100 di riuscire. Perché? Perché le posizioni sono simmetriche, e la teoria non prevede giocatori favoriti. È proprio vero che le posizioni sono simmetriche, quando uno desidera l'incontro e l'altro lo vuole evitare? Sí, la stessa situazione si verifica nel gioco a testa o croce: uno vuole che tutte e due le monete diano testa o croce, mentre l'altro vuole una testa e una croce, ma se mettiamo insieme due monete diverse, dobbiamo decidere arbitrariamente quale delle due facce è « testa ». Ecco dunque eliminato il vagone ristorante, insieme al concetto di « incontro ». Possiamo scambiare le colonne della matrice e costruirne un'altra apparentemente diversa, ma sostanzialmente identica: « incontrare » e « non incontrare » sono semplici etichette, che vengono ignorate dalla teoria dei giochi, a meno che non vi siano speciali motivi per usarle come parte del processo di comunicazione. Si direbbe che sia il fare testa o croce che decide il gioco, e in realtà si può anche gettare in aria una moneta. Ma lo faccio per due motivi: o perché sono indifferente e, come la persona che non sa quale scarpa mettersi per prima, scelgo un metodo arbitrario di decisione, oppure perché se lancio deliberatamente una moneta il mio avversario non può indovinare che cosa farò, piú di quanto non possa prevedere se il risultato sarà « testa » o « croce ». Con la teoria dei giochi si scopre che certi giochi di intelligenza (generalmente di puro conflitto, a « somma nulla ») possono trasformarsi in giochi d'azzardo rendendo opportunamente casuali le decisioni.

Tutto ciò è coerente: se io lancio una moneta l'avversario non può avere piú di cinquanta probabilità su cento di incontrarmi, e se è lui a lanciare la moneta, io non posso avere piú di cinquanta probabilità su cento di evitarlo. Nella teoria dei giochi questo cinquanta per cento di probabilità di vincita o di perdita per ciascun partecipante è considerato « valore del gioco », e « soluzione ». Non è detto che uno dei due debba lanciare una moneta. L'importante è che due giocatori razionali, in una situazione che offre esiti alternativi, non possano aspettarsi piú di cinquanta probabilità su cento di vittoria, a meno che non esistano particolari motivi per supporre che uno dei due avversari non capisce il gioco. Se l'avversario è capace di un ragionamento logico con cui scegliere l'uno o l'altro vagone, che gli dia piú di cinquanta probabilità su cento di incontrarmi, io posso rovinargli la strategia lanciando una moneta. Nessun mediatore potrebbe convincere me o lui ad accettare uno schema che offrisse qualcosa in piú, o in meno, delle cinquanta probabilità su cento di incontrarsi, perché l'altro potrebbe sempre ottenere un risultato migliore lanciando la moneta.

Dove sta la matematica? La matematica è di due tipi, il primo è connesso alla generalizzazione logica: è interessante sapere se ogni problema di questo tipo ha una determinata soluzione, e quali tipi di problemi possono non averla. Secondo, se complichiamo il problema può esser necessaria un po' di matematica pratica per capire quale tipo di moneta debba esser lanciato. Supponiamo che vi sia un vagone ristorante nel quale il vostro conoscente non può non incontrarvi, e un altro in cui le sue probabilità sono solo cinquanta su cento, anche se tutti e due andate in quel vagone. Il secondo corrisponderà a due vagoni ristoranti messi insieme, e per decidere dove andare dovrete scegliere fra l'equivalente di tre vagoni ristoranti, ricorrendo al lancio dei dadi. Il vostro conoscente ha una possibilità su tre di incontrarvi, e potrebbe garantirsene una scegliendo uno dei vagoni con probabilità di due a uno. Complicate il problema finché volete, il principio resta lo stesso; ma la complicazione richiede l'aiuto di un matematico o del calcolatore. Dal punto di vista intellettuale il risultato sta nel riconoscere quali problemi complessi dei servizi ispettivi per il disarmo, del controllo sul lancio dei siluri, e della scelta del vagone ristorante, siano riducibili al principio generale del lancio di una moneta o dell'uso dei numeri casuali. Possiamo supporre che intere generazioni abbiano scelto casualmente delle combinazioni sicure per non essere sorprese dai ladri, ma è stata la teoria dei giochi a riconoscere lo stesso principio (con probabilità convenientemente scelte) nella distribuzione della quota di ispezioni per il disarmo lungo i mesi dell'anno o i settori di un territorio.

Si tenga presente che la comunicazione è irrilevante in questo rapporto di completa opposizione. Il comandante del sottomarino e il capitano della nave non hanno alcun interesse razionale a trasmettersi messaggi; ogni messaggio che valga la pena di essere inviato non merita di essere letto, a meno che uno dei due, ritenendosi un po' piú furbo dell'avversario, non pensi di poter escogitare qualcosa piú di lui nel gioco dell'inganno reciproco.

Soluzioni alternative

Torniamo ai due amici che vogliono incontrarsi al vagone ristorante. La vincita o la perdita avvengono insieme (se vogliamo dei termini simmetrici, possiamo definire la situazione un « gioco a differenza nulla », esattamente nello stesso senso del « gioco a somma nulla » riferito alla situazione di puro conflitto). Le scelte sono rappresentate dalla matrice a pagina seguente.

La difficoltà è data da un « eccesso di soluzioni ». Infatti ne esistono due, e gli avversari non sanno quale scegliere. Se uno di loro

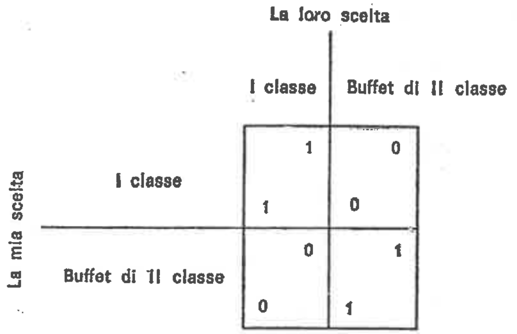

FIG. 7

potesse effettuare la prima mossa, la situazione sarebbe ovviamente molto semplice. Si tratta di una situazione « di squadra » (per usare un termine di Jacob Marschak) e ciò che occorre per risolvere il problema è soltanto una comunicazione a senso unico, o un rapporto tra *leader* e seguace, oppure una « regola » nota ad entrambe le parti [2]. Se una delle due lancia una moneta, si assicura cinquanta probabilità su cento di successo, proprio come la parte avversa. Resterebbe la possibilità di cercare qualche indizio; un indizio è una specie di segnale, riconoscibile da ciascuno come istruzione arbitraria che vale la pena di seguire nell'interesse dell'incontro. In questo caso le « etichette » possono determinare una differenza, ma sono soltanto una specie di surrogato dell'istruzione vera e propria o della comunicazione. Se un vagone ristorante si chiama « Rendevous » e l'altro « Solitaire », i due giocatori possono trovarsi tacitamente d'accordo sul segnale di cui hanno bisogno. I membri di un'unità militare dispersi in combattimento, due persone che si sono date appuntamento per pranzo senza stabilire il luogo dell'incontro, o due macchine che percorrono nei due sensi una strada, hanno bisogno di indizi e segnali di questo tipo. La comunicazione rende il problema di facilissima soluzione, ma non sempre è disponibile. L'aspetto concettualmente interessante è dato dalla difficoltà che l'eccesso di « soluzioni » rappresenta.

Consideriamo ora l'uomo che perde il posto se va al vagone ristorante. I suoi interessi, e quelli della persona che vuol prendere il suo posto, non sono completamente opposti ma neppure del tutto coincidenti. Entrambi starebbero meglio se il primo avesse la possi-

[2] J. Marschak, *Theory of an Efficient Several - Person Firm*, in « American Economic Review: Papers and Proceedings », L (1960), pp. 541-548. Il costo dell'informazione in presenza di preferenze coincidenti è un aspetto fondamentale della teoria dell'organizzazione di Marschak.

bilità di riprendersi il posto al suo ritorno, perché in tal caso l'uno potrebbe mangiare, e l'altro potrebbe sedersi per qualche tempo. La « soluzione », se il primo preferisce sedere anziché mangiare, e non ha la possibilità di riprendersi il sedile, è *inefficiente*: uno resta senza mangiare, l'altro sta in piedi tutto il tempo.

Ci vuole dunque una promessa a senso unico, con cui la seconda persona si impegni a lasciare il posto nuovamente libero, oppure un contratto da far valere, o uno schema che dia un nuovo assetto agli incentivi del viaggiatore che prende il posto (ad esempio, il fatto di non poter andare al vagone ristorante per primo, bensí per secondo, e di avere un appetito sufficiente da lasciare il posto libero quando l'altro ritorna). La teoria dei giochi serve a scoprire alcune di queste situazioni « inefficienti », e può essere di aiuto anche nel trovare regole o procedure, assetti giuridici, o ampliamenti della gamma delle strategie possibili, che permettono un miglior risultato per entrambi i giocatori. La teoria offre uno schema di riferimento per lo studio delle contrattazioni che hanno luogo se gli esiti possibili sono almeno due, e hanno discriminazioni diverse tra i partecipanti.

Uno schema di analisi

Fino a questo momento ho richiamato solo alcuni rudimenti della teoria dei giochi, e nessuna delle analisi sottili ed elaborate che hanno attratto l'attenzione dei matematici. Ma per uno scienziato sociale sono soprattutto questi rudimenti ad avere interesse, in quanto lo aiutano a costruire una propria teoria, in relazione ai problemi specifici di cui si occupa. Una delle prime cose che colpiscono lo scienziato sociale quando incomincia a fare esperimenti con matrici illustrative, è la ricca varietà dei rapporti, anche fra due soli individui, e la quantità di significati diversi che possono avere semplici nozioni come « minaccia », « accordo » e « conflitto ». Si è colpiti dal numero delle configurazioni dell'informazione giusta o sbagliata, dei diversi sistemi di comunicazione, dalla varietà dei vincoli « giuridici » alternativi che operano sulla contrattazione e la tattica. Neppure la piú semplice delle situazioni, con due individui che hanno due alternative a testa, può essere analizzata e catalogata esaurientemente. Le possibilità sono quasi illimitate. Per questo motivo, la teoria dei giochi è piú che una « teoria », piú che una serie di teoremi e di soluzioni; è uno schema di analisi, e come tale può servire allo scienziato sociale che voglia elaborare una sua teoria. Il fatto che questa sia poi definita teoria dei giochi, sociologia, economia, teoria dei conflitti, strategia, o in qualsiasi altro modo, ha scarso significato dal punto di vista della divisione di competenze.

Consideriamo due persone aventi due scelte ciascuna, perciò quattro esiti possibili. Ordiniamo i risultati di ciascun giocatore, dalla prima alla quarta scelta, senza ancora usare i numeri per rappresentare l'intensità delle preferenze; eliminiamo i legami: assumiamo, cioè, che non esistano due risultati egualmente appetibili o indifferenti per nessuno dei due giocatori. Quanti diversi giochi 2 x 2 possiamo avere? La risposta è 78. Inoltre, in 66 di questi giochi la posizione dei due partecipanti è diversa; abbiamo un totale di 144 posizioni in cui ciascuno di essi può trovarsi nei confronti del partner.

Si tratta di una cifra abbastanza alta da sorprendere la maggior parte delle persone; ma se a qualcuno sembrasse di proporzioni relativamente modeste, non dovremmo far altro che tener conto di qualche preferenza collegata, perché il numero individuabile salisse oltre il migliaio. Basta dare a ciascun giocatore tre alternative, anziché due, con tre risultati che possano derivare dalla decisione combinata, perché il numero individuabile delle posizioni in cui uno dei due può trovarsi nei confronti dell'altro superi il miliardo. Cioè, se dopo aver predisposto una tabella con tre righe e tre colonne poniamo, in ciascuna delle nove caselle, uno dei numeri compresi tra uno e nove per il giocatore che sceglie la colonna, e facciamo lo stesso per il giocatore che sceglie la riga, avremo oltre un miliardo di modi diversi di inserire questi numeri, anche dopo aver eliminato tutte le duplicazioni che derivano dal riordinamento arbitrario di righe e colonne (la cifra è, per l'esattezza, $[9!]^2 \div [3!]^2 = 3.659.830.400$.

Non c'è da meravigliarsi se è impossibile catalogare esaurientemente anche il piú semplice tipo di interdipendenza che può esistere tra le decisioni di due persone. Se poi aggiungiamo una terza persona, oppure quella che per ciascun giocatore è la stima delle preferenze dell'altro, o diamo a uno di loro l'opportunità di fare una scelta condizionata dalla scelta dell'altro, il numero delle diverse possibilità diventa subito astronomico. Supponiamo che l'esplosione demografica raggiunga ogni possibile estremo, e abbiniamo in tutti i modi possibili gli uomini del pianeta; il numero delle coppie cosí formate non potrà essere tale da rappresentare l'intera varietà di situazioni che possono verificarsi quando due persone contemplano una dozzina di possibili risultati che insieme sono in grado di determinare scegliendo, con una breve successione di mosse, fra tre o quattro alternative a testa.

Con questi numeri non voglio scoraggiare gli studiosi; al contrario. Dato che un elenco definitivo delle piú semplici situazioni e la loro analisi non sono fisicamente realizzabili, né sarebbero umanamente leggibili, se lo fossero, e dato che non tutte le differenze evidentemente sono importanti, ci vuole un sistema, o qualche criterio, per maneggiare intere categorie di situazioni che, per quanto siano diverse, non è necessario distinguere. Bisogna individuare i modelli che hanno la piú grande generalità o un qualche interesse del tutto

particolare. E ci vogliono alcuni teoremi che permettano di formulare delle proposizioni generali basate su poche caratteristiche salienti del modello, senza dover passare in rassegna tutte le possibilità [3].

Qualche « mossa » illustrativa

L'uso delle matrici e delle preferenze esplicite può essere utile sia per scoprire che per comunicare le distinzioni da fare (e per riconoscere quelle false o non essenziali). Come si distingue una minaccia da un avvertimento, la forza di una minaccia dalla sua credibilità, un « bluff » da una minaccia non sufficientemente credibile? Quand'è che una minaccia deve essere associata a un'assicurazione per essere efficace? In quali situazioni tutte e due le parti possono essere interessate alle minacce, e in quali situazioni può esserlo una parte sola? Quand'è che l'informazione sbagliata ha valore per tutte e due le parti, quand'è che ha valore per una parte sola, e quand'è che le danneggia entrambe? Qual è il sistema minimo di comunicazione necessario per l'efficacia di una minaccia, di una promessa, di una minaccia associata ad una promessa; e quali tipi di garanzie contro il fallimento accresceranno la credibilità di una minaccia, quali tipi la indeboliranno? Quali definizioni saltano, o devono essere sostituite da nozioni piú complicate, se il numero delle alternative rilevanti cresce da due a tre, o da tre a un numero piú grande? Ci si accorge che molti di questi concetti e di queste distinzioni possono essere definiti in termini operativi facendo riferimento ad una esplicita « matrice delle vincite » che mostra le preferenze delle due parti tra diversi risultati. Si scopre ancora che per certi concetti e distinzioni ciò non è possibile, ed è utile vederne chiaramente il motivo. Certi concetti sono suscettibili di definizione operativa, e rappresentabili semplicemente come cambiamento di un singolo ordine numerico o di preferenza in una casella della matrice; altri possono essere definiti come cambiamenti simultanei in due o piú ricompense: due ricom-

[3] Interessanti tentativi di caratterizzare e classificare i giochi a due persone, facendo riferimento a un qualche tipo di matrice delle vincite, si trovano nell'articolo di K. V. Wilson e V. E. Bixenstine. *Forms of Social Control in Two-Person Two-Choice Games*, in « Behavioral Science », VII (1962), pp. 92-102, riprodotto in Shubik (vedi nota bibliografica), e nell'opera di J. W. Thibaut e H. H. Kelley, *The Social Psychology of Groups*, New York, Wiley, 1959. Vi sono inoltre classificazioni per coppie che si possono combinare; una distinzione è quella originaria fra giochi e somma nulla e a somma non nulla, un'altra è la distinzione tra giochi « cooperativi » e « non cooperativi ». V. Luce e Raiffa (nota bibliografica), specie i capitoli IV, V, VI. Anche i giochi a due per due e quelli piú ampi possono essere classificati secondo il tipo di « soluzione » che ammettono, la simmetria o l'assimetria, l'ordine delle mosse, le strategie dominanti e cosí via. Il metodo « migliore » di classificazione dipende di solito da ciò che il ricercatore vuol far emergere.

pense per una stessa persona in caselle diverse, o una ricompensa per ciascun giocatore.

La teoria non è di grande portata, e certamente non richiede ancora la matematica, ma essa può condurre a fare delle scoperte ed a ridurre l'ambiguità nella comunicazione.

Si possono attuare sia delle minacce, sia delle preghiere che sono « bluffs »: il « bluff » ha lo stesso significato in tutti e due i casi? Secondo il mio dizionario, « bluffare » significa intimorire qualcuno con minacce che non possono essere attuate. E cosa si può dire invece sul fatto che « non saranno » attuate? C'è una differenza? Che cosa accade se ti faccio una minaccia e non voglio che tu creda che sarà attuata? Sto bluffando se cerco di farti sottovalutare le mie capacità o la mia volontà di fare ciò che ho detto? Come hanno rilevato von Neumann e Morgenstern (*Theory of Games and Economic Behavior*, p. 189; vedi oltre nota 7), in situazioni come quelle del poker non soltanto è possibile bluffare di tanto in tanto per vincere una mano con delle carte scadenti, ma si bluffa del tutto razionalmente, per essere colti sul fatto, in modo che il partner possa pensare che stiamo bluffando quando in realtà non lo facciamo, e cosí mette altro denaro sul piatto. Questi concetti apparentemente semplici sono straordinariamente ricchi di alternative; il modo piú sicuro che io conosca per individuare le distinzioni essenziali, evitando le ambiguità verbali, e anche per scoprire motivazioni ed azioni significative alle quali non si era pensato, è quello di usare un po' l'armamentario della teoria dei giochi per costruire un modello che si possa manipolare.

1944

Un altro concetto in apparenza semplice è quello di *immunità*; in una zona occupata da ribelli, un problema importante è quello di persuadere a dare informazioni delle persone che vorrebbero farlo, ma che hanno paura. Lo stesso problema sorge quando si tratta di far testimoniare i negri su una violazione dei loro diritti, o di far integrare degli alberghi i cui proprietari hanno paura di rappresaglie. Le autorità sanitarie si imbattono nello stesso problema quando cercano di indurre i drogati a cercare l'assistenza medica, perché l'ammissione di essere dedito alla droga rende il paziente suscettibile di incriminazione. Spesso i giudici sono costretti a garantire a un testimone l'immunità dall'auto-incriminazione (può essere anche concessa un'immunità che il testimone non desidera, per negargli la giustificazione che altrimenti sarebbe insita nel pericolo di auto-incriminazione). Il suffragio segreto è imperativo, non un privilegio per il quale si può optare, e cosí nessuno può dare la prova di come ha votato, ed esser costretto ad accettare la corruzione o le minacce. Il concetto di immunità è suscettibile di analisi formale, e questa potrebbe basarsi su concetti e tecniche proprie della teoria dei giochi. La situazione è data da un gioco tra n persone, che nel caso tipico sono almeno tre, ma possono essere anche due soltanto; esistono delle vincite da identificare, canali di comunicazione, una struttura delle informazioni, comunicazioni verbali distinte dai segni, e una serie di scelte disposte in una determinata successione. L'immunità può esser conferita in modi diversi, col riconoscimento della « privacy », con la protezione, con la forza. La « privacy » può essere personale o statistica; la protezione può basarsi sulla difesa contro terzi o sulla dissuasione operata nei loro confronti; la coercizione può essere segreta, o resa visibile ai terzi per scoraggiare contromisure coercitive. Si tratta di situazioni che non pertengono specificamente all'economia, al diritto, alla scienza politica, alla criminologia, alle informazioni strategiche o alle discipline tradizionali, ma che, anzi, tagliano trasversalmente tutti questi campi.

Un altro esempio riguarda l'interessante argomento delle serrature, delle sveglie, degli allarmi e dei dispositivi di sicurezza. Di solito non ci vuole molta teoria per comprare una serratura adatta alla porta del garage, ma la scienza delle armi nucleari è ricca di possibilità teoriche. Ci sono molti tipi di sicure, e anche la loro semplice classificazione richiede una specie di teoria dei giochi. Un dispositivo del genere, quando è applicato all'apparecchio radiologico nello studio di un medico, ha, tra gli altri, il fine anomalo di proteggere anche il ladro. La serratura alla porta del bagno ha lo scopo di non far entrare persone che preferiscono non entrare, ed equivale al segnale di « occupato »; in certi appartamenti di nuova costruzione, per evitare che i bambini si chiudano dentro, c'è una serratura anomala che può essere aperta da entrambi i lati della porta. La sicura di una cassetta di munizioni può esser destinata ad impedire che il contenuto venga usato da qualcuno, e un meccanismo che distrugga il contenuto quando la cassetta è manomessa è quasi efficace quanto il dispositivo che impedisce al ladro di entrare; ma se la serratura è destinata ad impedire la distruzione delle munizioni, il meccanismo di distruzione facilita addirittura questo compito. Un dispositivo che faccia esplodere le munizioni quando il meccanismo subisce delle scosse non proteggerà le munizioni se la sua presenza non è conosciuta, ma il ladro potrà essere dissuaso, se saprà che gli può esplodere in faccia. Certi dispositivi servono solo a misurare la forza di entrata e cedono se vengono sottoposti a tensione; gli allarmi antincendio e i freni di emergenza sono protetti da un vetro a cui è attaccato un martelletto di metallo. Vi sono dei dispositivi che bloccano l'intruso impedendogli la fuga, altri che ne captano l'identità fotografandolo, altri ancora che si limitano a registrare l'intrusione dando l' « allarme », e sono nascosti oppure bene in vista secondo se lo scopo è quello di bloccare il ladro o di dissuaderlo. E certi altri, come quelli a tempo nelle camere di sicurezza delle banche, hanno lo scopo di impedire l'apertura agli stessi proprietari, in modo da essere assicurati contro qualsiasi forzatura durante le ore della giornata in cui il luogo non è protetto.

E cosí via. Problemi analoghi sorgono quando si trattano le informazioni confidenziali, la reazione a un allarme radar, il potere di scatenare la guerra, le garanzie dei diritti legali degli indiziati sottoposti a fermo di polizia, i sistemi disciplinari. Stiamo parlando infatti di dispositivi o istituzioni che possono essere costruiti come « mosse » in un gioco di *n* persone, in cui i valori interessanti di *n* possono essere un numero qualsiasi, da uno a mezza dozzina, e il gioco può essere opportunamente descritto facendo riferimento alle vincite, alla struttura delle informazioni, alle strategie di cui dispongono i partecipanti. La porta del garage, come ho detto, può essere facile da aprire, ma per progettare un dispositivo adatto a un'arma nucleare, a un rifugio antiatomico, a un carico di munizioni nel Vietnam bisogna tener conto di tutta la ricca gamma di alternative, degli accordi e compromessi, della probabilità di eventi accidentali, della relativa entità delle vincite, di ciò che deve essere comunicato e di ciò che invece bisogna tener nascosto.

Le complessità del problema e il valore di una precisa analisi arrivano di tanto in tanto a toccarci direttamente, quando perdiamo la carta di credito, o restiamo chiusi fuori dall'appartamento, o non riusciamo piú a trovare qualcosa che abbiamo nascosto per evitare che i bambini se ne impadronissero.

Non sto cercando di fare pubblicità a un qualcosa che si chiama « teoria dei giochi » e che è capace di far comprendere all'istante questi interessanti problemi, bensí di render chiaro il tipo di problema che ha stimolato lo sviluppo della teoria dei giochi, mostrandone l'universalità.

L'esempio della strategia elettorale

Gli schemi elettorali offrono un esempio calzante di applicabilità della teoria dei giochi. È notorio che le votazioni invitano alla strategia, al calcolo di come si dovrebbe votare in relazione al voto probabile degli altri. La persona che non gradisce i programmi di edilizia pubblica può votare a favore di un emendamento per i diritti civili che disprezza, sapendo che solo con quell'emendamento un dato progetto potrà esser bocciato alla successiva votazione. C'è poi l'attrattiva delle coalizioni, che si possono sfruttare anche quando sono implicite ricorrendo ad un mezzo per renderle operanti, quello di votare « pacchetti » interi di proposte. Il « pacchetto » elimina le alternative; una regola che imponga al presidente di approvare un progetto di spesa pubblica, o di porre il veto a tutto il suo contenuto, permette al congresso di sfruttare le simpatie presidenziali.

Mi propongo ora di svolgere un esempio e, per renderlo semplice limiterò a due il numero dei votanti. È possibile farlo attenendosi alla regola dell'unanimità. Il lettore supponga di dover formare con me una commissione di due membri, incaricati di decidere la carriera di un impiegato, suscettibile in condizioni normali di esser promosso, ma accusato di un errore che potrebbe costargli il licenziamento. La nostra commissione deve stabilire due cose: Primo: lo stato di servizio dell'impiegato è cosí buono che, a parte il suo errore, non potremmo esimerci dal promuoverlo? Secondo: è colpevole di questo errore? Se lo stato di servizio è ottimo ed egli è innocente, sarà promosso; se lo stato di servizio è normale ed egli è colpevole, sarà licenziato. Se riscontriamo che è colpevole, ma lo stato di servizio è ottimo è prevista la retrocessione, ma non il licenziamento; se invece è innocente, con uno stato di servizio normale, l'impiegato resterà, senza essere né promosso né retrocesso.

Ho vagliato le prove e ne ho dedotto che, fatte le debite considerazioni, l'impiegato dovrebbe esser retrocesso, ma preferirei tenerlo anziché licenziarlo e addirittura promuoverlo piuttosto che licenziarlo. Invece voi siete convinti che debba esser licenziato; e se non potete licenziarlo, vorreste farlo retrocedere; la cosa che gradireste meno è la promozione. Le regole ci impongono di votare sia sullo stato di servizio, che sulla innocenza o colpevolezza. Ci vogliono due voti per dare il giudizio di colpevolezza, e due voti per dichiarare ottimo lo stato di servizio. Il nostro voto riguarda soltanto questi due problemi, e non l'opportunità di promuovere, tenere o licenziare l'impiegato.

Normalmente la procedura impone di votare per decidere prima la colpevolezza o l'innocenza e poi, risolta questa questione, di giudicare se lo stato di servizio è ottimo o normale. Ma se i due votanti sono d'accordo, possono giudicare per primo lo stato di servizio. Cosí votiamo, innanzitutto, per stabilire che cosa considerare in primo luogo, dato che per partire dallo stato di servizio è necessaria l'unanimità.

Siamo entrambi interessati al *risultato*, e non alle nozioni astratte di innocenza e di eccellenza. E nessuno di noi ha fatto segreto delle sue preferenze.

Il problema può essere rappresentato con lo schema di un albero e delle relative ramificazioni.

La votazione può seguire otto vie per giungere a uno dei quattro risultati. La prima ramificazione in alto decide quale problema debba esser considerato per primo, la seconda determina la risposta a questo primo problema, e la terza, il secondo problema. I numeri si riferiscono alla quantità di voti necessari per la decisione; il numero 2 in alto sta a significare che sono necessari due voti favorevoli per scegliere la procedura di destra (che prevede la priorità dello stato

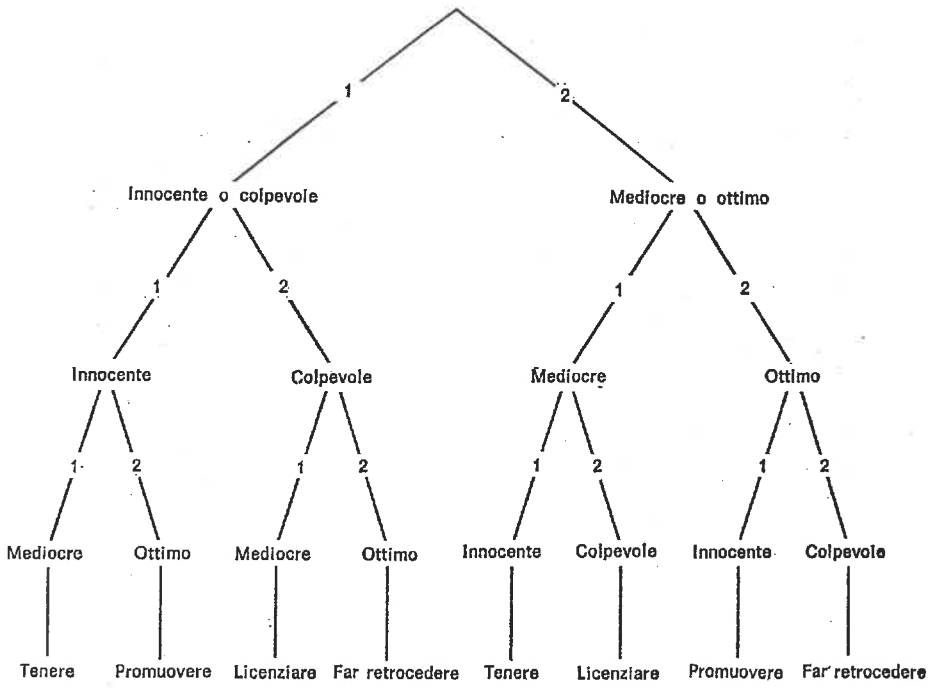

FIG. 8

di servizio rispetto al giudizio di innocenza o colpevolezza), e il numero 1 significa che occorre solo un voto per dare la priorità al problema della colpevolezza. Ci vorrebbero tre votazioni unanimi per ottenere, a destra, il risultato della retrocessione; ma basta la decisione di uno di noi per ottenere il risultato di sinistra; infatti ci vuole solo un voto per dare la priorità al problema della colpevolezza, un voto per decidere che l'uomo è innocente, e ancora un voto per negargli la valutazione ottima. Secondo una delle procedure, se io lo giudico colpevole, voi potete decidere da solo di licenziarlo; secondo l'altra, se voi gli riconoscete un ottimo stato di servizio, io posso promuoverlo giudicandolo innocente. Quale voto dovremmo reciprocamente aspettarci?

Un modo di affrontare il problema è quello di cominciare dai voti finali per poi risalire verso gli altri. All'estrema sinistra (nel punto che si raggiunge se uno di noi vota a favore della procedura normale, e se uno di noi dà il giudizio di innocenza) il voto finale (che nominalmente riguarda la bontà dello stato di servizio) consiste nella scelta tra *promuovere* o *tenere*, ed occorrono due voti per la

promozione. Evidentemente voteremo entrambi per la seconda scelta. Nel secondo punto da sinistra il voto finale riguarda la scelta tra licenziare e far retrocedere; ci vogliono due voti per giudicare ottimo lo stato di servizio, e quindi per far retrocedere l'impiegato; voi preferite licenziarlo, e il vostro voto sarebbe sufficiente a raggiungere lo scopo. Prevedendo questo, nella fase precedente, quando si vota sulla colpevolezza o l'innocenza, sappiamo in realtà di scegliere fra il tenere o il licenziare; cosí io sarò favorevole all'innocenza, dopo di che decideremo entrambi che lo stato di servizio è normale. Ciò significa che se scegliamo entrambi la procedura normale alla prima votazione, l'impiegato finirà per essere tenuto.

Analogamente, all'estrema destra, se abbiamo giudicato ottimo lo stato di servizio, saremo entrambi favorevoli alla retrocessione; se invece l'abbiamo giudicato normale, io voterò per tenere l'impiegato. Cosí quando decidiamo sullo stato di servizio sappiamo di votare per farlo retrocedere o per tenerlo, e quindi scegliamo entrambi l'« ottimo » per farlo retrocedere nell'ultima fase.

Se votiamo entrambi per invertire la procedura normale e per dare la priorità allo stato di servizio, possiamo quindi prevedere che l'impiegato sarà retrocesso. Dato che preferiamo entrambi che sia retrocesso piuttosto che limitarci a tenerlo, dovremmo decidere entrambi di invertire la procedura normale, per poi giudicare ottimo lo stato di servizio, e infine optare per la colpevolezza.

Ci sono alcune osservazioni da fare. In primo luogo, la *procedura comporta una differenza;* l'impiegato rimane o viene retrocesso semplicemente in base alla questione che viene votata per prima. In secondo luogo, una delle due procedure è *meno soddisfacente per entrambi* anche se i nostri interessi non coincidono. In terzo luogo, il motivo per cui la priorità del voto riguardante l'innocenza o la colpevolezza porta ad un risultato meno soddisfacente, è che io devo aspettarmi che voi giudicherete mediocre il suo stato di servizio dopo che entrambi abbiamo optato per la colpevolezza. Dal momento che è cosí, devo dire che è innocente. È in vostro potere di decidere l'esito finale che mi fa seguire un'altra diramazione, quella che conduce ad un risultato meno gradito per entrambi rispetto alla retrocessione. Se voi mi prometteste in anticipo di decidere che lo stato di servizio è ottimo, io potrei andare avanti, optando per la colpevolezza, e saremmo entrambi piú soddisfatti. La procedura alternativa, rappresentata dalla ramificazione di destra, può esser considerata come un modo, da parte vostra, di fare questa promessa; giudicando subito ottimo lo stato di servizio, negate la possibilità di arrivare al licenziamento dopo che io mi sarò dichiarato a favore della colpevolezza, e cosí mi lasciate libero di votare in questo senso.

Ciascuno di noi sarebbe costretto a rivedere la propria strategia se le preferenze dell'altro dovessero mutare. Per esempio, se sapeste che io voglio realmente la promozione, non osereste votare nel modo appena descritto, e non lo farei neppure io se sapessi la stessa cosa di voi.

Matrice delle strategie

Una delle tecniche della teoria dei giochi consiste nell'identificare tutte queste « strategie », cioè tutti i diversi piani che a seconda delle situazioni uno dei votanti potrebbe avere per decidere via via come comportarsi alla votazione successiva. Se io fossi assente, e mandassi un rappresentante al mio posto, non potrei certamente dirgli come votare ogni volta, perché ogni scelta dovrebbe dipendere dal modo in cui si è risolta la votazione precedente. Ma se voglio essere sufficientemente chiaro, posso prevedere in anticipo tutte le possibilità e dire al mio rappresentante ciò che deve fare in ciascun caso. Potrei dargli, ad esempio, questa indicazione; « voto positivo al primo scrutinio; in caso di perdita, voto negativo nei due scrutini successivi; in caso di vincita, invece, voto positivo allo scrutinio che segue, e ancora voto positivo in caso di vincita, o voto negativo in caso di perdita ».

Questa è un'istruzione *sufficiente*, perché dice tutto ciò che avrei fatto io stesso secondo gli sviluppi della situazione. Nel linguaggio della teoria dei giochi, essa costituisce una « strategia ». Ogni istruzione di questo tipo, che tenga conto di tutte le possibili situazioni, è una « strategia ». Nel nostro problema della votazione il numero delle diverse strategie è limitato, e ogni programma o istruzione anticipata che copra tutte le situazioni può esser considerato come scelta di una strategia fra tutte le strategie possibili. Identificando tutte le strategie alternative potremmo costruire una matrice formata da tutti i possibili programmi che i due votanti potrebbero avere, e cosí il problema dinamico della successione diventerebbe un equivalente statico di scelte simultanee, nel quale io mi limiterei a scegliere in anticipo una strategia tenendo conto di tutte le strategie che si offrono a voi, voi fareste lo stesso, e l'esito risulterebbe dalla combinazione delle strategie di entrambi.

Per vedere come si fa, senza ingombrare la pagina con una matrice troppo grande, supponiamo di avere già votato per invertire la procedura normale, dando la priorità allo stato di servizio, e di dover ancora decidere la strategia per le votazioni che restano. Dato che un voto negativo è determinante mentre un voto positivo può portare una perdita o una vincita, io ho definito cosí la mia strategia: voto negativo in tutti e due gli scrutini, con il risultato di tenere l'impiegato, indipendentemente da come voterete voi. Posso anche dare un voto negativo al primo scrutinio e un voto positivo al secondo; se voglio che sia licenziato, questo potrebbe essere un modo per realizzare il mio scopo. Se dò un voto positivo al primo scrutinio, potrei seguire quattro piani possibili per i successivi: 1) votare per la colpevolezza, indipendentemente dal fatto che al primo scrutinio lo stato di servizio sia stato giudicato ottimo, oppure no, 2) votare per l'innocenza, qualunque sia l'esito del primo scrutinio, 3) votare per la colpevolezza se lo stato di servizio risulta ottimo, altrimenti votare per l'innocenza, 4) votare per l'innocenza se lo stato di servizio risulta ottimo, altrimenti votare per la colpevolezza. Ho dunque a disposizione sei modi possibili di giocare quando gli scrutini che restano sono due. Poiché voi avete lo stesso numero di alternative, i nostri piani possono combinarsi in trentasei modi diversi nel raggiungimento di uno dei quattro risultati possibili. La situazione è rappresentata dalla figura 9.

Restano da spiegare i numeri. Per rappresentare le mie preferenze ho attribuito arbitrariamente un punteggio 3 a *far retrocedere*, 2 a *tenere*, 1 a *promuovere*, 0 a *licenziare*. Dato che il vostro ordine di preferenza è invece *licenziare*, *far retrocedere*, *tenere*, *promuovere*, nel vostro caso ho invertito i punteggi. I numeri stanno solo ad indicare l'ordine delle preferenze, la grandezza non conta (piú avanti vedremo in quali casi i valori comporterebbero una differenza).

Né io né voi abbiamo una strategia « dominante », una strategia, cioè, di cui ognuno di noi sarebbe soddisfatto indipendentemente dalle scelte dell'altro. La riga 6 mi va bene, a meno che voi non scegliate la colonna 3 o 4, nel qual caso preferirei aver scelto la riga 1. La colonna 5 sembra buona per voi se io scelgo la riga 2, ma è cattiva se io scelgo la riga 3 o 4, e piuttosto buona se scelgo la riga 5. Alcune colonne che voi potreste scegliere mi lasciano indifferente: è il caso della colonna 1. Inoltre il mio punteggio può variare da 0 a 3 secondo la riga che scelgo.

Sebbene nessuna riga e nessuna colonna siano ovviamente una scelta « ottimale », possiamo sempre chiederci se esista una coppia di aspettative reciproche tali da indurci a delle scelte che confermino le aspettative stesse. C'è una colonna tale da indurmi, se prevedo che sarà scelta da voi, a scegliere proprio la riga che, se prevista da voi, vi indurrà a scegliere quella colonna? Sí, la riga 6 e la colonna 5 hanno questa caratteristica di « equilibrio ». Se io prevedo che voi scegliate la colonna 5 mi accontento della riga 6, e se voi prevedete che io scelga la riga 6 vi accontentate della colonna 5. Non si può dire che io « preferisca » la riga 6 quando voi scegliete la colonna 5, perché mi andrebbe bene anche la riga 5, ma se voi prevedete che io scelga la 5, sceglierete la colonna 2. L'intersezione della riga 6 e della colonna 5 è un « punto di equilibrio », o un « abbinamento in equilibrio » delle strategie. La sua caratteristica consiste nel fatto che se facciamo tutti e due le scelte corrispondenti, e ciascuno preve-

La mia strategia \ La loro strategia	No No	No Sì	Sì No	Sì No/Sì *	Sì Sì	Sì Sì/No **
No, No	2, 1	2, 1	2, 1	2, 1	2, 1	2, 1
No, Sì	2, 1	0, 3	2, 1	0, 3	0, 3	2, 1
Sì, No	2, 1	2, 1	1, 0	1, 0	1, 0	1, 0
*Sì, No/Sì	2, 1	0, 3	1, 0	1, 0	1, 0	1, 0
Sì, Sì	2, 1	0, 3	1, 0	1, 0	3, 2	3, 2
**Sì, Sì/No	2, 1	2, 1	1, 0	1, 0	3, 2	3, 2

* Vota *sì*, seguito da *no* in caso di vincita, seguito da *sì* in caso di perdita.

** Vota *sì* seguito da *sì* in caso di vincita, seguito da *no* in caso di perdita.

Risultati:

Promosso, [1, 0] Stazionario, [2, 1], Retrocesso, [3, 2], Licenziato, [0, 3]

FIG. 9

de la scelta dell'altro, agiamo correttamente secondo le nostre aspettative e al tempo stesso confermiamo le aspettative reciproche.

Inoltre l'intersezione della riga 6 e della colonna 5 è un risultato « efficiente », nel senso in cui questo termine è usato dagli economisti. Non esiste nessun'altra casella della matrice che possa migliorare il risultato per un giocatore senza peggiorarlo per l'altro. Non potremmo dire la stessa cosa per la casella in alto a sinistra, che pur rappresentando un punto di equilibrio è debole (l'equilibrio « debole » è una specie di « equilibrio neutrale » perché nessuno di noi ha una reale preferenza per quella casella rispetto a tutte le altre della riga o della colonna corrispondente).

Tracciando la matrice corrispondente alle due fasi di votazione con la procedura normale, e dando la precedenza al giudizio sulla colpevolezza o l'innocenza otteniamo la matrice della Figura 10.

Quest'ultima differisce dalla matrice della Figura 9 per diversi aspetti. Tra l'altro, ora voi avete una strategia dominante: la colonna 3 in tutte le righe ha gli stessi vantaggi delle altre e talvolta anche di piú. Potete quindi non considerare le altre cinque. Dato che vi è possibile farlo, io presuppongo che lo facciate, e scelgo la riga 1 o 2.

Ma se la 3 domina, il vostro risultato non è particolarmente favorevole. Conoscendo la vostra preferenza, scelgo una riga che dà a me un punteggio 2 e a voi soltanto 1. Non potreste augurarvi di aver scelto diversamente; ma semplicemente pensare che sarebbe stato meglio se io mi fossi aspettato che lo faceste, perché forse avrei fatto una scelta diversa.

Se le colonne 3 e 4 potessero essere soppresse io avrei una strategia dominante, quella della riga 6; voi potreste scegliere la colonna 5 o 6 e tutti e due saremmo avvantaggiati. Ma cosí com'è la matrice, non possiamo avere una combinazione coerente di aspettative che ci conducano alla riga 6, in corrispondenza con la colonna 5. Questa combinazione di strategie non ha la caratteristica dell'equilibrio; non esiste un ragionamento attraverso cui possiamo prevedere con una certa sicurezza che ciascuno di noi avrà questa aspettativa.

La matrice completa

La scelta prioritaria, che riguarda l'ordine delle questioni da considerare, è dunque concepibile come una votazione diretta a decidere quale delle due matrici debba essere affrontata. Naturalmente è possibile costruire una matrice corrispondente all'intero gioco a tre votazioni. Sarebbe difficile farla entrare in una sola pagina, ma almeno possiamo chiederci quale aspetto dovrebbe avere.

Quante sarebbero le righe e le colonne? Una strategia completa deve dirci come votare al primo scrutinio e nei successivi in base a

La loro strategia

La mia strategia	No No	No Sì	Sì No	Sì No/Sì *	Sì Sì	Sì Sì/No **
No, No	2, 1	2, 1	2, 1	2, 1	2, 1	2, 1
No, Sì	2, 1	1, 0	2, 1	1, 0	1, 0	2, 1
Sì, No	2, 1	2, 1	0, 3	0, 3	0, 3	0, 3
*Sì, No/Sì	2, 1	1, 0	0, 3	0, 3	0, 3	0, 3
Sì, Sì	2, 1	1, 0	0, 3	0, 3	3, 2	3, 2
**Sì, Sì/No	2, 1	2, 1	0, 3	0, 3	3, 2	3, 2

* Vota *sì*, seguito da *no* in caso di vincita, seguito da *sì* in caso di perdita.

** Vota *sì* seguito da *sì* in caso di vincita, seguito da *no* in caso di perdita.

Risultati:

Promosso, 1, 0 ; Stazionario, 2, 1 ; Retrocesso, 3, 2 ; Licenziato, 0, 3

FIG. 10

due possibilità. Dato che sono necessari due voti per respingere la procedura normale mentre un voto è sufficiente per attenervisi, un voto negativo al primo scrutinio non fa altro che abbinarsi alla scelta di una riga (o colonna) nella matrice (Figura 10) che corrisponde alla ramificazione di sinistra. Abbiamo dunque sei strategie complete corrispondenti ad un voto negativo al primo scrutinio. Se il mio voto al primo scrutinio è positivo mi occorre una strategia che specifichi la riga in tutte e due le matrici, perché dovrò scegliermi la riga nell'una o nell'altra delle due matrici, secondo il risultato del primo scrutinio. Le strategie possibili sono 36 con un voto positivo al primo scrutinio. Complessivamente, quindi, abbiamo a disposizione 42 strategie per ciascuno. Questa matrice 42 x 42 ha 1764 caselle, ciascuna delle quali contiene uno dei quattro risultati. Che altro possiamo dire in proposito, senza darci la pena di disegnare la matrice?

Sappiamo, senza ricorrere ulteriormente alla teoria, che il risultato non potrà non essere asimmetrico, perché non occuperà mai una posizione identica nelle nostre due scale di preferenza. Possiamo supporre, e facendo ancora un piccolo sforzo teorico arriveremmo ad esserne certi, che questa grande matrice contenga una coppia di strategie in equilibrio, corrispondente a due voti positivi al primo scrutinio e alla riga 6, colonna 5, della matrice indicata nella Figura 9. Ciò significa che la soluzione a cui siamo giunti procedendo a ritroso a partire dai risultati finali corrisponde a una combinazione di equilibrio nella matrice piú grande.

In realtà, la teoria dei giochi farebbe prevedere un'ulteriore caratteristica. La matrice contiene almeno una riga o una colonna « dominata », inferiore, cioè, a qualche altra riga o colonna almeno in una casella, e mai superiore ad un'altra. Se mettiamo in evidenza le righe e le colonne dominate, comprimendo la matrice, ci troviamo ancora una volta di fronte a righe e colonne dominate (perché alcune che non erano dominate in origine, lo sono dopo le eliminazioni). Possiamo continuare l'operazione finché la matrice che resta contenga soltanto la casella con il risultato della *retrocessione*. La teoria dei giochi è interessata a sapere quali tipi di problemi diano origine a matrici aventi una serie di caratteristiche, tra cui questa che abbiamo considerato.

Possiamo fare qualche altra osservazione sull'esempio citato. La prima è che una strategia « dominante » non è necessariamente una buona strategia da *avere a disposizione*, ma è senz'altro una buona strategia con cui *giocare*, perché non si dimostra mai inferiore a nessuna altra scelta qualunque cosa faccia l'altro giocatore. Però il semplice fatto che essa è disponibile può indurre il partner a compiere una scelta che ci condanna a un risultato poco felice.

Vi è poi da osservare un altro aspetto non emerso dalla nostra matrice, ossia che in genere la matrice non contiene necessariamente una sola coppia di strategie in equilibrio; può presentarne piú d'una, e in questo caso le strategie possono differenziarsi, o perché tutte e due le vincite sono minori in una casella che nell'altra, oppure perché una vincita è minore, e l'altra è maggiore. (La teoria dei giochi ci dice anche che se la matrice non presenta una coppia di strategie in equilibrio è possibile produrne una, operando, con una opportuna distribuzione delle probabilità, una scelta casuale fra tutte, o fra alcune, delle strategie presenti nella matrice; questo procedimento richiede però una conveniente interpretazione dei valori numerici delle vincite).

Decisioni collettive

L'esempio delle votazioni fa vedere che è possibile considerare una situazione « di gioco » come un processo di *decisione collettiva*, nel quale due o piú persone decidono insieme un determinato risultato. L'analisi ha inoltre delle implicazioni etiche; abbiamo presupposto che i giocatori si interessassero dei risultati, e non delle strategie in sé e per sé; che si interessassero delle conseguenze, non delle azioni; dei fini, non dei mezzi; della giustizia, non della verità. Lo schema delle notazioni fa vedere anche come l'organizzazione dell'autorità, la leadership, gli accordi negoziati possano influire sul risultato, agendo sulla sua efficienza e sulla discriminazione a favore di uno dei giocatori. Evidentemente se avessimo voluto un comitato piú largo, con procedure di voto a maggioranza, sarebbero state importanti le coalizioni e forse, ai fini delle coalizioni, anche la comunicazione e la disciplina. E chiaramente conta anche ciò che le persone sanno, o credono di sapere, sulle reciproche preferenze.

Hanno importanza, inoltre, gli accordi « legali ». Se delle promesse vincolanti possono esser rese esecutive, la procedura alternativa di voto non è piú necessaria; non dovete far altro che promettere di giudicare ottimo lo stato di servizio se io voterò come voi per la colpevolezza. In realtà la prima votazione può esser considerata un « accordo » che voi avete interesse a tenere in piedi perché io ho un incentivo plausibile a votare per la promozione se voi non state ai patti.

Incertezza probabilistica e preferenze numeriche

I numeri contenuti nelle nostre matrici hanno un significato puramente ordinale. Per vedere in che modo i valori numerici possono diventare importanti, e come vengono assegnati secondo la teoria dei giochi, supponiamo che ogni giudizio unanime con cui si definisce ottimo lo stato di servizio o colpevole l'impiegato sia sottoposto a

un procedimento di controllo che abbia a nostro avviso soltanto cinquanta probabilità su cento di confermare il voto concorde. Se l'impiegato è giudicato innocente con uno stato di servizio ottimo, esistono cinquanta probabilità su cento che sia tenuto o promosso; se è giudicato colpevole, con uno stato di servizio ottimo, le probabilità che egli sia promosso, tenuto al suo posto, retrocesso o licenziato sono uguali al 25 su cento per tutti e quattro i casi.

Per affrontare il problema ci occorre ora una serie piú complicata di preferenze. Non basta dire che io preferisco far retrocedere l'impiegato anziché tenerlo, tenerlo anziché promuoverlo, e promuoverlo anziché licenziarlo. Bisogna sapere anche se preferisco tenere l'impiegato o tentare la sorte con delle probabilità equamente divise fra la retrocessione e il licenziamento. E potrebbe essere necessario sapere se do la preferenza alla divisione delle probabilità fra la retrocessione e il licenziamento, oppure se vorrei che le probabilità fossero suddivise in eguale misura fra tutti e quattro gli esiti. Alcune cose si possono supporre; ad esempio, se preferisco far retrocedere l'impiegato anziché tenerlo, sceglierò che le probabilità siano divise tra la retrocessione e il licenziamento, contro la certezza di doverlo tenere; e darò la preferenza a una qualsiasi ripartizione delle probabilità fra la retrocessione e il licenziamento, piuttosto che ad una qualsiasi ripartizione (ineguale) tra la promozione e il licenziamento.

Due questioni meritano di essere ricordate. Primo, non soltanto è possibile che queste « probabilità critiche » o « rischi critici » siano soggetti a certi postulati di coerenza, in modo tale da permetterci di giungere alla soluzione del problema, ma si rivela addirittura possibile e conveniente (sebbene non necessario) calcolare i valori numerici dei diversi risultati in base ad un numero limitato di preferenze relative ai rischi critici. Possiamo usare questi numeri *come se* cercassimo di massimizzare le aspettative matematiche, cioè i valori previsti in senso probabilistico. In via alternativa possiamo semplicemente postulare che un giocatore associ i valori numerici a tutti gli esiti cercando di massimizzare il valore previsto ma non è necessario un postulato cosí eroico. Basta che egli sia in grado di rispondere ad alcuni interrogativi della semplicità di quelli posti piú sopra, riguardo a una ripartizione critica delle probabilità all'interno di una coppia di risultati, capace di convincerlo ad attenersi alla certezza di un terzo risultato che si trova tra gli altri due. Se il nostro giocatore obbedisce ad alcune regole di « coerenza » per evitare un certo tipo di contraddizione, è spesso possible risolvere il problema. Per convenienza possiamo attribuire ai risultati dei valori numerici basati su queste probabilità critiche, magari definendoli « utilità » o qualcosa del genere, ma si tratta solo di un espediente per combinare e comporre una serie limitata di preferenze espresse sotto forma di probabilità critiche.

In secondo luogo, la necessità dei valori numerici sorge soltanto in presenza di incertezze di questo tipo (e soltanto se i risultati alternativi sono almeno tre) quando le puntate avvengono in un ambiente probabilistico (l'incertezza può riguardare la scelta dell'altro oppure la propria, nel caso di una disposizione causale deliberata o di un falso controllo). Se non esiste questa incertezza, i valori numerici si dimostrano superflui (come nelle votazioni del primo gioco che abbiamo descritto). E di fronte all'incertezza *bisogna* compiere scelte di questo tipo, cosí non è un presupposto tanto strano che si possa farlo veramente. Le « utilità numeriche », benché siano spesso ritenute un'esclusività della teoria dei giochi, non sono affatto peculiari di questa teoria, ma assumono la stessa forma in qualsiasi teoria della decisione in situazioni di incertezza [4].

I valori numerici sono realizzati separatamente da ogni giocatore, e non c'è una comparabilità preordinata tra le scale di valore delle diverse persone. Alcuni calcoli potranno sembrare basati sui valori numerici di due o piú giocatori messi insieme, ma nella teoria dei giochi si finisce invariabilmente per scoprire che un'espressione implicante le « utilità » di due giocatori contiene soltanto dei *tassi di incremento*, dai quali ogni unità di misura scomparirebbe.

Ha un certo interesse filosofico sapere se le scale di valore di due persone sono *presupposte* come intrinsecamente incommensurabili, oppure se vogliamo semplicemente dire che non *sappiamo* compararle. È tipico per la teoria dei giochi assumere la prima delle due posizioni. Alcuni autori considerano questo fatto come una limitazione della teoria, e sperano in qualche metodo che permetta di comparare le scale di valore di piú persone. Ma non conosco nessuno che abbia detto come potremmo usare queste conoscenze se fossero disponibili. Come i raffronti assoluti dei costi nel commercio internazionale sono superflui e di solito privi di significato — dato che la nozione di « vantaggio relativo » o di « costo relativo » è sufficiente a risolvere qualsiasi problema che interessi l'economia del commercio internazionale, cosí il concetto di *tasso comparativo dell'incremento di utilità* (in cui ogni scala assoluta si annullerebbe) è sufficiente nella teoria dei giochi. In effetti, per quanto riguarda quest'ultima, non esistono « scale di utilità » da poter comparare. Si tratta solo di ordini di preferenze rispetto ai risultati, in cui vanno introdotte delle probabilità numeriche quando anche certi risultati sono probabilistici. Dire che un individuo razionale « massimizza

[4] Cfr., ad es., di R. Schlaifer, *Probability and Statistics for Business Decision*, New York, McGraw-Hill, 1959, specialmente il cap. II; Luce e Raiffa (vedi nota 7) danno un'ottima descrizione delle « utilità numeriche » nel cap. II; un'esposizione molto convincente è anche quella di A. A. Alchian, *The Meaning of Utility Measurement*, in « American Economic Review », XLIII (1953), pp. 26-50.

l'utilità » è un po' come dire che la natura « conserva » il moto, o l'acqua « tende » al proprio livello. Queste figure del discorso servono a risparmiare molte circonlocuzioni, ma quando dimentichiamo che sono soltanto figure del discorso e cerchiamo di mettere a confronto delle vere e proprie misure dell'utilità, di misurare la « frustrazione » dell'acqua quando incontra la resistenza di una valvola, è giunto il momento di lasciar perdere la metafora e di tornare alle proposizioni operative.

Apoteosi della « razionalità »?

Ci si chiede spesso se la teoria dei giochi abbia un'applicabilità empirica limitata per il fatto di postulare degli individui mentalmente superiori, dotati di nervi d'acciaio, e di attribuire le decisioni a persone amorali, del tutto razionali, che accedono di diritto ai suoi risultati teorici.

La risposta è assolutamente no. In via di principio niente impedisce di imputare informazioni errate al posto di quelle giuste, di supporre che il calcolo implica dei costi, o che gli individui fanno degli sbagli o hanno una cattiva memoria o manifestano delle idiosincrasie nelle loro scelte. Nel nostro schema, ad esempio, si può facilmente supporre che una persona giudichi ottimo lo stato di servizio senza ricordare se la colpevolezza o l'innocenza sono già state messe ai voti; e in realtà la procedura del nostro gruppo di controllo può essere facilmente interpretata come probabilità che un voto sia registrato erroneamente, oppure che uno dei votanti cerchi di eludere la parola « colpevole » per motivi inconsci [5].

Ma per studiare il distacco della perfezione bisogna specificarlo chiaramente. E ogni deviazione del genere complica notevolmente il problema, sia che si tratti di una memoria perfetta o della totale assenza di memoria, della conoscenza perfetta o della totale mancanza di conoscenza, del calcolo perfetto o di una scelta perfettamente casuale. L'individuo dalla memoria perfetta e quello senza memoria sono i piú facili da trattare nell'analisi astratta. Per tener conto di una memoria non perfetta bisogna specificare esattamente in che modo la memoria fallisce (e se la persona sa in che modo fallisce, se lo sa il partner, e se l'interessato sa che il partner è al cor-

[5] Un perfetto esempio è riportato nell'opera di Bruner e al., citata alla nota 1. In questo caso i limiti della memoria si manifestano nella differenza tra le registrazioni « nella propria testa » e quelle « sulla tabella ». Viene tenuto conto anche del carattere « confortante » di certe strategie. L'intero lavoro è una sorprendente dimostrazione del fatto che uno dei modi migliori per studiare le decisioni « irrazionali » (o meglio « non perfettamente razionali ») è quello di osservare lo specifico distacco dalla perfezione, anziché esser privi di una linea di base dalla quale partire.

rente di come la sua memoria fallisce e cosí via). Si è subito tentati di attribuirgli una memoria perfetta, o una totale assenza di memoria, oppure di attribuirgli una memoria « non perfetta » semplificata e idealizzata, per cui durante la metà esatta del tempo la persona dimentica tutto, sa di farlo, e anche il partner ne è al corrente.

Ma questo non è un limite proprio della teoria dei giochi, bensí di qualunque teoria che cerchi di comprendere in tutta la loro multidimensionale complessità degli individui non perfetti che prendono decisioni. Di solito la teoria dei giochi presuppone la conoscenza perfetta o una totale mancanza di conoscenza, perché parte da assunti semplici e non ambigui. Qualunque altra cosa collocabile tra questi due estremi richiede specificazioni dettagliate, e si possono almeno perdonare gli studiosi per aver cominciato con il risolvere i problemi piú semplici, riservando i piú complicati a un momento successivo.

La teoria presuppone di solito qualche altra cosa ancora: ad esempio, che l'etica umana sia quella che recentemente è stata definita « etica della situazione », ossia che l'uomo si interessi dei *risultati*, non dei processi intermedi. (Nell'esempio delle votazioni il giocatore non cerca la « verità » in merito all'innocenza e alla colpevolezza, ma definisce la giustizia in base alla sorte dell'impiegato)[6].

Si suppone che la decisione sia presa da una persona che non cerca di essere audace o nuova per amore dell'audacia e della novità, né di sorprenderci per amore della sorpresa in sé e per sé; è una persona che non si chiede *perché* il partner ha scelto una data strategia, bensí quale strategia stia per scegliere. Nel suo sistema di valori non entrano che i *risultati*. Se è un individuo ben disposto o malevolo nei confronti del partner, se ha coscienza oppure è incline a far del male, si presuppone che tutto ciò si rifletta nella sua valutazione dei risultati finali. Si presuppone anche che tutti gli elementi

[6] La menzogna, l'omicidio, l'aborto, il suicidio, la violenza e la non violenza, l'adulterio, e presumibilmente anche il voto, vanno giudicati in base alle loro conseguenze, e non in riferimento a leggi assolute (che, se numerose, non possono non entrare di tanto in tanto in conflitto), secondo la « nuova moralità » che Joseph Fletcher definisce « un metodo di formazione 'situazionale' o 'contestuale' delle decisioni » (J. Fletcher, *Situation Ethics*, Philadelphia, Westminster Press, 1966, specialmente alle pp. 11-39, 64-68, 71-75). Alla domanda, se la « dissuasione » sia un male quando implica una terribile minaccia (rappresaglia di massa, pena capitale) ed opera in modo da rendere non necessaria la realizzazione della minaccia (in effetti tale realizzazione non è prevista) l'« etica situazionale » risponde in modo diverso dall'etica di tipo piú tradizionale. In alcuni di questi casi il problema centrale è dato da come le conseguenze di una certa azione dipendono dal modo in cui essa influenza la scelta di un'altra persona: l'« etica situazionale », dunque, non solo è un presupposto tipico della teoria dei giochi, ma ha bisogno di questa teoria (Fletcher, a p. 188, appoggia perfino, nel contesto della teoria dei giochi, il tentativo di « assegnare valori numerici ai fattori in gioco nei casi coscienza »).

del suo sistema di valori si dispieghino, ossia, che tutto ciò che conta per lui sia considerato nella graduazione o valutazione delle caselle nella matrice.

In che misura ciò costituisca una limitazione è un fatto che dipende, come in ogni altra teoria, dalla utilità o meno di un punto di riferimento astratto, alquanto perfezionistico, e dalla nostra capacità di ricordare che il risultato non è altro che questo. Le leggi di Newton non operano quando è presente la resistenza dell'atmosfera; il moto puramente inerziale è difficilmente osservabile, nel campo gravitazionale terrestre; alcuni parlamentari che votano sono accorti, altri sono degli ingenui o degli sprovveduti. La teoria dei giochi, come ogni altra teoria, è soggetta al rischio di un'eccessiva astrazione, considerando anche la propensione degli studiosi a dimenticare, quando cercano di fornire previsioni o prescrizioni, che la loro teoria è tutta basata su alcune premesse astratte la cui rilevanza è ancora da confermare. Tuttavia, la teoria dei giochi ha spesso il vantaggio di essere talmente scoperta, che, a differenza di altre teorie meno esplicite, soffre di limitazioni piú facilmente avvertibili.

Teorie, giochi e scienza sociale

Qualcosa va detto anche sul termine « teoria dei giochi » che contraddistingue la disciplina. È un nome che ha connotati frivoli, e si confonde facilmente con il « giocare », come il giocare alla guerra, giocare in borsa, giocare alle crisi; si confonde cioè, con la simulazione della decisione e del conflitto.

Il nome deriva dalla constatazione che molti giochi da tavolino hanno come fondamentale caratteristica l'interdipendenza fra le decisioni dei giocatori. La mossa migliore di una partita a scacchi, il modo migliore di dichiarare, o la migliore carta da giocare in una partita a bridge, dipendono da ciò che potranno fare gli avversari, e anche i partners del giocatore. Si tratta generalmente di giochi ben definiti, con un insieme di regole chiare ed efficaci; le informazioni accessibili ai giocatori sono specificate punto per punto (anche in senso probabilistico); e il sistema dei punteggi è completo. Se disponessimo di un termine piú generale per la materia attualmente conosciuta come « teoria dei giochi », troveremmo numerosissimi giochi da tavolino che si attaglierebbero alla definizione. È stato proprio questo fatto che ha indotto gli autori del primo grosso lavoro in materia a intitolarlo *Theory of Games and Economic Behavior*, e « teoria dei giochi » è rimasto come soprannome.

Due decenni hanno talmente abituato gli specialisti all'impiego del termine da far loro dimenticare, qualche volta, che il « gioco » non è soltanto un termine tecnico, ma anche una parola comune. Quando dicono che la guerra è un *gioco*, le elezioni sono un *gioco*, i conflitti industriali o le trattative connesse al divorzio sono *giochi*, di solito non hanno in mente nulla di giocoso, ma semplicemente si servono di un termine sorto dalla constatazione che certi giochi sono anche *giochi*.

Un'altra difficoltà terminologica è data dal fatto che la *teoria dei giochi* contiene già nella sua denominazione la parola « teoria ». Troviamo utile distinguere l'economia dalla teoria economica, la statistica dalla teoria statistica, le decisioni dalla teoria delle decisioni; ma non esiste un termine riconosciuto per designare il campo, qualunque esso sia, alla cui frontiera teorica si riferisce la « teoria dei giochi ». In effetti la teoria dei giochi è, in gran parte, sostanzialmente matematica. Alcuni preferiscono addirittura definirla come applicazione della matematica al campo considerato, e non c'è bibliografia della disciplina che non sia pressoché dominata dalle opere di studiosi di formazione matematica. Questi ultimi si interessano spesso, per ovvî motivi professionali, piú di matematica che di diritto, di struttura sociale, di diplomazia, di economia o di sociologia. Gli studiosi della teoria dei giochi, e gli scienziati sociali che si occupano del campo la cui frontiera matematica è segnata dalla teoria dei giochi, sono isolati gli uni dagli altri in un modo che non si verifica, ad esempio, per gli economisti e per i teorici dell'economia; i motivi di ciò sono numerosi, e spesso dobbiamo comprendervi la mancanza di un interesse comune sufficiente a tenerli in contatto. Ma non esiste solo la barriera matematica. Una singolare dicotomia divide le sottili, eleganti realizzazioni matematiche dei teorici dagli interessi degli scienziati sociali.

Nel presente saggio non c'è niente che avvii una descrizione di ciò che concretamente fanno i teorici matematici, o che almeno ne dia un'idea. Quanto esiste sotto forma di rudimenti e di concetti nella teoria dei giochi è destinato ad essere, per lungo tempo, l'aspetto piú prezioso per lo scienziato sociale. E non soltanto come « teoria istantanea » che non aspetta altro che di essere applicata, ma come quadro di riferimento — avente dietro di sè una notevole dose di riflessione — sul quale basarsi per costruire la propria teoria nel campo che piú interessa.

Basta considerare la stessa matrice delle vincite. Difficilmente si può definire « teoria », anche se la definizione delle strategie e l'interpretazione delle vincite poggiano su notevoli basi teoriche. Ma di per sè, come strumento di identificazione delle alternative e di graduazione delle scelte, di esposizione della struttura di una situazione a fini di semplificazione dell'analisi, del confronto e della comunicazione, la matrice delle vincite può costituire, per l'analisi delle decisioni interdipendenti, ciò che la registrazione a doppia entrata

rappresenta per la contabilità, ciò che il conto del reddito nazionale è per l'economia, ciò che la tavola delle verità è per la logica, o addirittura ciò che l'equazione è per la matematica [7].

[7] *Nota bibliografica.* La rassegna piú completa in materia di teoria dei giochi resta ancora quella di R. D. Luce e H. Raiffa, *Games and Decisions*, New York, Wiley, 1957; sebbene sia vecchia di dieci anni, non è stata superata e non è facile che lo sia. Una buona scelta di aspetti della teoria dei giochi che hanno interesse per la scienza sociale è contenuta in *Game Theory and Related Approaches to Social Behavior*, a cura di M. Shubik, New York, Wiley, 1964; l'introduzione del curatore, lunga 75 pagine, dovrebbe esser letta da chiunque abbia giudicato il presente saggio degno di attenzione. Una trattazione specialistica dei giochi a somma nulla, con applicazioni illustrative concernenti la tattica militare, è quella di M. Dresher, *Games of Strategy: Theory and Applications*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1961. Tra i miei lavori, v. T. C. Schelling, *The Strategy of Conflict*, Cambridge, Harvard University Press, 1960. Le riviste da seguire per chi sia interessato a suggestivi impieghi dei concetti e dell'apparato della teoria dei giochi nelle scienze sociali, sono « Journal of Conflict Resolution » e « Behavioral Science ». La precedenza tra i classici spetta a *Theory of Games and Economic Behavior*, di J. von Neumann e O. Morgenstern, Princeton, Princeton University Press, 1944; è una realizzazione architettonica straordinaria anche se non offre piú la miglior strada di accesso per la maggioranza degli scienziati sociali.

L'impiego della teoria dei giochi

di Martin Shubik

Introduzione

Questo saggio offre una visione insieme pessimistica ed ottimistica degli impieghi della teoria dei giochi nella scienza politica in particolare e nelle scienze del comportamento in generale.

Una delle principali cause di fraintendimento tra i politologi orientati alla matematica e quelli che preferiscono l'analisi discorsiva è dato dal ruolo del modello formale e matematico in scienza politica. Gli oppositori ed i fautori piú accesi della matematica hanno valide ragioni per criticare le rispettive attività. La matematica e la metodologia, se accompagnate da una scarsa comprensione per il contenuto reale della scienza politica, possono diventare facilmente un passatempo sterile e poco remunerativo.

L'arroganza e l'incomprensione dimostrata dal metodologo e dal matematizzatore piú rabbioso sono eguagliate soltanto dall'arroganza e dall'incomprensione dell'amante della bella prosa, per il quale ogni schema formale o matematico è un anatema.

La teoria dei giochi offre una nuova metodologia e una nuova matematica. Non è una panacea, e non vi sono motivi a priori per immaginare che una sua cieca applicazione alla scienza politica possa produrre risultati significativi. Essa è qualcosa di piú che un generatore di esempi familiari ultrasemplificati, basati su analogie tra gli affari internazionali e gli adolescenti che giocano a « chicken » o le persone che facendo acquisti cercano di incontrarsi nel centro di New York. Ma è molto meno di una teoria completa della scienza politica. Il presente articolo è dedicato all'esame degli impieghi e dei limiti che essa può avere in scienza politica.

La precisione e la maggior efficacia risolutiva del modello offerto dalla teoria dei giochi sono spesso cercati a costo di restringere la visuale. È facile annullare le sfumature e le sottigliezze quando si usa il metodo matematico. Il linguaggio matematico è povero di aggettivi, e non permette una disinvolta elaborazione di proposizioni caratterizzanti. Nonostante questi lati negativi un buon modello matematico può esser condotto a una profondità di analisi che sarebbe estremamente difficile, se non impossibile per il saggista.

Abbiamo bisogno di conoscenze, di approfondimento, di visioni ampie, acompagnate, però, da una chiara logica e da capacità analitiche. Il tipo di pensiero matematico rappresentato dalla teoria dei giochi offre il supporto analitico necessario per esaminare molte questioni fondamentali della scienza politica.

Che cos'è la teoria dei giochi?

Vorrei subito parlare dell'utilità della teoria dei giochi, ma prima di farlo è opportuna una digressione su ciò che si intende per teoria dei giochi. Coloro che si sono serviti di questo termine l'hanno fatto in modo sufficientemente vago da ingenerare una certa confusione; ciò è ottimamente illustrato nell'articolo di A. Wohlstatter dal titolo *Sin and Games in America* [1] contenente una rassegna di scritti che pretendono di essere una trattazione della teoria dei giochi, ma che gli studiosi piú seri dell'argomento difficilmente riconoscerebbero come tale.

La teoria dei giochi è un metodo matematico per lo studio di alcuni aspetti della formazione consapevole delle decisioni in situazioni che implicano possibilità di conflitto e/o di cooperazione. Essa tratta dei processi in cui la singola unità decisionale ha soltanto un controllo parziale sui fattori strategici che influenzano l'ambiente. L'unità decisionale può essere un individuo, una azienda, un governo e qualsiasi istituzione formale o informale.

Nel contesto della scienza politica il gioco può coinvolgere generali in battaglia; diplomatici occupati in trattative e negoziati; politici che cercano di influenzare gli elettori; legislatori che cercano di mettere insieme opportune coalizioni, principi del medioevo preoccupati del potere o sindaci moderni alle prese con gli affari municipali. In economia e in economia politica la situazione di conflitto può essere data da sindacati in sciopero contro l'azienda; da imprese in concorrenza oligopolistica; da componenti di un cartello che negoziano per dividersi il mercato, o da assemblee legislative che elaborano schemi di « equa » tassazione.

L'essenza del gioco sta nel fatto che le decisioni sono prese da persone aventi fini ed obiettivi le cui sorti sono interconnesse; esse dispongono di un certo controllo, ma sempre parziale. Ciascun individuo o gruppo è posto di fronte ad un problema di ottimizzazione

[1] A. Wohlstatter, *Sin and Games in America*, in *Games Theory and Related Approaches to Social Behavior*, a cura di M. Shubik, New York, Wiley, 1964, pp. 209-225.

con incrocio dei fini e deve adattare i suoi programmi non solo ai propri desideri ed alle proprie capacità, ma anche a quelli degli altri.

È senz'altro possibile che la scelta del termine « teoria dei giochi » sia stata infelice. Essa contiene troppe connotazioni indesiderabili. Il matematico può subito osservare in modo spassionato le analogie strategiche formali tra un qualsiasi problema di strategia ed il poker, o il bridge, o un altro gioco formale. I politologi e altri studiosi di scienze del comportamento sono forse piú sensibili, o meno indifferenti al proprio ambiente, e quindi direbbero che le relazioni diplomatiche o le guerre non sono giochi. I partecipanti non sono giocatori che si ripromettono un diversivo piacevole. Si possono fare certe astrazioni, ma le analogie con i giochi formali non sono sufficienti ad abbracciare gli aspetti fondamentali della vita politica.

Vedremo piú oltre le indicazioni cautelative. A questo punto, comunque, faremo nostri i coraggiosi assunti e le semplificazioni che ci permettono di esporre gli elementi basilari della teoria. Gli elementi che descrivono il gioco del bridge sono i giocatori, le regole che dicono come si deve giocare e con che cosa, insieme alla definizione delle posizioni di vincita e di perdita. Oltre alle regole formali esistono diversi aspetti della situazione che non rientrano in una trattazione in termini di teoria dei giochi, ma che nondimeno hanno un'evidente importanza. I giocatori sono amici, sono intelligenti, prevedono di giocare spesso, esistono particolari rapporti sociali fra loro? Queste caratteristiche extra-razionali sono di gran lunga piú importanti, nell'analisi della politica, che nei giochi o addirittura in economia. Raramente si fa appello all'eroismo al tavolo del bridge e persino alla catena di produzione o nei rendiconti finanziari annuali; ma nella vita politica e sociale esso può avere cruciale importanza.

Supponiamo che i *giocatori*, siano essi individui o istituzioni, siano delle entità razionali dotate di obiettivi ben precisi. Ciascun giocatore dispone di una certa serie di risorse. Le *regole del gioco* gli diranno come utilizzarle.

Lo *svolgimento* del gioco può essere descritto in modo estremamente sintetico per mezzo delle *strategie*. Consideriamo gli scacchi; date certe regole possiamo esaminare una per una le prime mosse a disposizione dei Bianchi (ce ne sono 20), e poi tutte le possibili risposte dei Neri, e cosí via, fino a conclusione del gioco. Se il computo delle alternative e delle situazioni non costasse niente e fosse infinitamente veloce, il giocatore di scacchi potrebbe elaborare una strategia completa prima di cominciare la partita. La *strategia* può esser considerata un manuale di istruzioni che il giocatore potrebbe dare ad un suo rappresentante per indicargli il da farsi in ogni circostanza. È un piano generale di azione esposto in tutti i particolari.

In politica e nelle cose umane in generale, è raro, se mai è possibile, che gli individui siano in grado di programmare tutti i dettagli richiesti da una strategia. Quando il generale si serve di una strategia, tiene conto delle situazioni principali e delega gran parte dei dettagli minori ai propri subordinati.

Supponendo che vi siano n giocatori, e che ogni giocatore i abbia una serie di strategie S_i tra cui scegliere, il risultato del gioco dipenderà dalle strategie scelte da tutti i giocatori. Supponiamo che ogni giocatore i scelga una determinata strategia s_i dalla serie S_i; allora per ogni giocatore i vi sarà una *funzione delle vincite* P_i (s_1, s_2, $s_3 \dots s_n$) associata ad ogni serie di n strategie (una per ciascun giocatore).

Un gioco può essere rappresentato in due modi fondamentalmente diversi, noti come la forma *normalizzata* e quella *estensiva.* La forma normalizzata è la piú succinta e non evidenzia i particolari del gioco. Le azioni dei giocatori sono esaminate solo in base alle loro strategie.

Nella maggior parte degli scritti piú diffusi, viene usato un esempio particolare di gioco in forma normalizzata (o strategica); è la *matrice delle vincite* 2 x 2 qui illustrata:

		Strategia del giocatore 2: 1	2
Strategia del giocatore 1	1	5,5	−4,10
	2	10, −4	0,0

	1	2
1	5	−4
2	10	0

Nella matrice di sinistra, i numeri lungo il margine verticale di sinistra rappresentano l'insieme di strategie del giocatore 1. In questo esempio le strategie a sua disposizione sono soltanto due, e fra queste egli deve scegliere. Analogamente, i numeri lungo il margine orizzontale in alto rappresentano le strategie del giocatore 2. Ciascuno di questi numeri può corrispondere ad una serie molto complicata di fatti. Ad esempio, la proposizione « il giocatore 1 sceglie la strategia 1 » può esser cosí tradotta in parole povere: « gli inglesi decidono di bombardare il Canale di Suez se gli Egiziani attaccano gli Israeliani dopo aver ricevuto l'avvertimento ».

I numeri contenuti nelle matrici rappresentano le vincite. La prima matrice presenta una raffigurazione un po' piú succinta della seconda. Contiene le vincite di entrambi i giocatori. In ogni casella, ad esempio nella casella (1,1) il primo numero rappresenta la vincita del primo giocatore, e il secondo numero, la vincita del secondo: in questo caso, rispettivamente 5 e 5.

La seconda matrice mostra soltanto le vincite del primo giocatore.

Se indichiamo con π_1 (s_1, s_2) e π_2 (s_1, s_2) le rispettive vincite dei giocatori 1 e 2 quando essi adottano le strategie s_1 ed s_2, allora π_1 (1,1) = 5 e π_2 (2,1) = 4. Nel primo caso $s_1 = 1$ ed $s_2 = 1$ e nel secondo, $s_1 = 2$ ed $s = 1$.

Il gioco del « fifone » può essere illustrato con una matrice 2 x 2. Due individui corrono l'uno verso l'altro a grande velocità, ciascuno su un veicolo a ruote, lungo la linea centrale della strada. Se nessuno dei due devia dal percorso, lo scontro è inevitabile. Chi dei due compie la deviazione è « fifone ». La matrice delle vincite potrebbe essere questa:

	Sterzare		Stare in linea	
Stare in linea	− 10,	− 10	+5,	− 5
Sterzare	− 5,	+ 5	− 1,	− 1

I numeri servono soltanto a dare un'idea di questa forma di azzardo. Essi indicano che entrambe le parti preferirebbero di gran lunga il « disonore » comune alla morte comune, dato che π_1 (1,1) = π_2 (1,1) = − 10 e π_1 (2,2) = − 1 π_2 (2,2) = − 1. Ma ciò potrebbe non verificarsi. Inoltre è assai improbabile che sia possibile attribuire molta importanza ai numeri − 10 e − 1; ciò, almeno, non è possibile nella misura corrispondente al nostro desiderio di credere che il disonore comune è esattamente dieci volte preferibile alla morte.

Un altro esempio, questa volta con una matrice 4 x2, servirà a introdurre il concetto di minaccia e ad illustrare il rapporto tra la forma normalizzata e quella estensiva.

Supponiamo che un paese voglia schierarsi a fianco di un alleato messo in pericolo da un terzo paese. Immaginiamo che la Spagna minacci di invadere Andorra e che il generale De Gaulle (agendo in sostituzione del Conte di Foix) decida di garantire l'indipendenza di Andorra. Mettiamogli a disposizione soltanto due strategie: egli può dare una garanzia « forte » o una garanzia *pro forma* in appoggio di Andorra. La differenza tra le due strategie può essere data dal fatto che la prima (entro i limiti della fallibilità umana) è compresa da tutti come un impegno assoluto, mentre la seconda può essere interpretata come piuttosto blanda, tanto che si scommette 2 contro 1 che la Francia non manderà aiuti ad Andorra se avrà luogo un attacco.

Possiamo supporre che i francesi abbiano l'opportunità di annunciare la propria decisione prima che gli spagnoli abbiano agito. Ancor prima dell'annuncio dei francesi, gli spagnoli possono aver terminato i loro piani. Se sono completi, può darsi che gli spagnoli vogliano esaminare le situazioni derivanti da uno dei quattro piani che possono adottare. I piani sono questi:

1. - Se i francesi danno una garanzia forte non attaccheremo. Se i francesi danno una garanzia *pro forma* non attaccheremo.

2. - Se i francesi danno una garanzia forte non attaccheremo. Se i francesi danno una garanzia *pro forma* attaccheremo.

3. - Se i francesi danno una garanzia forte attaccheremo. Se i francesi danno una garanzia *pro forma* non attaccheremo.

4. - Se i francesi danno una garanzia forte attaccheremo. Se i francesi danno una garanzia *pro forma* attaccheremo.

Definiamo la garanzia forte, strategia 1 per i francesi e la garanzia *pro forma*, strategia 2. La matrice delle vincite è:

	1	2	3	4
1	2,0	2, 0	−3, −5	−3, −5
2	3,0	−7/3,1	3,0	−7/3,1

I valori sono derivati dalle seguenti considerazioni. I francesi attribuiscono un valore positivo alla conservazione dello *status quo*. Questo, se attuato con la garanzia forte, è leggermente piú costoso che nel caso di una garanzia *pro forma* (occorrono un maggior spiegamento di truppe, piú attenzione e attività diplomatica generale), perciò diamo i valori 2 e 3 al mantenimento dello *status quo* nelle due condizioni descritte. Gli spagnoli (secondo il loro sistema di valori, che può non essere compatibile con quello dei francesi), considerano lo *status quo* come un « punto di mezzo », che vale 0. Se scoppia la guerra, benché entrambe le parti siano destinate a subire perdite, supponiamo che il costo sia maggiore per gli spagnoli che per i francesi, e diamo loro, rispettivamente, un valore di −5 e −3.

Supponiamo inoltre che la possibilità degli spagnoli di occupare Andorra senza interferenze da parte francese valga +4 per gli spagnoli, e −2 per i francesi. Se siamo disposti a considerare i valori previsti come un modo corretto di giudicare eventi che implicano delle possibilità, i valori delle caselle (2,2) e (2,4) della matrice sono ottenuti nel modo seguente.

Sono entrambi il risultato di situazioni in cui i francesi offrono una garanzia *pro forma* e gli spagnoli attaccano. Quando attaccano, essi prevedono che i francesi non interferiscano per i due terzi del tempo, e che per un terzo interferiscano. Pertanto il valore previsto di questa linea di condotta è $2/3\,(-5) + 1/3\,(4) = 1$ per gli spagnoli, e $2/3\,(-2) + 1/3\,(-3) = -7/3$ per i francesi.

Un esame della matrice rivela che le strategie ottimali sono, rispettivamente, 1 per i francesi e 2 per gli spagnoli. Riprenderemo piú avanti il discorso sul comportamento ottimale.

L'esempio appena citato può servire ad illustrare in che modo il gioco è rappresentabile per esteso. A questo scopo utilizziamo un diagramma detto *albero di gioco*. Si chiama cosí perché è provvisto di ramificazioni, ed appare come un albero a coloro che non danno importanza all'orientamento.

I vertici dell'albero rappresentano i punti di scelta, e i rami indicano le alternative. Tutti i vertici portano il contrassegno del giocatore al quale appartengono. Ad esempio, il vertice 0 (da cui inizia il gioco) è contrassegnato con P_1 per indicare che spetta ai francesi fare la prima mossa, consistente nella scelta fra due alternative. Dopo la mossa dei francesi, gli spagnoli possono scegliere tra due alternative: attaccare o non attaccare.

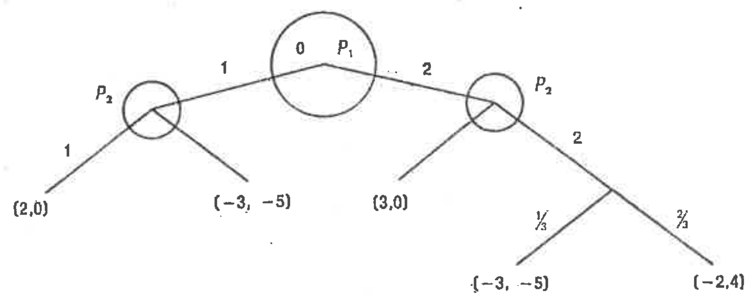

FIG. 11

È importante notare che gli spagnoli dispongono di due sole alternative, ma hanno quattro strategie. Ciò è spiegato dal fatto che la strategia è un piano globale destinato a tener conto di tutte le situazioni. La mossa è una decisione locale, e viene compiuta qualunque siano le conoscenze disponibili in un dato momento. La disponibilità delle informazioni durante lo svolgimento del gioco è indicata per mezzo di curve che racchiudono delle *serie di informazioni*. Nell'albero che abbiamo raffigurato si nota che i vertici contrassegnati con P_1 e P_2 sono entrambi circondati da curve. Ciò significa che per tutta la durata del gioco ogni partecipante sa esattamente « dove si trova ». Vale a dire che gli spagnoli, prima di invadere o non invadere, devono necessariamente aver scoperto se la garanzia data dai francesi era forte oppure *pro forma*.

Quando le mosse vengono compiute in segreto, o simultaneamente, può darsi che la stessa serie di informazioni comprenda piú di un punto di scelta. Supponiamo che gli spagnoli non siano stati informati della decisione francese prima di dover compiere la loro mossa. La prima parte dell'albero si presenterebbe allora in questo modo:

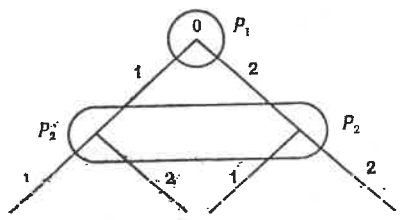

FIG. 12

L'inclusione dei due vertici contrassegnati con P_2 nella stessa curva sta a indicare che il giocatore 2, cioè gli spagnoli, al momento di compiere la propria mossa non sa dove si trova, nel senso che non è in grado di distinguere se i francesi abbiano scelto l'alternativa 1 oppure la 2.

Guardando il diagramma completo del gioco originario vediamo che se i francesi avessero scelto la prima alternativa a loro disposizione, il gioco sarebbe terminato dopo la mossa degli spagnoli. A seconda della mossa, il gioco termina con vincite di (2,0), o $(-3, -5)$. Se invece i francesi avessero scelto la seconda alternativa e gli spagnoli avessero fatto lo stesso, il gioco sarebbe continuato. Notiamo che esso continua ad un vertice che non è contrassegnato e i rami, invece di essere indicati con numeri interi, raffiguranti le alternative, portano dei numeri la cui somma è 1. Questi numeri rappresentano la probabilità del verificarsi delle diverse alternative che si suppone siano sotto controllo, oppure nelle mani della « natura » anziché di uno specifico giocatore. Riferendoci alla matrice delle vincite relativa alla forma del gioco, osserviamo che i risultati derivati dall'attacco spagnolo, dopo la garanzia pro forma dei francesi, sono medie ponderate.

L'esempio è servito a descrivere una situazione come gioco in due modi diversi. Non si è parlato di come gli individui *dovrebbero* comportarsi né del loro *effettivo* comportamento. Questo è un aspetto diverso della teoria dei giochi del quale parleremo piú avanti. Prima di esaminare i concetti di *soluzione* dovrebbe essere sottolineato il fatto che il modo normalizzato e il modo estensivo di descrivere una situazione relativa a persone che interagiscono nel prendere delle decisioni, offrono un linguaggio utile per la descrizione e l'analisi di elementi chiave del comportamento cooperativo o competitivo. Il tentativo stesso di precisare concetti come quelli di strategia, vincita, scelta, informazione, e simili, potrebbe essere considerato come

riuscito e valido, anche se servisse unicamente a scoprire le difficoltà e le ambiguità precedentemente insite nel loro impiego, e a distinguere nuove variabili. La sua utilità è in effetti molto maggiore per numerosi problemi ai quali si può applicare la teoria dei giochi.

Tipi di teoria dei giochi

Prima di poter essere in grado di giudicare il valore di un approccio fondato sulla teoria dei giochi occorre rendersi conto dell'esistenza di svariati tipi di teoria dei giochi, a ciascuno dei quali è stato dedicato un considerevole numero di scritti. Una prima divisione importante riguarda i seguenti tipi:

1) - giochi tra due persone, a somma zero [2];
2) - giochi tra due persone, a somma non costante;
3) - giochi tra *n* persone, a somma non costante per $n > 2$.

Si distinguono inoltre:

1) - giochi di durata limitata;
2) - giochi di durata illimitata.

Una terza distinzione riguarda le soluzioni anziché la struttura, e verrà considerata dettagliatamente in una delle prossime sezioni. Le branche principali sono:

1) - soluzioni cooperative;
2) - soluzioni non cooperative.

Giochi tra due persone, a somma zero. Il gioco piú elementare e piú studiato dal punto di vista matematico è quello tra due persone, a somma zero. La sua caratteristica è che ad ogni vincita di un giocatore *deve* corrispondere una perdita dell'altro. Molti giochi formali, come gli scacchi o il poker a due, hanno appunto questa caratteristica.

Un gioco tra due persone, a somma zero, è un gioco di pura opposizione, strettamente competitivo. Non richiede comunicazione, discussione o negoziato, e non si possono ottenere vantaggi o risparmi

[2] In termini piú restrittivi, si dovrebbe parlare di giochi a somma costante, ma è possibile dimostrare che essi equivalgono strategicamente ai giochi a somma nulla. Chi desideri approfondire questo punto tecnico può consultare l'opera di R. D. Luce e H. Raiffa, *Games and Decisions*, New York, Wiley, 1957.

con il ragionamento e la cooperazione. È perfettamente logico indicare i partecipanti a questa lotta come avversari.

Vi rientrano, ovviamente, le applicazioni militari a situazioni tattiche implicanti « duelli »[3], come i combattimenti aerei, oltre agli scontri locali e alle attività di guerriglia. Le guerre considerate nel loro insieme non sono mai strettamente competitive (o a somma costante); è facile che entrambe le parti risultino perdenti. Spesso vi assumono importanza i negoziati e i contrasti che avvengono al di fuori del campo di battaglia. Tuttavia si possono abbastanza realisticamente configurare singole battaglie come giochi competitivi in senso stretto. I duellanti impegnati in uno scontro all'ultimo sangue possono convincersi, in un contesto piú ampio, a darsi la mano e a desistere dalla lotta. Ma non appena essi abbiano deciso di risolvere la contesa con le armi, la loro azione sul terreno dello scontro può essere considerata come contrapposizione in senso puro.

Un esempio semplice (e ovviamente molto semplificato) può essere quello di una matrice 2 x 2, in cui si consideri un gruppo di guerriglieri che, tra due posizioni, sta per attaccarne una. I difensori hanno uomini sufficienti a proteggere completamente una posizione soltanto. Se incontrano i guerriglieri, sono in grado di distruggerli. E se non lo fanno, sarà distrutta una città. La matrice delle vincite può essere di questo tipo:

		Guerriglieri 1		Guerriglieri 2	
Difensori	1	+4,	−4	−3,	+3
	2	−3,	+3	+4,	−4

Si rileva che $\pi_1(s_1, s_2) + \pi_2(s_1, s_2) = 0$. Non appena siano state specificate le vincite di un giocatore, sono note anche quelle dell'altro.

A parte la valutazione che si può dare di un gioco tra due persone a somma zero, come definizione di una situazione strettamente competitiva, lo studioso di scienza politica non può sperare di trarre grandi vantaggi da uno studio approfondito di questo argomento, sul quale esistano numerosi scritti, e uno sviluppato complesso di teorie e di applicazioni matematiche[4]. Circolano, però, anche molte interpretazioni erronee sul ruolo svolto nella teoria dei giochi in generale dal famoso risultato, concernente appunto i giochi tra due persone

[3] Cfr. M. Dresher, *Games of Strategy: Theory and Application*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1961.
[4] M. Dresher, *op. cit.*

a somma zero, noto come *teorema del minimax o del punto di sella*[5]. I giochi a somma zero hanno un interesse estremamente limitato per le scienze del comportamento in genere. Chi desideri leggere una esposizione matematica di quelli tra due persone, può consultare il lavoro di Luce e Raiffa[6].

Giochi tra due persone a somma non costante. Gli esempi iniziali riguardano giochi tra due persone a somma non costante. In quello in cui abbiamo immaginato una tensione tra la Francia e la Spagna a causa di Andorra, tutte e due le parti potevano perdere in conseguenza di azioni reciprocamente indesiderabili. L'esito ottimale per entrambe si sarebbe avuto quando gli spagnoli non avessero invaso la Francia, e i francesi non avessero dovuto spendere troppo tempo ed attenzione per portare aiuto ad Andorra. È pensabile che per tutti e due gli avversari potesse risultare vantaggiosa anche una « transazione amichevole », cioè un qualche tipo di accordo, con il quale si fossero scambiati pagamenti indiretti o altre concessioni, in modo da trarre beneficio entrambi dal perseguimento in comune di una soluzione alle proprie divergenze.

Se fosse possibile sommare le vincite di ciascuna casella (in genere potremmo non essere in grado di farlo, salvo che riuscissimo a giustificare dei confronti di valore), una misura delle entità in gioco per tutte e due le parti sarebbe data dalle vincite di guerra $\pi_1(1,3) + \pi_2(1,3) = -8$ e dalle migliori vincite di pace $\pi_1(1,1) + \pi_2(2,1) = +3$.

Giochi tra N persone a somma non costante (per $n > 2$). Tutti i giochi di cui abbiamo parlato finora comprendevano due soli giocatori. Rispetto ai giochi competitivi in senso stretto non ha senso parlare di conclusioni; nei giochi tra due persone a somma non costante non si formano coalizioni, oppure c'è una coalizione generale. Ma non appena si vogliono considerare almeno tre giocatori, le possibilità di coalizione (anche nei giochi a somma zero) diventano ampie e complesse.

Dal momento che la maggior parte delle vicende umane di qualche interesse non può essere adeguatamente descritta sotto forma di giochi a somma zero, [salvo il ricorso alla finzione di introdurre un giocatore in piú, la « Natura », che vince o perde tutto ciò che i giocatori reali vincono o perdono], mi limiterò a considerare i giochi a somma non costante.

È facile dimostrare che per n giocatori le coalizioni di cui tener conto saranno $2^n - 1$. Alcuni valori sono contenuti nella Tabella 2.

[5] *Ibidem.*
[6] R. D. Luce e H. Raiffa, *op. cit.*

TAB. 2

n	*numero delle coalizioni*
2	3
3	7
4	15
5	31
.	.
.	.
.	.
10	1.023
20	oltre 10^6

Tra le coalizioni sono comprese anche quelle formate da un solo individuo, perciò il gioco tra due persone presenta tre coalizioni, costituite dai giocatori 1 o 2 e dai giocatori 1 e 2. La struttura e la formazione delle coalizioni hanno un ruolo importante sia negli affari internazionali sia nella politica dei partiti e di gabinetto. In molti casi non è necessario considerare tutte le strutture delle coalizioni, perché altre informazioni possono esser sufficienti ad escluderle. Ciò significa che l'esame dettagliato delle possibilità che si abbiano coalizioni è un compito vasto ma non impossibile da affrontare.

Nella teoria dei giochi, molte soluzioni utilizzano la descrizione del gioco in chiave di *funzione caratteristica*, specificando l'entità che ogni coalizione può ottenere se non collabora con le altre. Per tornare all'esempio della Francia e della Spagna, la funzione caratteristica ha tre valori:

$$v\,(\overline{1}) = -7/3$$
$$v\,(\overline{2}) = 0$$
$$v\,(\overline{1,2}) = 3$$

Il segno 1 significa « l'insieme dei giocatori formato dal giocatore 1 ». Occorre distinguere il nome del giocatore (qui il giocatore 1 equivale alla Francia) dal nome dell'insieme o della coalizione formata dai giocatori.

I valori $v\,(\overline{1}) = -7/3$ e $v\,(\overline{2}) = 0$ sono stati ottenuti considerando l'insieme di strategie esistenti per ciascun giocatore ed osservando quale fosse il miglior risultato che poteva essere ottenuto da ognuno nell'ipotesi che l'altro cercasse di danneggiarlo.

Nell'analisi matematica si usa spesso « normalizzare » la funzione caratteristica, cioè trasformarla in modo da poter assegnare il valore 0 ad ogni coalizione formata da un singolo giocatore. Questo

aiuta a studiare il vantaggio che può essere tratto dalla cooperazione e non disturba l'analisi.

La funzione caratteristica serve come base per svariati concetti di soluzione e per le applicazioni in scienza politica, come vedremo piú oltre.

Giochi di lunghezza finita o infinita

I modelli finora descritti erano presentati nel contesto di una situazione di durata media. Le partite a scacchi, pur variando il numero delle mosse compiute e la durata del gioco, finiscono entro un certo periodo di tempo, e tutti e due i giocatori si accorgono del momento in cui termina la partita. Ma questo non accade in molte azioni politiche e diplomatiche. Le vincite non si collocano necessariamente al termine del gioco, ma vengono fatte continuamente. Il periodo di tempo durante il quale possono aver luogo i negoziati e le mosse dei giocatori è teoricamente illimitato. L'esistenza di una società commerciale o di uno stato nazionale può essere considerata piú lunga di quella di un individuo. Anche se appare dalla storia che gli stati e gli imperi finiscono prima o poi col morire, un processo del genere è piú difficile da definire di quanto non sia nel caso di un individuo, e può accadere frequentemente che un impero abbia una aspettativa di vita sufficientemente lunga, da rendere consigliabile l'adozione di un modello a durata infinita.

L'esempio che viene dato qui di seguito riguarda un processo di difesa della frontiera contro i barbari; esso viene prima rappresentato in forma estesa con delle ramificazioni di lunghezza infinita, e poi con un diagramma. Per semplificare l'esposizione si presuppone che i romani possano seguire due politiche mentre la politica dei barbari è data. Supponiamo che le possibilità di successo con la politica 1 al momento t_1 siano p_{1t}; l'insuccesso sia $q_{1t} = 1 - p_{1t}$ e analogamente sia p_{2t} e q_{2t} per la politica 2. Vediamo che i barbari sono rappresentati in questo caso come « natura ». La probabilità di sconfiggerli esiste, e dipende dalla politica adottata. Se vengono sconfitti possono subire l'imposizione di tasse; si ha allora una vincita di posizione e il gioco continua. Se i barbari vincono, l'impero viene distrutto e ai fini dell'analisi il gioco finisce. Le probabilità p_{1t} e p_{2t} dipendono indubbiamente da eventi anteriori, ma per il momento non è necessario parlarne.

Un altro modo, ancora piú conciso, di rappresentare il processo è dato da un diagramma, (figura 14) che non solo è molto utile per stendere lo schema dei processi durante la preparazione dei programmi per l'elaborazione elettronica, ma, di per sé, serve alla descrizione dei processi decisionali in contesti politici, psicologici o sociologici.

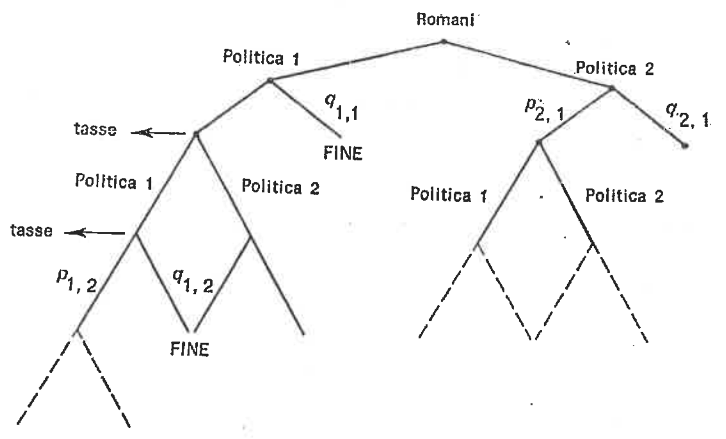

FIG. 13

Il diagramma mostra come dopo la scelta di una politica debbano essere calcolate le possibilità di vincita o di perdita. Ciò fatto si analizzano le conseguenze di ciascun esito. In caso di sconfitta non c'è piú nulla da analizzare. La vittoria, invece, può esser seguita dall'esazione delle tasse; dopo di che, come indica il simbolo 1 ←, la situazione (benché progredita nel tempo) ritorna al punto in cui è nuovamente necessaria la scelta di una politica e la difesa delle frontiere.

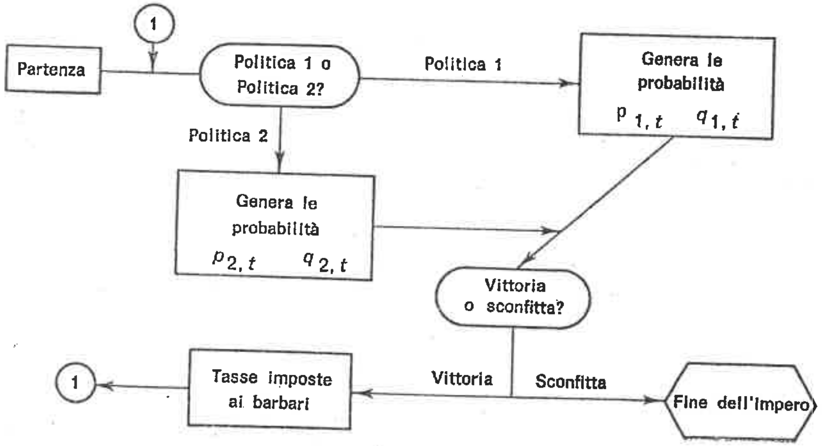

FIG. 14

I giochi di durata infinita sono trattati in un certo numero di lavori sotto la denominazione di giochi di sopravvivenza sociale ed economica; ulteriori approfondimenti vengono forniti in altra sede [7].

Soluzioni

Fino a questo momento ho descritto le situazioni, senza dire come si risolvono. Ho definito le mosse, le strategie, le vincite e le condizioni dell'informazione specificando le quantità che possono essere ottenute da gruppi di giocatori agenti di comune accordo; ma non ho precisato né le cose che essi *dovrebbero* ottenere, né quelle che ottengono *in realtà*.

I diversi concetti di soluzione del gioco sono riferiti in termini prescrittivi o comportamentistici a ciò che i giocatori dovrebbero ottenere, oppure a ciò che ottengono veramente. È possibile adottare, come in effetti avviene, entrambi i punti di vista. Forse si obietterà dicendo che una scienza politica positiva può benissimo avere maggior interesse per il modo in cui le persone dovrebbero indirizzare la propria vita politica e controllare la pubblica amministrazione, che per il loro comportamento effettivo. Non mi soffermerò sui vantaggi dei due diversi approcci; entrambi sono stati suggeriti per i casi in cui la teoria dei giochi viene applicata alla scienza politica.

I concetti di soluzione si suddividono in quattro grandi gruppi, caratterizzati da:

1. - Equilibrio non cooperativo.
2. - Cooperazione: teorie degli insiemi stabili.
3. - Cooperazione: teorie dei valori.
4. - Processo dinamico di coordinamento semi-cooperativo.

Di solito le soluzioni del tipo 1) e 4) vengono motivate da un punto di vista comportamentistico, mentre la 2) è giustificata sia in termini comportamentistici che prescrittivi, e la 3) soprattutto in termini prescrittivi.

Equilibrio non cooperativo. Un punto di equilibrio non cooperativo, in un gioco tra due persone, è costituito da una coppia di strategie, una per ciascun giocatore, e ciascuna è stabile nel senso che un giocatore, anche se è al corrente della strategia scelta dall'altro, non sarà indotto a cambiare la propria.

[7] M. Shubik, *Game Theory and the Study of Social Behavior: An Introductory Exposition*, in *Games Theory and Related Approaches to Social Behavior*, a cura di M. Shubik, cit., pp. 61-70.

Ciò può essere espresso formalmente in questi termini: una coppia di strategie in equilibrio (s_1, s_2) ha caratteristiche tali, per cui

$$\max_{s_1} P_1\ (s_1, s_2^*) \text{ implica } s_1 = s_1^*$$

e

$$\max_{s_2} P_2\ (s_1^*, s_2) \text{ implica } s_2 = s_2^*$$

Per la matrice delle vincite relativa al gioco del « fifone » una semplice soluzione di equilibrio non cooperativo è impossibile. Se un giocatore sa che l'altro resta in linea, darà una sterzata, e viceversa. Ma ciò vale contemporaneamente per entrambi, e non esiste per loro un modo semplice di risolvere il dilemma. Abbiamo invece un caso diverso nell'esempio dello scontro tra francesi e spagnoli. Riguardando la matrice 2 x 4, possiamo spiegare la scelta della coppia di strategie (1, 2) in base alla teoria della non cooperazione. Dal momento che gli spagnoli sanno che la garanzia assicurata dai francesi è solida, i francesi, sapendo che gli spagnoli ne sono al corrente, e conoscendo i costi relativi della pace e della guerra per entrambe le parti, sono in grado di prevedere che la strategia 2 è una scelta *individualmente razionale* per gli spagnoli. Lo stesso ragionamento potrebbe essere fatto per gli spagnoli, dimostrando che alla strategia 2 da loro scelta si contrappone la strategia 1 scelta dai francesi.

È importante rendersi conto del fatto che la razionalità individuale spesso non implica una razionalità comune in molte vicende umane. Due parti, mettendosi d'accordo, riescono generalmente a raggiungere un esito che è piú favorevole per loro — o può esser reso piú vantaggioso — rispetto a quello che deriva da un equilibrio non cooperativo. Una importante differenza sta nel fatto che la soluzione cooperativa richiede molto spesso un livello di fiducia molto superiore a quello richiesto o atteso nel caso dell'equilibrio.

La persona che difende la teoria cooperativa, può spesso giustificarla dicendo che la gente *dovrebbe* realizzare l'ottimizzazione in comune; il difensore della teoria non cooperativa invece dirà che l'ottimizzazione, pur essendo una *norma* auspicabile, non è necessariamente raggiunta in questa valle di lacrime da persone individualmente piú o meno razionali, ma soggette a sbagliare, e non troppo portate alla collaborazione.

In un gioco tra due persone a somma zero non esiste questa differenza paradossale tra la razionalità dell'individuo e quella collettiva, e questo perché non c'è spazio per la cooperazione. Ciò che uno vince deve essere, per definizione, identico a ciò che l'altro perde. È facile vedere come in questo caso l'equilibrio non cooperativo sia l'equivalente della strategia minimax. Sappiamo che (s_1, s_2) è un punto di equilibrio se

$$\max_{s_1} P_1\ (s_1, s_2^*) \text{ implica } s_1 = s_1^* \qquad (1)$$

e

$$\max_{s_2} P_2\ (s_1^*, s_2) \text{ implica } s_2 = s_2^* \qquad (2)$$

Sappiamo che

$$P_2\ (s_1, s_2) = -P_1\ (s_1, s_2) \qquad (3)$$

Quindi

$$\max_{s_2} P_2\ (s_1^*, s_2) = \min_{s_2} P_1\ (s_1^*, s_2).$$

Le condizioni (1) e (3) prese insieme ci danno la descrizione di un punto di equilibrio in un gioco a somma nulla tale che (s_1^*, s_2^*) deve soddisfare

$$\max_{s_1} \min_{s_2} P_1\ (s_1, s_2)$$

Negli esempi di soluzioni non cooperative mi sono limitato a considerare due giocatori, perché in politica, quando i giocatori sono soltanto due, l'approccio interamente o in parte non cooperativo può apparire a volte razionale, mentre con piú di due giocatori questa soluzione di rado è razionale (ciò non si verifica con l'applicazione della teoria dei giochi in economia)[8].

Soluzioni cooperative: insiemi stabili e relative teorie. Se partiamo dal presupposto che gli individui tendano ad essere, o debbano essere razionali, non solo singolarmente, ma anche presi insieme, dobbiamo descrivere in che modo essi trovano i mezzi per dividere i proventi comuni. Von Neumann e Morgenstern hanno inizialmente definito una soluzione cooperativa in base al concetto di stabilità sociale[9]. Per determinare il potere di contrattazione di tutti i gruppi è stato fatto ricorso alla funzione caratteristica. Oggi esiste una letteratura molto estesa che riguarda differenti, ma connesse soluzioni. Le piú conosciute sono gli insiemi stabili di Shapley[10], il nucleo[11] e gli insiemi delle contrattazioni di Aumann e Maschler[12].

La soluzione piú facile da descrivere è quella del nucleo, che pos-

[8] Cfr. M. Shubik, *Strategy and Market Structure*, New York, Wiley, 1959.

[9] J. von Neumann e O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton, Princeton University Press, 1944[3].

[10] L. J. Shapley, *Notes on the N Persons Game III: Some Variants of the von Neumann-Morgenstern Definition of Solution*, Rand RM 817 (April 1952).

[11] L. S. Shapley e M. Shubik, *Concepts and Theories of Pure Cognition*, Rand RM 3553 (May 1963).

[12] R. J. Aumann, e M. Maschler, *The Bargaining Set for Cooperative Games*, in « Annals of Mathematics Studies », n. 52, Princeton, Princeton University Press, 1963.

siamo definirlo come un insieme stabile utilizzando l'esempio di un gioco fra tre persone. La funzione caratteristica è la seguente:

$$v\,(\overline{1}) = 0 \qquad v\,(\theta) = 0\,^{*}$$
$$v\,(\overline{1,2}) = 0{,}6 \qquad v\,(\overline{2}) = 0 \qquad v\,(\overline{3}) = 0$$
$$v\,(\overline{1,3}) = 0{,}2 \qquad v\,(2,3) = 0{,}2$$
$$v\,(\overline{1,2,3}) = 1{,}0$$

Tutti i giocatori congiuntamente possono ottenere 1,0. Definiamo l'imputazione come la ripartizione del ricavato complessivo che può essere realizzato con la cooperazione di tutti i giocatori, dove ciascuno ottiene almeno quanto avrebbe potuto realizzare da solo; questo vuol dire che, almeno dal punto di vista individuale, ogni giocatore può ragionevolmente prendere in considerazione una qualsiasi imputazione. Un esempio di imputazione potrebbe essere la tripla $\alpha = (0{,}8,\ 0{,}1,\ 0{,}1)$ di numeri. Come si vede, la somma dei tre numeri è 1, cioè l'ammontare di quanto si può realizzare agendo congiuntamente.

Per un insieme S di giocatori è valida un'imputazione β se gli elementi di S possono ottenere da soli, pur agendo autonomamente, almeno quanto viene loro offerto in base a β. Supponiamo $\beta = (0{,}3,\ 0{,}2,\ 0{,}5)$, allora per l'insieme (1, 2) è valida ancora β, perché i suoi elementi possono ottenere 0,6, senza una collaborazione da parte di 3.

Un'imputazione β domina un'imputazione α, se esiste un insieme di giocatori S per i quali è valida β e ogni elemento di S ottiene con β piú di quanto non ottenga con α. Per esempio, consideriamo $\alpha = (0{,}2,\ 0{,}1,\ 0{,}7)$. Se viene sempre proposta la soluzione α, come modo di distribuire il ricavato della cooperazione, la coalizione (1, 2) può respingerla a favore di β, in quanto per essi questa è valida ed entrambi ottengono piú con β che con α.

La soluzione dell'insieme stabile di von Neumann e Morgenstern è data da un insieme di imputazioni che presentano una forma particolare di stabilità interna. Un insieme V di imputazioni è una soluzione se nessuna imputazione α in una serie V domina un'altra imputazione α di una serie V, e se per ogni imputazione β non compresa in V esiste un'imputazione α in V che domina β.

La soluzione degli insiemi stabili ha scarso valore produttivo in molti casi, perché molte imputazioni possono appartenere ad un medesimo insieme stabile. Inoltre lo stesso gioco può avere molte soluzioni diverse di questo tipo. Tuttavia alcune soluzioni riflettono la ricchezza delle possibilità socio-politiche che sono in armonia con le forme fondamentali di stabilità. Mi riferisco ad esempio, alle solu-

* Per completare formalmente l'esposizione è a volte consigliabile includere un valore riferito ad una coalizione di una sola persona. Cosí viene indicato con il segno $v\,(\Theta) = O$.

zioni non simmetriche nei giochi che sono simmetrici. Fenomeni come l'esclusione sistematica o la discriminazione nei confronti di una particolare serie di giocatori sono riconoscibili e non contrastano con la stabilità sociale.

Un criterio piú sicuro di stabilità è indicato dal *nucleo* di un gioco. Esso è formato da una serie di imputazioni non dominate da nessun'altra imputazione. Un'imputazione compresa nel nucleo ha questa proprietà: che nessuna coalizione può contrastarla in modo efficace. Nessun gruppo è in grado di assicurarsi un'imputazione piú grande. Due semplici esempi di gioco fra tre persone saranno sufficienti ad illustrare un gioco dotato di nucleo e un gioco che invece ne è privo.

Consideriamo due giochi, con tre giocatori ciascuno; in ciascun gioco, una coalizione formata da un singolo giocatore non ottiene nulla, mentre una coalizione dei tre giocatori riesce ad avere 1. Una coalizione di due giocatori, qualunque essi siano, ottiene 0,5 nel primo gioco e 0,8 nel secondo.

Nel primo gioco è compresa nel nucleo ogni imputazione (α_1, α_2, α_3 tale che

$$\alpha_1 + \alpha_2 \geqq 0{,}5$$
$$\alpha_1 + \alpha_3 \geqq 0{,}5$$
$$\alpha_2 + \alpha_3 \geqq 0{,}5$$

Nessun sottogruppo di giocatori può opporsi in modo efficace ad una distribuzione come (0,3, 0,3, 0,4), che soddisfa tutte e tre le condizioni.

Nel secondo gioco le tre condizioni da soddisfare contemporaneamente sono:

$$\alpha_1 + \alpha_2 \geqq 0{,}8$$
$$\alpha_1 + \alpha_3 \geqq 0{,}8$$
$$\alpha_2 + \alpha_3 \geqq 0{,}8$$

Ma non vi è alcuna possibilità di dividere l'unità disponibile, in modo tale che una coalizione di due persone non ottenga una imputazione minore dello 0,8, che potrebbe avere con la « gestione autonoma dei propri affari ».

I giochi privi di nucleo sembrano essere alla base dei processi sociologici. In qualsiasi momento alcuni (e forse anche la totalità) dei gruppi riusciranno a sostenere (almeno a brevissimo termine) di essere in grado di ottenere, non cooperando, piú di quanto è loro offerto dalla società. Non solo è possibile, ma è anche probabile che le richieste basate sulle minacce che i diversi gruppi sentono di poter attuare siano reciprocamente incompatibili. Le regole sociali ed i compromessi politici possono esser diretti a creare le condizioni per una cooperazione tra i gruppi anche se i loro guadagni sono apparentemente minori di quelli che potrebbero essere ottenuti con il rifiuto individuale di cooperare.

Quando un gioco è dotato di nucleo, si è intuitivamente portati a ritenere che l'esito debba risiedere nel nucleo stesso. L'esistenza di quest'ultimo dipende in misura notevole dal potere delle coalizioni, e il potere delle coalizioni è reso comprensibile soprattutto dalle minacce che vengono messe in atto. Ma di questo parleremo in seguito.

Soluzioni cooperative: teorie dei valori. Le soluzioni rappresentate dalla serie stabile e dal nucleo non servono a indicare o a predire un esito, salvo i casi relativamente ovvi (invece ciò è generalmente possibile con le teorie dei valori). Nash [13], Shapley [14] e Harsanyi [15] sono gli autori dei piú noti contributi in tema di valori, tutti collegati strettamente gli uni agli altri. Le principali differenze che esistono tra loro riguardano la trattazione delle minacce e le questioni relative al confronto tra l'intensità delle preferenze di individui diversi.

Mi limiterò ad esporre la formula del valore di Shapley, sia perché si presta piú facilmente a ricavarne degli esempi, sia perché è stata applicata a certi schemi di voto nell'intento di trovare un indice del potere individuale in connessione con le diverse regole che presiedevano alle votazioni [16].

Dietro la frase «per ogni individuo, un voto», si intuisce l'appello ad una fiducia innata nella simmetria della giustizia e nell'eguaglianza delle procedure democratiche di voto. Prima che il politologo orientato alla matematica si senta eccessivamente attratto dagli assiomi e dalle regole generali, sarà bene ricordare un ammonimento di Robert Dahl: « Inoltre, è raro che le persone dotate di senso comune attribuiscano alle proposizioni formulate in termini universali una implicita generalizzabilità nella pratica; con frequente disappunto dei logici, esiste in tutta l'umanità — e negli americani in particolare — la tendenza a specificare gli universali nel momento di applicarli, pur lasciandoli intatti nel momento in cui se ne parla » [17].

[13] J. F. Nash, *Two Person Cooperative Games*, in « Econometrica », XXI (1953), pp. 128-140.

[14] L. S. Shapley, *A Value for N Person Games*, in *Contributions to the Theory of Games*, a cura di H. W. Kuhn e A. W. Tucker, vol. II, Princeton, Princeton University Press, 1953.

[15] S. C. Harsanyi, *Measurement of Social Power, Opportunity, Costs, and the Theory of Two Person Bargaining Games*, in « Behavioral Science », VII (1962), n. 67-80.

[16] L. S. Shapley e M. Shubik, *A Method for Evaluating the Distribution of Power in a Committee System*, in « American Political Science Review », XLVIII (1954), pp. 787-792.

[17] R. A. Dahl, *Who Governs? Democracy and Power in an American City*, New Haven, Yale University Press, 1961, pp. 318-319.

Alla luce di questa osservazione, la ricerca di norme e di misure generali si giustifica ancora? Il problema non soltanto si pone in scienza politica, ma è fondamentale nel campo giuridico. I bei concetti generali di giustizia e di uguaglianza devono essere stemperati da considerazioni di *equità* [18] per poter servire da guida nella soluzione della miriade di casi particolari che non rientrano esattamente nelle categorie previste dalle regole generali.

Le soluzioni date dai valori si basano su degli assiomi molto generali; sono estremamente facili, ma intuitivamente ragionevoli, e riguardano situazioni semplici. Ad esempio, se due individui perfettamente uguali fossero chiamati a spartire un oggetto facilmente divisibile, al quale avessero diritto entrambi, le soluzioni di questo tipo assegnerebbero a ciascuno una metà. Ma gli assiomi offrono una regola, oltre che per i casi semplici, anche per quelli complessi. Senza entrare nei particolari della nascita del valore dagli assunti di base, si potrà averne un'idea considerando un esempio relativo alla misurazione del « potere » di voto.

L'ammontare che il valore assegna intuitivamente all'individuo come ricompensa per la collaborazione fornita corrisponde alla media dei suoi valori crescenti per ogni coalizione che potrebbe formarsi nella società. Il concetto originario è quello dell'economia, che ricompensa l'individuo secondo la produttività marginale. Si consideri un club formato da quattro persone, che dispongono di cinque voti cosí distribuiti: 2, 1, 1, 1. Quanto « potere » possiede colui che detiene due voti? E quale valore dovremmo assegnargli in riconoscimento del suo particolare ruolo di individuo piú importante e piú necessario degli altri per il successo di qualunque votazione? Se gli spettassero tre voti su cinque, egli avrebbe il controllo completo; se invece i membri fossero cinque, e disponessero di un voto ciascuno, si potrebbe senz'altro dire che essi hanno tutti la stessa importanza.

Supponiamo che il club funzioni a maggioranza semplice dei voti. Si può considerare una funzione caratteristica molto semplice che assegna un valore 1 ad ogni coalizione vincente e un valore 0 ad ogni coalizione che perde. In una situazione in cui i voti fossero in numero dispari, e si votasse a maggioranza semplice, si potrebbe facilmente osservare che ogni coalizione non vincente, perde; non vi è pareggio o stallo.

Consideriamo tutte le possibili formazioni di una coalizione vincente ed esaminiamo le votazioni per vedere se c'è un individuo « cruciale », in grado cioè, di far vincere una coalizione che non dispone di voti sufficienti per risultare vincente. La coalizione vincente può essere formata in 24 modi diversi (4!). Eccone un esempio:

[18] C. K. Allen, *Law in the Making*, New York, Oxford University Press, 1958, cap. V.

$$\overbrace{\dot{2}}^{1}\quad\overbrace{\dot{1},\dot{1},\ \dot{1}}^{6}$$

$$\overbrace{1,}^{3}\quad\overbrace{\dot{2},}^{1}\quad\overbrace{1,1}^{2}$$

$$\overbrace{1,1}^{6}\quad\overbrace{\dot{2}}^{1}\quad\overbrace{1}^{1}$$

$$\overbrace{1,1,\ \dot{1}}^{6}\quad\overbrace{2}^{1}$$

Nel primo caso possiamo ritenere che sia l'individuo che dispone di due voti a votare per primo. Lo seguiranno, in uno dei sei modi indicati, i tre individui che detengono un solo voto per ciascuno. Se li definiamo A, B, C, l'ordine di voto potrebbe essere ABC, ACB, BAC, BCA, CAB, e CBA. Nel secondo caso uno qualsiasi dei tre individui che dispongono di un solo voto sarà il primo a votare; verrà poi l'individuo che detiene due voti, seguito dagli altri.

Il voto determinante è contrassegnato da un punto. Esso è presente non appena i voti sono almeno tre. Nel primo raggruppamento è determinante un individuo che dispone di un solo voto, nel secondo e nel terzo lo è invece l'individuo che dispone di due voti, e nel quarto, ancora quello che detiene un voto soltanto. L'individuo che ha due voti è determinante in 12 casi su 24, e quindi gli viene assegnato un valore di 12/24, pari a 1/2. Ciascuno degli individui con un solo voto è determinante in 4 casi su 24, e pertanto riceve un valore pari ad 1/6.

Ogni gioco ha un valore, indipendentemente dal fatto che abbia un nucleo. Ciò significa che anche quando non esiste il nucleo, e le richieste delle diverse coalizioni sono perciò reciprocamente incompatibili, il valore può fornire uno schema potenziale di arbitrato per la spartizione del prodotto complessivo della cooperazione alla luce della minaccia potenziale del comportamento non cooperativo da parte di ciascun gruppo.

I giochi nei quali la funzione caratteristica è data unicamente dai valori 0 e 1 sono detti giochi semplici [19]. Molte votazioni possono essere configurate in questo modo. Una coalizione che controlla un numero di voti sufficiente per vincere, o addirittura in eccesso rispetto a questo scopo, è detta *coalizione vincente*. Una coalizione vincente formata da un gruppo di individui tale che una sola defezione la farebbe perdere, è detta *coalizione vincente minima*. Riker ritiene [20] che nel processo politico di acquisizione del potere, i gruppi si sforzino di formare delle coalizioni vincenti di questo tipo perché, per quanto desiderino avere dimensioni sufficienti per vincere, quanto piú ristretti sono, tanto meno devono suddividere i propri guadagni sotto forma di ricompensa e di pagamenti indiretti ai propri fedeli.

[19] L. S. Shapley, *Simple Games: An Outline of the Descriptive Theory*, in « Behavioral Science », VII (1962), pp. 59-66.

Le indagini condotte da Leiserson [21] non forniscono molte prove del fatto che il valore sia un buon indice del modo in cui saranno assegnate le ricompense. Ciononostante, il valore e gli analoghi schemi di equa spartizione sono molto utili nell'analisi di alcuni aspetti della struttura del potere politico e delle ricompense.

Soluzioni incentrate nel processo semi-cooperativo di contrattazione dinamica. Le soluzioni cooperative e non cooperative che abbiamo viste finora sono insufficienti per chi voglia studiare alcuni fra i piú importanti problemi della scienza politica. Esse non potrebbero adeguatamente orientarci nella intricata rete fatta di istinto, semi-cooperazione, « bluff », fiducia, falsa percezione, informazione carente, e valori non chiaramente percepiti, tutti elementi che confluiscono nell'anatomia di un processo di transazione, o di negoziato. I modelli di apprendimento come quelli rilevati da Rapoport [22], i modelli comportamentistici come quelli delineati da March e Simon [23] e da Ikle [24] sembrano essere altrettanto, e forse ancor piú, rilevanti della teoria dei giochi in senso stretto. I modelli che finiranno per prevalere rappresenteranno indubbiamente una fusione tra questi numerosi approcci diversi e pur complementari. Le parti del sistema in cui è necessaria la formazione consapevole di decisioni strategiche, in condizioni di preferenze note relativamente fisse e di informazioni sull'esito risultante dalla scelta delle varie alternative, sono analizzabili in termini di teoria dei giochi. Ma oltre a questo, dobbiamo porci diversi quesiti fondamentali prima di arrischiarci ad affrontare, con una metodologia sicura e sofisticata, ma solo marginalmente rilevante, un problema che non è quello giusto.

1. - Gli obiettivi dell'unità decisionale sono ben definiti?
2. - Rimangono costanti nel tempo, o cambiano secondo qualche

[20] W. H. Riker, *The Theory of Political Coalitions*, New Haven, Yale University Press, 1962.

[21] M. A. Leiserson, *Coalitions in Politics: A Theoretical and Empirical Study*, New Haven, Yale University Press, tesi di dottorato inedita, 1966.

[22] A. Rapoport e A. M. Ghammah, *Prisoner's Dilemma*, Ann Arbor, University of Michigan Press, 1965.

[23] J. G. March, H. A. Simon, *Organizations*, New York, Wiley, 1958.

[24] F. Ikle, *How Nations Negotiate*, New York, Harper, 1964.

nota legge, come quella del rafforzamento e del mutamento nei livelli di aspirazione?

3. - I giocatori conoscono a fondo le « regole del gioco », oppure la loro informazione presenta ampie lacune, che possono essere colmate soltanto con qualche procedura analitica?

4. - Esistono notevoli difficoltà dovute a distorsioni nella percezione dei valori dei risultati delle mosse? E in caso affermativo, quali sono i meccanismi o le istituzioni che presiedono alla correzione degli errori ed agli aggiustamenti?

5. - La « codifica » e l'interpretazione delle mosse presentano qualche difficoltà, ovvero, si può « dire ciò che si intende, e intendere ciò che si dice? ». La teoria formale dei giochi è in grado di fornire un certo contributo allo studio di questo aspetto, ma esso ricade soprattutto nel problema generale della codifica, che affronteremo piú avanti.

Se, come spesso avviene, gli obiettivi non sono ben definiti, ma si evolvono e si risolvono via via; se i giocatori non sono pienamente informati, e se i problemi delle distorsioni percettive e della codifica hanno molto peso, allora è probabilmente piú utile ricorrere a dei metodi diversi dalla teoria dei giochi.

Alcuni procedimenti di equa spartizione ai quali abbiamo precedentemente accennato sono giustificati da processi dinamici che li sottendono. Sono degni di nota quelli di Harsanyi [25] e di Zeuthen [26], ma essi richiedono l'esistenza di obiettivi noti, già fissati, e di una completa informazione dei giocatori, non distorta da errori di percezione.

Resta da osservare il fatto che la cosiddetta soluzione « non cooperativa » or ora descritta, non si conserva necessariamente tale quando viene applicata a situazioni di durata indeterminata, come quelle che caratterizzano soprattutto i negoziati e gli affari internazionali. Gli equilibri che ne derivano sono definibili piuttosto in termini di « semi-cooperazione », come vedremo piú oltre parlando delle varianti del gioco conosciuto col nome di Dilemma del Prigioniero.

Codifica, Minacce, Segnalazioni

Codifica e minacce. In armonia con le regole che generalmente presiedono alla formazione di un nuovo complesso di conoscenze, durante l'elaborazione della teoria dei giochi si sono isolate le difficoltà e si è proceduto ad alcune semplificazioni. Una semplificazione naturale, ma assai importante, è stata quella compiuta nel linguaggio. In tutte le analisi formali della teoria dei giochi viene espressamente evitata la possibilità che certe parole o proposizioni siano utilizzate come mosse di un gioco. Queste ultime sono concepite, piuttosto, come atti fisici: ad esempio, lo spostamento di una pedina in una partita a scacchi, il gioco di una carta nel poker, il bombardamento di un aeroporto nemico o la produzione di una merce per il mercato. Nel primo lavoro di von Neumann e Morgenstern [27], viene esplicitamente affermato che le contrattazioni, i patteggiamenti, le discussioni tra i giocatori — cioè i momenti che costituiscono la dinamica della formazione di un accordo — sono esclusi dall'analisi. Per molti aspetti della vita economica, per la guerra, gli sports competitivi, i giochi da tavolino e i duelli, una semplificazione del genere è sufficiente. Nei giochi esclusivamente competitivi tra due persone non vi è alcun bisogno di negoziare; in molte situazioni economiche, anche se le discussioni e gli accordi possono avere una certa importanza, le mosse sono per lo piú costituite da azioni come la produzione, la determinazione dei prezzi o la pubblicità.

Purtroppo quando si affronta lo studio delle questioni internazionali e, a questo riguardo, anche di altre forme di negoziato, le parole acquistano un ruolo importante e diventano mosse. Spesso hanno grande importanza, proprio in quanto mosse, i pezzi di carta, i trattati, le minacce, i « bluffs », le dichiarazioni sulla stampa. Né la teoria dei giochi né altre teorie sono riuscite a risolvere il *problema di codifica* che consiste nel mettere in relazione parole e fatti. I limiti della teoria dei giochi sono serviti a chiarire il problema, ma finora non è stata offerta alcuna soluzione.

Dal punto di vista formale della teoria dei giochi, un gioco viene descritto attraverso le regole che lo guidano. I singoli individui conoscono le regole e le *osservano.* Anche se queste possono lasciare un margine a certe forme di « bluff », come avviene nel poker, tuttavia i giocatori vi si conformano e non sono toccati dalle lusinghe, dall'oratoria, dalle affermazioni confuse, e cosí via. Un giocatore di poker deve mettere nel piatto quanto dichiara, se vuole che un « bluff » gli riesca. Nel caso che venga « visto », « le carte parlano da sole » e non c'è possibilità di sorridere agli avversari, riprendere il denaro dal piatto, e dire che non si aveva realmente l'intenzione di scommettere.

È possibile definire un gioco nel quale le mosse siano costituite da affermazioni verbali, ma solo a un livello di mero formalismo. Tuttavia la descrizione formale dello svolgimento di un gioco non serve molto, finché non sappiamo come dare alle affermazioni un

[25] J. Harsanyi, *op. cit.*

[26] F. Zeuthen, *Problems of Monopoly and Economic Warfare*, London, Routledge, 1930.

[27] J. von Neumann e O. Morgenstern, *op. cit.*, cap. I.

certo grado di fiducia, come stabilire ciò che le dichiarazioni significano in termini reali, in quali casi le promesse saranno osservate, come giudicare la attendibilità di un impegno o la credibilità di una minaccia.

Non esiste, allo stato attuale della teoria dei giochi, un equivalente della minaccia, poiché questo termine viene normalmente usato per descrivere un tipo di espressione ostile, che spesso ha luogo durante i negoziati. Nel senso proprio della teoria dei giochi, una minaccia è semplicemente parte di una strategia; è un impegno *assolutamente attuabile* che esprime in modo inequivocabile ciò che accadrà se certe condizioni si realizzeranno. Il giocatore non ha via di uscita; come nel giorno del giudizio, la macchina si è messa in moto ed egli non può farci nulla. Consideriamo un gioco semplice nel quale il primo giocatore abbia una strategia che dice « o accetti le mie condizioni o facciamo la guerra ». Il secondo giocatore può scegliere tra accettare o non accettare. Sembra che la situazione possa essere descritta con una matrice 1 x 2, nel modo seguente: Accettare o entrare in lotta

SÌ	NO
10, − 5	− 15, − 15

Secondo questa formulazione, la minaccia è completamente creduta e attuabile. Ma è giustificato ritenerla tale? Supponendo che il secondo giocatore opponga un rifiuto, il primo potrebbe avere ancora il tempo di tentare qualche altra via diversa dal conflitto.

Durante i negoziati, non soltanto le parole sono difficili da interpretare ma spesso anche gli atti assumono un significato simbolico e diventano parte del discorso. Può darsi, ad esempio, che si debbano prendere in considerazione i « bombardamenti simbolici » o le rappresaglie, quando si tratta piú della continuazione di un discorso, che di un atto vero e proprio. Una rappresaglia può essere attuata non tanto per incendiare un villaggio nemico, quanto per dimostrare che si fa sul serio. Ci vuole un calcolo della credibilità, ma né la teoria dei giochi, né alcun'altra teoria sono state ancora capaci di procurarlo.

Il concetto di minaccia non è sufficientemente compreso, e tuttavia è fondamentale per un'adeguata applicazione della teoria dei giochi tra n persone a somma non costante, pressoché in tutti i settori della scienza politica.

La funzione caratteristica del gioco, e comunque ogni altra rappresentazione del valore delle coalizioni, dipende dalla determinazione di ciò che un gruppo può ottenere se rifiuta di cooperare con gli altri. E questo ammontare dipende dal danno che i gruppi possono procurarsi l'un altro se non realizzano la cooperazione. Il danno assume spesso proporzioni amplissime, *purché* siamo disposti ad assumere un comportamento patologico, paranoide, da parte dei giocatori. Ma non vi è necessariamente motivo di presupporre che un giocatore sia veramente destinato a subire forti perdite per infliggere delle perdite di minor conto ai suoi avversari.

Il termine « minaccia » è usato in vario modo e in molte discipline diverse, ma ogni sua eccezione appare rilevante ai fini della comprensione del processo politico. Nella pratica psichiatrica si può parlare di un paziente che « si sente minacciato », nel campo giuridico, la minaccia di violenza fisica da parte di un individuo nei confronti di un altro può giustificare un'azione legale. Nel corteggiamento e nel comportamento conflittuale degli animali si riscontra una complessa gamma di gesti che indicano la minaccia e in alcuni casi la sottomissione. Le folle minacciano di sollevarsi, l'economia minaccia la recessione. I cinesi, sentendosi minacciati a causa di un profondo complesso di inferiorità nel campo internazionale, minacciano di invadere Formosa. Il lupo minaccia il gregge e il pastore grida « al lupo »; nella teoria dei giochi, la minaccia è un semplice elemento di una strategia. Generalmente essa è caratterizzata dal fatto di annunciare la messa in atto di azioni non cooperative nel caso che non venga accettato qualche suggerimento relativo alla spartizione dei proventi ottenibili mediante la cooperazione. Ma ciò non è necessariamente vero. La frase: « È una minaccia o una promessa? » sta ad indicare il fatto che il significato operativo del termine è tutt'altro che chiaro.

Bluffs e segnalazioni. Pur non offrendo gli strumenti per valutare la credibilità delle espressioni verbali, l'analisi formale in chiave di teoria dei giochi riesce bene a penetrare i problemi del « bluff » e delle segnalazioni. Anche se fosse sempre possibile codificare le espressioni verbali in modo talmente accurato da poterle considerare vere e proprie mosse, resterebbe sempre la possibilità di « bluffare » e di segnalare. Il poker e il bridge sono due esempi di giochi che si possono interamente descrivere in termini numerici, benché nel primo il « bluff » assuma grande importanza, e nel secondo i giocatori impieghino un sistema formalizzato di dichiarazioni per effettuare le segnalazioni.

Supponiamo che due paesi vogliano firmare un trattato per il disarmo, ma che non vi sia un paese terzo incaricato di farlo applicare. Ciascuno di essi mantiene la propria sovranità e le attività di vigilanza non bastano certamente a garantire che le promesse siano rispettate. Se con una prima approssimazione possiamo parlare di un gioco formale, che cosa si dovrà aggiungere riguardo al modo di giocare ed al ruolo eventuale del « bluff »?

In un recente lavoro, ancora inedito, Harsanyi, Aumann e Maschler sono riusciti a dare qualche spiegazione. Il loro approccio può essere illustrato mediante un modello semplice. Consideriamo due giocatori A e B, e supponiamo che A conosca la preferenza di B, mentre B non è sicuro della preferenza di A. La situazione può essere schematizzata immaginando, dal punto di vista di B, un certo numero di persone, ciascuna delle quali può essere A. Per semplicità si suppone che per B, A possa essere A_1 oppure A_2.

Immaginiamo che inizialmente B abbia alcune idee circa l'identità di A, e che queste idee siano esprimibili mediante una distribuzione delle probabilità nota sia ad A che a B. Le preferenze di B in ordine all'esito del gioco sono espresse, a titolo esemplificativo, nella seguente matrice delle vincite:

	1	2
1	– 2	2
2	2	– 2

B crede per (1/2, 1/2) che A sia A_1 o A_2. Le matrici delle vincite sono rispettivamente:

A_1

	1	2
1	2	– 2
2	– 2	2

A_2

	1	2
1	10	0
2	0	– 1

Se entrambi i giocatori sapessero che il gioco è A_1 B, avremmo un gioco imparziale a somma nulla, con la previsione di un valore zero per ciascun partecipante. Se entrambi sapessero che il gioco è A_2 B, avremmo un gioco a somma non costante nel quale sarebbe facile dimostrare che la coppia di strategie in equilibrio non cooperativo è (1,2). Si rileva immediatamente, all'analisi, che A_2 preferisce la prima strategia alla seconda. Naturalmente B reagirà con la sua seconda strategia, pur *non* sapendo se ha di fronte A_1 oppure A_2, mentre A conosce la propria identità. Supponiamo che si tratti di A_2; è suo interesse giocare in modo che B non possa facilmente seguirlo nel suo comportamento (nel corso del gioco, B scopre soltanto ciò che fa A). Se B non è sicuro dell'identità di A, adotta di tanto in tanto la sua prima strategia, e quindi A ha la possibilità di ottenere 10. Nel caso che il gioco venga ripetuto molte volte, B può gradualmente cercare di migliorare la propria valutazione dell'identità di A usando le informazioni che possiede riguardo alle precedenti mosse di A. A deve escogitare, a sua volta, un modo per mescolare le considerazioni relative all'ottimizzazione a breve termine del gioco ad una sola fase, in contrapposizione ai vantaggi ottenibili a lungo termine con l'eventuale mascheramento della propria identità. Un processo di questo tipo è senz'altro al centro delle azioni intraprese in vista del disarmo. Se una delle due parti distrugge un certo numero di missili intercontinentali alla presenza di testimoni dell'altra parte, quest'ultima si trova ancora di fronte alla difficoltà di scoprire le vere intenzioni, mentre l'altra deve ancora stabilire se ha la volontà e la possibilità di manifestare le proprie intenzioni mediante questo atto.

Paradigmi

Qualche esempio di matrice 2 x 2 può essere utile, se usato con cautela, soprattutto per contribuire alla individuazione e al chiarimento delle difficoltà. Tre esempi sono riportati qui di seguito.

Il Dilemma del Prigioniero. L'esempio piú noto e piú tipico del gioco a somma non costante è forse costituito dal cosiddetto Dilemma del Prigioniero. Il nome è dovuto alla vicenda che spesso viene utilizzata per motivare la selezione delle vincite. Due prigionieri si trovano sotto custodia della polizia, e subiscono un contro-interrogatorio separato. Entrambi sanno che se non parlano, nella peggiore delle ipotesi saranno accusati di un reato relativamente lieve, il vagabondaggio. Se l'uno fornisce delle prove con qualche dichiarazione verbale, e l'altro non dice nulla, il primo ottiene la libertà, mentre il secondo subisce una dura condanna. Tutti e due possono aspettarsi un giudizio relativamente severo se parlano entrambi. Il risultato può essere descritto nella forma piú generale, nel modo seguente:

	1	2
1	a, a	b, c
2	c, b	d, d

dove $2a>b+c$, $c>a>d>b$. Un caso specifico può essere questo:

	1	2
1	10,10	–5,15
2	15,– 5	0,0

La soluzione ottimale per entrambi i prigionieri consiste ovviamente nell'uso della prima strategia, e nella vincita pari a 10. Ma il punto di equilibrio non cooperativo fa sí che entrambi adottino la seconda strategia e ottengano 0. In difesa di questo risultato paradossalmente non ottimale si può indicare la semplice applicazione di un principio di razionalità individuale. Consideriamo il primo giocatore, e supponiamo che egli sappia che l'avversario adotterà la prima strategia. Allora può ottenere 10 o 15 a seconda che scelga la prima o la seconda strategia. Se invece sa che l'avversario adotterà la seconda strategia, può ottenere −5 o 0 scegliendo la prima o la seconda delle sue strategie. In ogni caso la seconda strategia sembra essere la migliore, ma se viene scelta da entrambi i giocatori, il risultato è un disastro per tutti e due.

Esistono inoltre situazioni che presentano condizioni piú o meno analoghe a quelle del Dilemma del Prigioniero: il taglio dei prezzi nella competizione economica è un esempio rilevante. L'insegnamento principale che si riceve da questo gioco è che la scelta razionale dell'individuo può portare al disastro per entrambi i partecipanti quando i loro destini sono strettamente legati.

Consideriamo ora una variante dello stesso gioco:

	1	2
1	10,10	0,9
2	9,0	0,0

In questo caso la scelta razionale delle persone massimizza il risultato per entrambe. Ciascun giocatore sceglie quella che per lui è la prima strategia. Un gioco del genere possiede un tratto molto positivo: l'optimum comune è anche un punto dotato di autocontrollo. In altri termini, non solo è desiderabile per la società in genere, ma data la sua esistenza, nessuno ha motivo di spostarsi da questo equilibrio. La programmazione di sistemi dotati di autocontrollo è un problema fondamentale per la conclusione dei trattati, per il disarmo, e per la stabilità sociale in genere.

Per tornare all'esempio del Dilemma del Prigioniero, esso ha fornito l'occasione per numerosi esperimenti che prevedevano condizioni diverse. Nei giochi non iterativi, soprattutto quando la posta è elevata, è senz'altro possibile dimostrare che i giocatori adottano in realtà la loro seconda strategia, ricavandone delle vincite di scarso valore. Rapoport, insieme ad altri [28], ha esaminato i risultati di giochi iterativi. È proprio quando si osservano questi risultati, accanto all'analisi matematica e alla costruzione dei modelli, che la teoria dei giochi e il « gaming » fanno sorgere nuovi quesiti e nuove idee.

[28] A. Rapoport e A. M. Ghammah, *op. cit.*

Se non facciamo ricorso all'immaginazione limitandoci ad applicare l'analisi matematica ai giochi iterativi — nell'ipotesi che i giocatori debbano ripetere lo stesso gioco per un certo numero k di volte (in alcuni esperimenti K è addirittura pari a 300) — otteniamo un risultato paradossale. L'equilibrio non cooperativo porta ogni volta i giocatori a farsi vicendevolmente il doppio gioco e ad usare come norma strategica generale quella di « scegliere sempre la seconda mossa in ogni sezione del gioco, cioè in ogni fase ». Ciò risulta immediatamente da un esame retrospettivo. Supponiamo che i giocatori abbiano giocato k − 1 volte, e che siano giunti all'ultima. L'analisi del gioco ad una sola fase indica che l'inganno è razionale dal punto di vista del singolo individuo. Ciascuno si attende che l'altro scelga la strategia 2. Entrambi i partecipanti, avendo calcolato che alla kesima ripetizione del gioco sarà adottata la strategia 2, effettueranno la stessa scelta anche la (k − 1) esima volta. E ciò può essere dedotto dal fatto che, essendo il loro comportamento nell'ultima fase già fissato, essi attribuiscono alla parte strategicamente importante del gioco soltanto k − 1 azioni, in cui la (k − 1) esima è in realtà l'ultima. Lo stesso ragionamento può essere ripetuto via via fino alla prima giocata.

È proprio vero che i giocatori cooperano cosí poco tra loro? Dipende; a volte sí, a volte no. Nella realtà esistono svariati gradi di cooperazione e non cooperazione tra i giocatori. Ciò significa forse che sono stupidi, oppure che la teoria non vale molto, e questo fatto si riflette nella mancanza di logica dei risultati matematici?

In effetti, una difficoltà matematica che si incontra nell'analisi del gioco a piú fasi è tale da sollevare dei problemi che impongono un riesame del modello fondamentale. Supponendo che il gioco debba avere una durata indefinita, quale sarebbe il comportamento dei giocatori previsto dalla teoria? Il modello matematico non è ancora interamente definito, perché se è possibile concepire un gioco di durata indefinita, quando i premi fossero ogni volta gli stessi la somma delle vincite potrebbe crescere in modo arbitrario; e questo è irrazionale dal punto di vista comportamentistico, oltre che impossibile da affrontare in termini matematici. La difficoltà può essere evitata semplicemente in due modi, che sono validi singolarmente oppure insieme. Possiamo supporre una probabilità p che il gioco prosegua dopo una certa azione k. In tal caso, la vincita piú grande che si possa prevedere nel gioco è:

$$\pi = 15 \{1 + p + p^2 + p^3 + \dots p^t\} = 15 \left\{\frac{1}{1 - p}\right\}$$

se $p = 0{,}99$, $\pi = 1.500$; se $p = 0{,}5$, $\pi = 30$. Finché $0 \leq p < 1$ le quantità restano limitate. Si può anche supporre che il singolo applichi un fattore riduttivo alle « utopie ». Il suo interesse è rivolto maggiormente alle vincite attuali che a quelle future. Supponiamo una riduzione ρ, con $0 \leq \rho < 1$. Il maggior valore attribuibile alla migliore successione di vincite che si possa avere è:

$$\pi = 15 \{1 + \rho + \rho 2 + \dots \rho^t + \dots\} = 15 \left\{\frac{1}{1 - \rho}\right\}$$

Se entrambi gli effetti operano simultaneamente, il valore della vincita piú ingente è $\pi = 15 \{1/(1 - p\rho)\}$

Quando si consideri un gioco con probabilità di durata indefinita o con un fattore riduttivo, non vale piú il comportamento paradossale evocato dall'analisi nella soluzione non cooperativa del gioco ripetuto k volte. Non essendovi mai assoluta certezza che una fase sia l'ultima, non è possibile usare l'argomentazione induttiva a ritroso. Può darsi che questa raffigurazione rifletta meglio la realtà, rispetto al modello di durata definita. Anche se tutti dovremo morire, c'è sempre qualche possibilità, per quanto piccola, che viviamo per qualche secondo in piú.

L'osservazione della coppia di strategia che corrisponde costantemente alla scelta 2 per entrambi i giocatori, rivela che questo è pur sempre un punto di equilibrio. Un giocatore, quando sa che l'altro ha l'intenzione di scegliere 2, fa altrettanto, e viceversa. Ma esistono anche altre soluzioni non cooperative. Supponiamo che $p = 0{,}99$ e che la matrice corrisponda a quella del Dilemma del Prigioniero. Si consideri la seguente strategia: « Comincio con 1 e continuo a giocare 1 finché le mie informazioni indicano che il mio avversario ha giocato 1. Se ad un certo momento t egli gioca 2, nell'istante $t + 1$ io giocherò 2 e continuerò a farlo per il resto del gioco ».

L'altro giocatore, se è al corrente di questa strategia e vi crede, potrà dedurre che gli stanno di fronte due sole alternative: o giocare 1 per tutto il tempo, o usare subito l'inganno. Se è convinto che, dal momento in cui sarà noto che egli ha adottato l'alternativa 2, l'altro giocatore passerà una volta per tutte alla scelta 2, può anche fare il doppio gioco quanto prima è possibile, per trarne il maggior vantaggio. Le due serie di azioni che egli può compiere sono:

1. Non fare mai il doppio gioco, giocare 1 soltanto

$$\pi = 10 \left(\frac{1}{1 - 0{,}99}\right) = 1.000.$$

2. Fare il doppio gioco immediatamente e continuare con

$$2\pi = 15 + 0 \left(\frac{0{,}99}{1 - 0{,}99}\right) \cong 15.$$

Evidentemente il doppio gioco non è vantaggioso, e l'optimum comune è stato realizzato come soluzione non cooperativa mediante la minaccia contenuta nella strategia che prevede la ritorsione in caso di allontanamento dal gioco 1.

A questo punto si possono rivedere alcuni concetti fondamentali. Abbiamo un sistema non cooperativo dotato di autocontrollo per la realizzazione dell'optimum comune. Sarebbe piú corretto definire « semicooperativa » una soluzione di questo tipo.

La minaccia è stata formalizzata come parte di una strategia; l'avversario viene avvertito delle disastrose conseguenze alle quali va incontro non osservando i piani del giocatore che vuole *realizzare* l'esito ottimale per entrambi. Da un punto di vista strettamente aderente alla teoria dei giochi, qualunque strategia adottata da un giocatore è soggetta ad applicazione in virtú delle regole che presiedono il gioco e dovrebbe essere considerato un impegno definitivo. Ma in una situazione che comporta dei negoziati tra singoli individui o tra paesi diversi, non esiste una giuria quale potrebbe essere quella che dirige un torneo di scacchi. Le regole della contrattazione sono molto incerte e vi è una certa libertà nella loro applicazione. In particolare, lasciando da parte il problema della codifica e delle incertezze di linguaggio, se nell'esempio sopra riportato i due giocatori fossero stati nazionali, e uno di loro avesse inviato all'altro un messaggio per comunicargli la sua strategia, per quale motivo quest'altro avrebbe dovuto credergli? Non c'è un ente esterno che faccia applicare il contratto: abbiamo una semplice dichiarazione che riguarda la possibilità di atti futuri. In un gioco formale il problema della fiducia non sorge in conseguenza della adesione alle regole. Ma qui si pone.

Il compito di elaborare una adeguata teoria delle minacce deve essere affrontato facendo ricorso alla teoria dei giochi, alla teoria dell'apprendimento, all'osservazione, alla sperimentazione e alle scienze del comportamento di ogni tipo. Nessun approccio esclusivo è riuscito finora a darci una teoria soddisfacente.

Ritengo che un approccio in cui siano combinate la teoria dei giochi e la teoria dell'apprendimento possa farci compiere notevoli progressi. Forse è utile considerare una tassonomia delle minacce, classificandole a seconda che siano « deboli » o « forti », tendenti all'omicidio e al suicidio, a seconda che la loro attuazione sia piú o meno costosa per l'individuo rispetto alla non attuazione, oppure, a seconda che la messa in atto distrugga l'avversario o l'autore della minaccia [29]. Almeno tra le istituzioni e gli individui relativamente razionali dovremmo essere in grado di graduare la plausibilità delle

[29] M. Shubik, *Strategy and Market Structure*, cit., capp. X, XI.

minacce in base ai costi ed agli effetti previsti a lungo e a breve termine.

Nonostante l'ottimismo delle mie precedenti osservazioni, un nutrito gruppo di problemi resterebbe senza risposta anche dopo che fosse stato compiuto il lavoro indicato. Quali sono gli effetti del comportamento istintuale; quali le azioni delle grandi burocrazie, dei pazzi e dei deficienti? In complesso, non lo sappiamo. Hitler era pazzo o « infido come una volpe »? Che posto occupa la stesura della *Capanna dello zio Tom* in un modello strategico? Un cecchino isolato può sparare all'impazzata con la carabina ed è difficilmente controllabile. Un folle è capace, da solo, di influenzare la politica nazionale riuscendo, ad esempio, a controllare un piccolo congegno atomico oppure gli strumenti della guerra batteriologica?

Giochi di coordinamento e punti salienti. Da qualche anno viene dedicata una certa attenzione ai giochi di coordinamento [30] e a caratteristiche quali i punti salienti [31] e le « soluzioni naturali ». Questi giochi mettono in luce l'importanza delle indicazioni e delle convenzioni che servono a semplificare i problemi strategici ed a fornire degli schemi naturali di codifica che diminuiscono l'incertezza nell'interpretazione di parole o di fatti. Ad esempio, i fiumi, le montagne e le coste sono « confini naturali », mentre le linee che dividono una pianura senza l'aggiunta di tratti caratteristici, non lo sono.

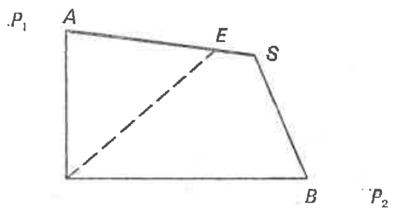

FIG. 15

Si consideri un gioco nel quale venga comunicato individualmente a ciascun giocatore che se è capace di scegliere un numero x ed y, tale che (x, y) sia un punto sulle curve $AESB$, otterrà un premio $P_1(x, y)$ e $P_2(x, y)$; altrimenti non avrà niente. La situazione è illustrata nella figura. Supponiamo che i punti A, E, S e B non siano contrassegnati per non attrarre eccessivamente l'attenzione. Che cosa si prevede che avvenga? S, senza un'indicazione che l'accompagni, è un punto saliente anche se è favorevole al giocatore 2. Il punto E, di « equa suddivisione », rappresenta una possibilità ancora piú probabile se il diagramma dovesse contenere delle lettere che richiamano su di esso l'attenzione.

[30] T. C. Schelling, *The Strategy of Conflict*, Cambridge, Harvard University Press, 1960.

[31] J. J. Stone, *An Experiment in Bargaining Games*, in « Econometrica », XXVI (1958), pp. 286-296.

Il gioco del « fifone » può essere visto come un caso particolarmente brutale nel quale domina la legge della strada. Supponiamo che due macchine si stiano avvicinando su un'autostrada a due corsie.

	Tenere la destra	Tenere la sinistra
Tenere la destra	5,5	– 50, – 50
Tenere la sinistra	– 50, – 50	5,5

Dovrà operare una *convenzione* che impone di guidare a destra o a sinistra. Altrimenti avremo il caos. La convenzione e l'istituzionalizzazione sono metodi per risolvere i giochi che richiedono un coordinamento. Si può dire che un gioco di coordinamento (se vogliamo considerarlo come categoria a sé) ha questa proprietà: che tutte le parti in esso coinvolte riconoscono il valore di una soluzione ottimale comune. Inoltre, per quanto la soluzione prescelta possa essere relativamente asimmetrica, altre considerazioni rendono conveniente per tutti la sua accettazione. Gli individui imparano dalla società a considerarla come soluzione, finché essa non diventa qualcosa di istintivo, che non rientra nella sfera del normale calcolo razionale e consapevole. Non abbiamo bisogno di fare calcoli né di sprofondarci in riflessioni ogni volta che guidiamo l'auto sulla destra della carreggiata.

Se ad un certo punto alcuni membri della società ritengono che la semplicità e la facilità con cui la convenzione è osservata non compensino l'ingiustizia, la « parzialità », i « danni » della soluzione, si tratterà di affrontare consapevolmente un problema che è di pertinenza della teoria dei giochi.

I confini nazionali mutano nel corso della storia, eppure gli uomini si preoccupano sempre di difendere i loro « diritti naturali al territorio ». Molti animali peraltro pacifici entrano in lotta se vengono violati i territori che essi rivendicano. È l'istinto, l'apprendimento, oppure l'una e l'altra cosa, che definisce il concetto di « appartenenza » del territorio?

La folla che assale, la psicologia sociale e la tecnologia. La teoria dei giochi si occupa delle azioni compiute a sangue freddo. I linciaggi, l'isteria delle folle, le rivolte, molti atti che si svolgono sul campo di battaglia, le vendette, i gesti di eroismo e di viltà possono essere difficilmente considerati come azioni a sangue freddo. Quali sono i fattori che spingono la folla alla violenza? Quand'è che il morale decade? Quand'è che un'atmosfera di sospetto determina la cessazione dei negoziati? Non è facile rispondere a questi interrogativi, tutti rilevanti, per mezzo di un'analisi basata sulla teoria dei giochi. Ma prima di rinunciare ad ogni tentativo di indagine, lasciando il compito agli psicologi sociali ed agli storici, ci sono alcune osservazioni da fare.

Immaginiamo che una folla infuriata abbia immobilizzato una persona sospetta. Se questa viene colta in un luogo aperto, ed è disarmata, è probabile che sia impiccata immediatamente; anche se ha una rivoltella, è probabile che venga assalita e impiccata, magari dopo che ha ucciso una o due persone. Supponiamo, invece, che l'individuo inseguito si trovi dalla parte opposta di un golfo attraversato da un ponte malfermo, largo quanto basta a lasciar passare una persona alla volta. In questa situazione, è probabile che egli sia in grado di tenere testa agli inseguitori per un tempo sufficientemente lungo da ragionare con loro, e da aspettare che si siano calmati, o che arrivino altri. Il risultato sarà funzione della larghezza e della stabilità del ponte, delle armi di cui dispone la vittima e del sistema di comunicazione.

Sistemi piú rapidi di comunicazione possono far *crescere*, anziché diminuire la instabilità della situazione politica. Migliori comunicazoni permettono una accelerazione nella trasmissione degli errori, oltre che una maggiore comprensione. Fanno sí che le azioni vengano compiute a sangue caldo, mentre sarebbe potuto trascorrere un tempo sufficiente a far adottare un approccio piú equilibrato.

Costruzione dei modelli, simulazione e « gaming »

La simulazione e il *gaming* sono strettamente legati agli sviluppi della teoria dei giochi, e in parte ne sono stati determinati. Anche se molti usano i due termini in modo piú o meno intercambiabile, sarà bene distinguerli almeno ai fini della nostra discussione [32] [33].

La *simulazione* di un sistema, di un'organizzazione o di un organismo consiste nel manovrare un simulatore o un modello del sistema. Il comportamento delle parti rilevanti del sistema reale viene dedotto studiando il comportamento del modello.

Il *gaming* è un metodo sperimentale, operativo, di insegnamento e di addestramento (nel quale può essere utilizzato o meno un ambiente simulato), che implica l'adempimento di ruoli, propri o simulati, da parte di individui concreti.

[32] M. Shubik, *Simulation of Socio-Economic Systems, Part I*, Gowles Foundation, Discussion Paper n. 203, Yale University, marzo 1966.

[33] R. A. Brody, *Political Games for Model Construction in International Relations*, Department of Political Science, Northwestern University, giugno 1961.

La simulazione non richiede la partecipazione di nessuno: può essere un puro modello matematico o da elaboratore. Esso viene usato quando gli altri metodi esistenti per lo studio del comportamento di un sistema o di un organismo sono troppo costosi, oppure di difficile o impossibile utilizzazione.

Il *gaming* riguarda sempre il comportamento umano. Non sono necessari dei complessi modelli formali o dei programmi da elaboratore per simulare lo sfondo o la « vicenda » da considerare.

Come ho già rilevato, la teoria dei giochi ha contribuito a fornire un linguaggio migliore con cui rendere i processi decisionali. Essa ha contribuito a suscitare e a formulare molti piú quesiti di quanti abbiano avuto risposta. La simulazione e il *gaming* sono stati impiegati per cercare di dare una prima risposta ad alcuni di questi quesiti. Probabilmente l'aumento della capacità individuale nella costruzione di modelli formali di giochi e simulazioni basterebbe ampiamente a giustificare il tempo e gli sforzi impiegati.

Anche se il presente capitolo non affronta direttamente il *gaming* e la *simulazione*, è importante che lo studioso di scienza politica si renda almeno conto del fatto che si tratta di argomenti diversi dalla teoria dei giochi, ma ad essa strettamente legati.

Conclusione

È raro, se non impossibile, che una nuova metodologia diventi uno strumento magicamente capace di risolvere gran parte dei problemi che esistono in qualsiasi scienza. La teoria dei giochi ha avuto una certa utilità, e può averne ancora ai fini della scienza politica. Ma non è facile farne buon uso, se non si osservano notevoli cautele. Gli errori di applicazione e di interpretazione sono stati molti. Si tratta di un argomento tecnico ampio e difficile che si è andato sviluppando in numerose branche. È necessario un buon livello di preparazione sia nella scienza politica che in matematica per poter realizzare una applicazione della teoria che vada al di là del livello discorsivo o della dimostrazione di semplici paradigmi.

Anche sulla base di un'adeguata conoscenza della scienza politica e della teoria formale dei giochi, non è detto che le applicazioni siano tutte di portata spettacolare. Al livello della filosofia politica i modelli formali di gioco servono a studiare concetti come quelli di potere, libertà ed equità. Nello studio dei processi burocratici possono essere utilizzati per l'esame delle comunicazioni, delle informazioni, dell'accentramento o decentramento nella formazione delle decisioni. Nello studio delle contrattazioni e dei negoziati aiutano a sondare il significato di concetti come quello di minaccia. Inoltre stimolano la formulazione di questi relativi al significato della stabilità sociale e politica.

Forse uno dei maggiori successi raggiunti dalla teoria formale dei giochi sta proprio in qualcuna delle sue deficienze. Essa ci aiuta, infatti, a rispondere alla domanda seguente: « Fino a che punto di formalizzazione possono arrivare i modelli razionali dell'uomo politico? ». Contribuendo a fissare i limiti ed a spiegare il perché della loro esistenza, la teoria dei giochi chiarisce anche il modo in cui essa è collegata naturalmente agli altri metodi utilizzati nelle scienze del comportamento.