

## ALESSANDRO INNOCENTI, Critica della teoria dei giochi 'economica'

DAVID M. KREPS, *Game Theory and Economic Modelling*, Oxford, Clarendon Press, 1990.

### I

In quella sorta di patrimonio comune di idee dello storico del pensiero economico, la teoria dei giochi è considerata una disciplina matematica astratta applicata con successo solo in alcuni settori dell'analisi economica.

Due testi autorevoli come *A History of Modern Economic Analysis* di Roger Backhouse e *A History of Economic Reasoning* di Karl Pribram, recensiti di recente su queste pagine, confinano la game theory alla teoria della scelta in condizioni di incertezza e a quella contrattazione in oligopolio<sup>1</sup>; parte della letteratura italiana non si discosta molto da questa linea di valutazione, indugiando spesso su giudizi ancora più negativi<sup>2</sup>. L'assenza di analisi storiche più estese, anche di tono critico, dell'ampia letteratura economica di natura game-teoretica è attribuibile in parte al fatto che essa è di matrice prevalentemente statunitense, nazione in cui la storia del pensiero economico non ha ancora assunto un ruolo accademico importante. Il risultato è che, a distanza di quasi cinquanta anni dall'uscita di *Theory of Games and Economic Behavior* di John von Neumann e Oskar Morgenstern, non è stata ancora tentata un'esauriente ricostruzione storica degli effetti di quel libro sull'analisi economica.

Un altro motivo, di carattere teorico, di questa carenza è che gli storici europei non si sono mai occupati direttamente dei rapporti

tra l'economia e la teoria dei giochi. I loro contributi sono stati di fatto viziati da un errore concettuale: la separazione tra la struttura astratta della teoria dei giochi e le sue applicazioni. Ciò ha provocato la creazione artificiale di una serie di discipline, tra cui la *teoria dei giochi 'economica'*, alla quale è stata assegnata un'identità autonoma rispetto ad altri settori dell'analisi economica. Gli storici del pensiero si sono perciò occupati di quest'ultima, includendo la teoria dei giochi solo in quei settori di ricerca che devono ad essa la propria nascita o che l'hanno adottata come strumento analitico principale.

Per fondare in modo più corretto lo studio degli effetti della teoria dei giochi è necessario un rovesciamento di questa struttura logico-descrittiva. Lo storico del pensiero deve occuparsi non più della *teoria dei giochi 'economica'*, ma dell'*economia-game-teoretica*. L'oggetto della sua ricostruzione deve quindi comprendere tutti gli effetti di carattere teorico ed applicativo che il nuovo apparato analitico ha avuto sull'intera analisi economica.

Fin dalla sua comparsa la teoria dei giochi è stata "a major innovation in applied mathematics, an invention of a mathematical system outstandingly germane to specifically human affairs, involving rational choice"<sup>3</sup>, che, integrando, e in parte superando, gli strumenti matematici dell'analisi economica precedente ha provocato, oltre alla nascita di nuovi settori di ricerca, profonde modificazioni.

Un'analogia storica può rendere più chiaro il significato di questa affermazione. Come

l'analisi differenziale rappresentò lo strumento con cui l'economia matematica di Cournot, Jevons e Walras, sostituendosi all'analisi letteraria di matrice smithiana, riuscì a approfondire la comprensione di molte questioni economiche, così la teoria dei giochi è stata il mezzo che ha permesso una diversa e più completa descrizione del comportamento umano. La teoria economica precedente aveva dovuto assumere restrizioni irrealistiche o astenersi da giudizi predittivi laddove l'analisi abbandonava il caso idealistico definito alla 'Robinson Crusoe', nel quale il singolo individuo, unico fattore attivo del suo status economico, non era forzato a tenere conto, nel fare le sue scelte, né dell'effetto che esse avevano sulle scelte degli altri, né dell'effetto che le scelte degli altri avevano sulle sue. Sostituendosi all'analisi infinitesimale, la teoria dei giochi ha consentito la fondazione di un nuovo apparato analitico in cui le azioni di ogni individuo dipendono, sia direttamente che indirettamente, dal comportamento degli altri individui. Ha inoltre permesso di dimostrare che questo elemento, l'*interazione strategica*, pervade tutti i diversi ambiti di ricerca dell'economia come scienza sociale.

La teoria dei giochi può allora essere definita uno strumento di matematica applicata creato per le scienze sociali in genere, e che avuto nell'economia le sue più importanti applicazioni. La nascita dell'economia-game-theoretica ha prodotto due ordini di conseguenze, di tipo (A) correttivo e (B) innovativo:

A) Mutamento di alcune caratteristiche dell'analisi economica

1) la teoria della produzione viene unificata per tutti i tipi di mercato. L'azienda viene vista come un'organizzazione che gestisce informazione; l'analisi parte quindi dal caso di concorrenza perfetta con informa-

zione completa e poi analizza gli effetti provocati da mutamenti nell'informazione;

- 2) l'analisi di equilibrio economico generale di matrice walrasiana viene invalidata in due modi: evidenziando i limiti della sua struttura matematica che è "the mere counting of equations"<sup>4</sup> e introducendo la possibilità di coalizioni: "The New Economic Man is aware of his neighbour"<sup>5</sup>;
- 3) la metodologia economica viene resa più rigorosa, in linea con lo 'standard of modesty' proposto dai fondatori della game-theory, von Neumann e Morgenstern: essa deve proporsi in primo luogo di ottenere precisione in ambiti limitati, procedendo, solo dopo, ad analisi più ampie<sup>6</sup>;
- 4) si introducono nell'economia gli strumenti della logica moderna, che vengono dilatati fino a comprendere casi più generali, con il conseguente abbandono di teorie rigide e deterministiche<sup>7</sup>;
- 5) si rifonda la teoria del comportamento individuale che deve partire dall'analisi della struttura del mercato;
- 6) la razionalità dell'agente economico viene ridefinita in senso globale, comprendendo in essa sia l'informazione che l'ambiente esterno;
- 7) l'interdisciplinarietà diventa un requisito fondamentale dell'analisi economica<sup>8</sup>.

B) Sviluppo di nuovi ambiti di ricerca dell'analisi economica

- 1) studio degli effetti dell'interazione strategica, che si differenzia dal conflitto perché "always there is exhibited an endless chain of reciprocally conjectural reactions and counter-reactions"<sup>9</sup>;
- 2) costruzione di modelli matematici che descrivono il ruolo dell'informazione nel comportamento economico;
- 3) costruzione di modelli a più variabili (pub-

- blicità, differenziazione del prodotto, ecc.) con schemi meno rigidi e deterministici rispetto a quelli adottati dalla programmazione lineare e dall'analisi dell'attività, centrati sull'uso di sistemi di disequazioni<sup>10</sup>;
- 4) fondazione di un'analisi dinamica pura attraverso i giochi in forma estesa;
- 5) creazione di nuovi strumenti applicativi.

## II

Il libro di Kreps, *Game Theory and Economic Modelling*, è un trattato di economia-game-teoretica. L'autore si propone di dimostrare che la teoria dei giochi ha offerto all'economia un altro contributo: la fondazione matematica di un'analisi di disequilibrio basata sul concetto di razionalità limitata. Kreps, attraverso la discussione di alcuni recenti contributi, evidenzia come questa innovazione sia in una fase costitutiva, che è però già riuscita a formalizzare un problema finora affrontato solo in termini intuitivi.

Per dimostrare questo assunto, Kreps compie un percorso di particolare interesse per lo storico del pensiero economico. La sua esposizione adotta infatti una triplice ripartizione: mostra prima quali sono stati i successi della game theory fino ad oggi, ne ricerca poi i problemi attuali, per arrivare infine a delinearne i possibili sviluppi. Il libro - che rappresenta una vera e propria introduzione alla teoria dei giochi - evita quasi del tutto le descrizioni formali e si avvale di molti esempi trattati in termini discorsivi. Esso rappresenta quindi un buon test anche per valutare in quale misura l'economia-game-teoretica abbia mutato lo stato della scienza economica.

Per Kreps, i motivi che spingono all'introduzione della teoria dei giochi nell'economia sono gli stessi che richiedono una più generale formalizzazione matematica dell'analisi economica. Secondo l'autore la matematica

offre i seguenti vantaggi: a) è un linguaggio preciso che assicura la trasferibilità dei concetti; b) rende possibile sottoporre le intuizioni a test di consistenza logica; c) ci aiuta a rintracciare le assunzioni implicite nelle asserzioni fatte. La natura della matematica come linguaggio permette la traduzione di ogni tipo di proposizione, purché essa sia significativa in termini di consistenza logica. L'idea contraria, che ammette l'intuizione come unico metodo in grado di trattare un ambito complesso come le scienze sociali, è confutata dalla considerazione che ogni conoscenza intuitiva può sempre essere ridotta in termini matematici, diventando così più chiara<sup>11</sup> e più facilmente riscontrabile empiricamente.

Vediamo allora quali sono i modelli usati dalla teoria dei giochi<sup>12</sup>. Il primo è quello normale o strategico, definito da tre elementi: una lista di giocatori, un elenco delle strategie di ogni giocatore e l'insieme dei pagamenti associati a ciascuna strategia e a ciascun giocatore. Il secondo modello è quello esteso, che attraverso la rappresentazione di un grafico a forma di albero rappresenta tutte le strategie possibili, completandole con gli elementi informativi e temporali che attengono ad ogni decisione individuale.

A queste strutture simboliche si applicano due metodi principali di soluzione. Il primo è quello di dominanza: qualunque scelta faccia-no gli avversari, per un giocatore una strategia è dominata se ad essa è associato un pagamento sempre minore delle altre strategie a sua disposizione. Questa strategia può quindi essere esclusa in base alla sola conoscenza dei pagamenti che spettano al singolo individuo.

L'altro metodo è l'equilibrio di Nash, che tiene invece direttamente conto dell'interazione strategica. Una soluzione è composta da tutte quelle strategie, una per ogni giocatore,

tali che nessun giocatore ha un incentivo a deviare da quella a lui assegnata. C'è in questo caso un accordo tacito 'self-enforcing', tale che nessuno dei giocatori ritiene che gli altri abbiano ragione di fare scelte diverse da quelle di equilibrio.

Con questa semplice struttura matematica, Kreps tenta un bilancio del contributo della teoria dei giochi all'economia. La sua conclusione è che essa ha contribuito "to help economists understand and predict what will happen in economic context"<sup>13</sup> almeno sotto tre aspetti.

Innanzitutto la game theory "provides a taxonomy for economic contexts and situations, based on strategic form"<sup>14</sup>. I giochi presentati da Kreps per illustrare questo punto sono quelli classici del dilemma del prigioniero e della battaglia dei sessi. La rilevanza di questi esempi per l'analisi economica è evidente: "Although such taxonomies may miss many crucial details in the particular application, they do capture basic strategic aspects of various situations, allowing economists to make linkages between applications"<sup>15</sup>. La teoria dei giochi crea un nuovo sistema di classificazione e di descrizione che permette la scomposizione di ogni problema economico nei suoi aspetti strategici fondamentali. L'economista viene così messo in grado di compiere un'analisi delle molteplici relazioni funzionali tra i vari soggetti economici.

In secondo luogo, "the great successes of Game Theory in economics have arisen in large measure because game theory gives us a language for modelling and techniques for analyzing specific dynamic competitive interactions"<sup>16</sup>. Il linguaggio matematico usato in precedenza, l'analisi differenziale, viene sostituito e superato. Kreps offre a questo proposito un insieme di applicazioni ai modelli di Bain (1956) e di Sylos Labini (1962),

che, come è ben noto, ipotizzano una situazione in cui un monopolista è in grado di scoraggiare, attraverso una politica aggressiva, l'entrata di un eventuale concorrente. Nell'analisi di Bain e Sylos Labini l'interazione strategica viene rimossa con un'ipotesi fortemente deterministica (alla Cournot): l'entrante potenziale stima che il monopolista non muterà la sua produzione a seguito della sua entrata. In questo modo, se l'entrante pianifica la produzione di un certo numero di unità, egli è in grado, prima della sua entrata sul mercato, di calcolare il proprio profitto atteso. Ma l'assunzione che i livelli di produzione pre-entrata del monopolista siano confermati dopo l'arrivo nel mercato dell'entrante è fortemente irrealistica. Attraverso la teoria dei giochi è possibile invece un'analisi dei dettagli dell'interazione competitiva tra monopolista e entrante, con un'ampia possibilità di varianti.

Una prima serie di esempi mostra come la teoria dei giochi consenta di valutare la credibilità delle promesse o delle minacce, tacite o esplicite, che i due concorrenti possono rivolgersi. L'entrante può per esempio minacciare di provocare una perdita al monopolista se questi attuerà la sua politica di deterrenza all'entrata. Il problema diventa allora se il monopolista crederà o meno a tale minaccia. La traduzione di questa interazione in forma estesa consente di calcolare i profitti (positivi o negativi) che affluiranno ai due competitori, che potranno perciò fondare le proprie decisioni su valutazioni di tipo quantitativo. Un'altra ipotesi è che il monopolista si proponga l'acquisizione dell'entrante. Il monopolista può però essere interessato a acquisire anche il management dell'azienda da assorbire e prometta perciò a quest'ultimo di mantenerne l'autonomia decisionale. Il gioco risultante vedrà come avversari la proprietà dell'azienda monopolistica

e i manager di quella entrante, che potranno sulla base dei pagamenti a loro assegnati selezionare un equilibrio di Nash per la loro transazione. In questi esempi la teoria dei giochi è in grado di formalizzare un'ampia serie di possibilità d'interazione dinamiche, altrimenti destinate a restare nell'ambito di una speculazione indeterminata: "A notable success of non-cooperative game theory is that it provides both the means of formalizing the context of such promises and threats (in an extensive form game) and then analysing the credibility of the promises and threats"<sup>17</sup>.

Attraverso giochi in forma estesa è possibile specificare anche l'azione di deterrenza all'entrata. Si può per esempio assumere che il monopolista fissi nel primo periodo la sua tecnologia e possa cambiare in quello successivo solo i suoi costi marginali. In un'altra variante il monopolista ricerca nel primo periodo la lealtà del consumatore fino a saturare il mercato nel periodo successivo. Un altro gioco, più elaborato, suppone che l'entrante sia incerto sulle caratteristiche della produzione del monopolista (per esempio sui suoi costi) e consideri le azioni precedenti del monopolista come un segnale su cui basare alcune intuizioni sulle sue caratteristiche. Se per esempio il monopolista affronta nel primo periodo alti costi unitari, allora l'entrante considera vantaggiosa l'entrata nel periodo successivo. Per prevedere i costi del monopolista l'entrante può basarsi sul prezzo che il monopolista pratica nel primo periodo. Ma il monopolista può, a questo punto, fissare un prezzo più basso per ingannare l'entrante. L'evidente complessità di questo gioco, basato sull'interpretazione di segnali e su inganni, può ricevere una descrizione completa in forma estesa: "even in the more complex settings in which the theory does not give definite answers, such as in the final formulation where

the entrant is uncertain ex-ante what are the marginal costs of the monopolist, the theory suggests where we must either apply our imitation or extend our empirically generated knowledge in order to proceed"<sup>18</sup>.

L'economia-game-teoretica ha infine permesso la costruzione di modelli che rappresentano con chiarezza l'informazione posseduta da ogni agente economico. Anche in questo caso le applicazioni presentate mostrano la capacità degli strumenti adottati di rappresentare un ampio numero di variazioni delle condizioni informative. Nel caso, per esempio, di aziende che partecipano ad un'asta di acquisto si può assumere che esse abbiano informazioni diverse e segrete e proporre per ogni azienda alcune soluzioni di equilibrio.

La teoria dei giochi, in conclusione: "contributes (a) a unified language for comparing and contrasting common-sense intuitions in different context (if  $X$  is sensible in context  $A$ , then it is as well in contexts  $B$  and  $C$ ); (b) the ability to push intuitions into slightly more complex contexts (if  $X$  is common sense in context  $A$ , then perhaps  $X'$  in context  $A'$  is as well); and (c) the means of checking on the logical consistency of specific insights and (...) a way of thinking through logically which of our conclusions may change drastically with small changes in the assumptions (if  $X$  is predicted in context  $A$  but doesn't seem such common sense, then we might learn a great deal by seeing that not  $X$  is consistent behaviour in context  $A'$ )"<sup>19</sup>.

### III

Lo sforzo successivo di Kreps è quello di ricercare le carenze teoriche dell'economia-game-teoretica attuale.

Il primo problema rilevato è quello della necessità di protocolli precisi per la definizione del gioco. Nell'ambito della teoria della

contrattazione, per esempio, la determinazione precisa di ciò che ogni parte coinvolta si attende dalla contrattazione, oppure di quale sia la sua abilità contrattuale, è un compito destinato all'insuccesso.

La teoria dei giochi tende di conseguenza a considerare stabili le regole generali dei suoi modelli, mentre esse possono mutare in funzione dei risultati dell'interazione. Questo effetto di 'feedback' è particolarmente evidente nel caso di iterazioni ripetute di uno stesso gioco, i cui risultati mutano ad ogni ripetizione le regole del modello in un modo difficilmente razionalizzabile a priori.

Ma la critica principale rivolta alla game theory è quella relativa all'efficacia dei metodi di soluzione: spesso un gioco ammette più equilibri, ma la teoria non offre elementi per selezionare quello più vantaggioso. Facendo ancora riferimento alla contrattazione, una specificazione simmetrica dei protocolli dell'accordo porta al risultato che ogni divisione razionale individualmente (che dà a ogni giocatore almeno altrettanto quanto potrebbe garantirsi da solo), disponibile (compresa nell'insieme di strategie ammesse dalle condizioni esterne) ed efficiente (se non c'è nessun'altra divisione disponibile che dà più a uno e altrettanto all'altro) è un equilibrio di Nash del gioco di contrattazione. Esistono quindi molte soluzioni e tutte ugualmente accettabili.

Un metodo per restringere l'insieme dei risultati è quello di assumere che gli individui coinvolti nella contrattazione abbiano analoghe esperienze precedenti su cui regolare le proprie scelte; oppure che emerga una soluzione che diventi, in senso più qualitativo che quantitativo, il 'punto focale' della contrattazione. Ciò che porta, in quest'ultimo caso, le parti ad un accordo è il *magnetismo intrinseco* di una soluzione particolare, che può caratterizzarsi per preminenza, unicità, sem-

plicità o per qualunque altra ragione che la renda qualitativamente differenziabile dal 'continuum' delle possibili alternative<sup>20</sup>. La possibilità comunque che non esista alcun equilibrio a-priori che possieda una di queste caratteristiche non può essere esclusa.

La selezione di un equilibrio attraverso un sistema di assiomi, definito in precedenza in base a criteri astratti di giustizia o di simmetria, appare formalmente più corretta. Il problema in questo caso sorge per l'inevitabile arbitrarietà degli assiomi scelti e delle concezioni di 'giustizia' o di 'efficienza' adottate<sup>21</sup>.

I 'refinements' hanno tentato di risolvere la stessa questione in maniera diversa. Con tale termine si indica una procedura che seleziona uno tra i molti equilibri di Nash sulla base dell'idea che ai giocatori non sia permesso fare minacce o promesse incredibili, o trarre inferenze assurde da ciò che osservano. I 'refinements' corrispondono all'assunzione che gli agenti economici adottino un comportamento di tipo abituale, rispetto al quale ognuno dei partecipanti aggiusti le proprie scelte.

Il superamento di questa semplificazione può avvenire solo all'interno di una teoria di razionalità limitata. Le 'complete theories', in cui nessuna azione possibile è preclusa a priori, hanno rappresentato il principale avanzamento in questa direzione. Questo indirizzo di ricerca è stato fondato da Selten con la teoria della 'trembling hand perfection'<sup>22</sup>. In questo modello ogni giocatore può intraprendere, per errore, anche azioni irrazionali a-priori, e a queste alternative vengono assegnate basse probabilità. Selten postula che un errore fatto non incrementi la probabilità di sbagliare in altre circostanze dello stesso modello da parte dello stesso giocatore o di altri giocatori. Con questa ipotesi si è in grado di calcolare quale errore sia più probabile di altri, dando al giocatore la possibilità di tener-

ne conto. In questo modo la teoria della razionalità limitata può fondarsi su uno strumento teorico in grado di sostanziare molte delle sue conclusioni e di indicare le tendenze della ricerca futura.

#### IV

Secondo Simon, che del concetto di razionalità limitata può essere considerato il fondatore teorico, "boundedly rational behaviour is behaviour that is *intendly rational, but limitedly so*. That is, the individual strives consciously to achieve some goals, but does so in a way that reflects cognitive and computational limitations"<sup>23</sup>. Sebbene il problema della razionalità limitata sia nell'agenda degli economisti da molto tempo, i vari contributi presentati fino ad oggi non hanno ancora dato luogo ad una teoria unificata. Il problema, per Kreps, è di ordine metodologico ed il suo superamento è uno degli obiettivi futuri della game theory. Il suo apparato analitico consente infatti di rappresentare in maniera unitaria anche modelli di ispirazione teorica diversa, applicando loro i consueti metodi di soluzione. I tentativi fatti in questa direzione, presentati da Kreps nel suo libro, adottano tutti una struttura generale di questo tipo:

- a) assumono un contesto dinamico;
- b) descrivono un'interazione competitiva di breve periodo;
- c) la scelta nel breve periodo è basata su un modello che è una semplificazione, corretta o meno, della situazione reale;
- d) nel lungo periodo l'individuo raccoglie informazioni sulla base della sua esperienza e migliora o aggiorna il modello usato nel breve periodo;
- e) l'individuo è cosciente delle limitazioni del modello ma non essendo in grado di determinare il valore dell'informazione che ha, o che gli

manca, tiene conto di ciò in modo euristico.

Un tentativo pre-game theory di discutere un modello di razionalità limitata risale a Cournot. Nella sua teoria del duopolio ogni agente economico decide il proprio comportamento nel periodo precedente a quello in cui si attua. Usando lo schema generale appena esposto, nel modello di breve periodo gli opposenti agiranno come hanno agito nel periodo precedente, aggiornando completamente le proprie informazioni in ogni periodo successivo.

Il meccanicismo di questo apprendimento 'a salti' viene superato nel 1951 da Brown<sup>24</sup>. Nel suo modello ogni giocatore sceglie la propria strategia in ogni periodo sulla base del comportamento degli avversari in tutti i periodi precedenti. L'apprendimento, a differenza del modello di Cournot, diventa quindi un processo continuo. Nel modello di breve periodo gli avversari selezionano le azioni in base alle frequenze storiche precedenti; ogni giocatore sceglie risposte ottimali a quei modelli e i modelli vengono aggiornati nel lungo periodo sulla base dei nuovi dati disponibili.

Aderendo a questo schema generale, ma integrandolo con il concetto di aspettative razionali, Bray nel 1982<sup>25</sup> descrive un processo di apprendimento più complesso. Il suo modello si basa su sequenze di due periodi. Nel primo periodo vengono comprate e vendute attività finanziarie, che danno un rendimento solo nel periodo successivo. Esistono due attività, una di tipo obbligazionario con rendimento fisso  $r$ , l'altra, rischiosa, con rendimento normalmente distribuito con media e varianza data. Gli investitori sono divisi in due gruppi: il primo gruppo non possiede nel primo periodo alcuna informazione eccetto quelle date dal modello; il secondo gruppo ha invece informazioni attendibili sul rendimento delle attività rischiose nei periodi successivi e

su queste informazioni basa i propri acquisti nel primo periodo. Se il secondo gruppo di investitori possiede informazioni private ottimistiche, accrescerà la propria domanda delle attività rischiose e il prezzo di queste ultime sarà quindi alto. Il primo gruppo di investitori, non informato, comprerà invece poche attività rischiose se il loro prezzo è alto, e molte se è basso (per la dipendenza statistica tra prezzo e rendimento delle attività rischiose). Ma a questo punto subentra un processo di apprendimento: i non-informati, col procedere delle transazioni, potranno iniziare a notare che le attività rischiose rendono relativamente di più quando essi ne detengono di meno e relativamente di meno se essi ne detengono di più. Essi quindi possono iniziare a cambiare la loro domanda: domanderanno più attività rischiose di prima quando i prezzi sono alti, e meno di prima quando i prezzi sono bassi, anticipando rispettivamente più alti e più bassi rendimenti. In questo caso si stabilisce un equilibrio con aspettative razionali se i prezzi e i rendimenti delle attività rischiose si stabilizzano e se gli investitori non informati anticipano e agiscono su questa relazione stabile.

Ma come si formano queste relazioni stabili corrette fra prezzi e rendimenti delle attività rischiose nei consumatori non informati? All'inizio dell'economia gli investitori non informati stimano una relazione tra prezzi e rendimenti delle attività di questo tipo:

$$r_k = a + bp_k + e_k$$

dove  $a$  e  $b$  sono i parametri sconosciuti e  $e_k$  è un errore casuale con media 0 e varianza data.

Le stime di  $a$  e di  $b$  mutano in ogni periodo sulla base della storia precedente dei prezzi e dei rendimenti. Si arriva ai valori di prezzi e rendimenti attuali tramite una semplice regressione ai minimi quadrati (procedura euristica), che consente di aggiornare i valori

$p_t$  e  $r_t$ . La stessa procedura viene ripetuta per i periodi successivi e provoca da parte degli investitori non informati l'apprendimento della vera relazione tra i prezzi di un periodo e i rendimenti del periodo successivo. In questo modo la relazione prezzi/rendimenti arriva progressivamente a stabilizzarsi. Il modello offre quindi un meccanismo plausibile con cui la razionalità limitata di un gruppo di agenti economici produce un risultato di equilibrio descrivibile con un gioco in forma estesa.

Nello stesso ambito teorico - quello delle aspettative razionali - si colloca anche il contributo di Marinon, Gratton e Sargent<sup>26</sup>. Il loro modello simula un equilibrio di scambio con razionalità limitata. Vari tipi di consumatori si scambiano i beni che ognuno di loro produce portando le unità al mercato. Gli incontri tra i consumatori sono casuali e lo scambio avviene anche quando riguarda un bene non consumato se questo bene è considerato un mezzo di scambio migliore di quello che si è prodotto o si detiene. Il calcolo di un equilibrio di Nash in termini di comportamento dei consumatori e di scambio è possibile ma appare troppo complesso e può definire più soluzioni.

Una proposta alternativa è quella di costruire un modello di apprendimento rappresentabile con un gioco in forma estesa. Ogni consumatore ha in mente una lista di tipologie generali di scambio, ciascuna delle quali è una descrizione approssimata delle circostanze correnti e di un'azione raccomandata (es.: se porti il bene A e ti viene offerto il bene B accetta, oppure non cambiare mai il bene A con B se non hai il bene C). Ad ogni punto del tempo, a ciascuna di queste tipologie di scambio è associato un punteggio su cui il consumatore basa ogni volta la propria decisione. Se due tipologie raccomandano lo scambio si attua

quella col punteggio più alto; se nessuna tipologia si adatta alla circostanza, il consumatore può inventare nuove tipologie che si aggiungono alla sua lista mentale, cancellando le tipologie col punteggio più basso. I punteggi vengono aggiornati dopo ogni incontro in base al successo delle tipologie: il consumo di un bene desiderabile rappresenta un buon risultato, e provoca l'aumento del punteggio assegnato alla tipologia corrispondente. Nel modello di breve periodo ci sono certe azioni che si adattano alle eventualità di scambio e ogni azione è graduata dal suo punteggio. Nel modello di lungo i cambiamenti euristici dei punteggi vengono effettuati sulla base dei benefici delle varie tipologie di comportamento. Il risultato finale converge ad un equilibrio di Nash di consumo e di scambio.

All'interno della teoria dei giochi si colloca invece il modello di Fudenberg e Kreps<sup>27</sup>. Tre gruppi omogenei di giocatori *A, B, C* effettuano una sequenza di scambi casuali tra di loro. All'inizio degli scambi ogni gruppo di giocatori possiede solo una stima probabilistica su come gli altri due gruppi si comporteranno. Tali stime vengono aggiornate lungo il corso del gioco secondo la seguente regola: l'osservazione del comportamento del rivale nel corso degli scambi provoca un aggiustamento della stima probabilistica del giocatore su come giocheranno i suoi rivali in base alla frequenza empirica delle azioni che egli ha osservato (es.: se *A* osserva *B* 100 volte, e se *B* sceglie *R'* 70 volte, la stima aggiornata di *A* sulle azioni di *B* sarà che *B* sceglierà *R'* con probabilità 0,7). Con il procedere degli scambi, i diversi gruppi di giocatori si formeranno così una serie di stime convergenti sul comportamento reciproci. Il processo di scambio potrà quindi essere rappresentato con un gioco comune a tutti i partecipanti, analizzabile secondo i consueti metodi di soluzione. Nelle

fasi iniziali dello scambio o per scambi 'una tantum', un gioco può essere ugualmente costruito ipotizzando che i giocatori, provando ad effettuare occasionalmente azioni che sono sub-ottimali, siano in grado di prevedere l'esito di tali scambi sulla base di analogie. I giocatori perciò non ottimizzano nei loro modelli di scelta di breve periodo perché coscienti delle loro limitazioni cognitive, ma cercano solo di migliorare la loro informazione deviando temporaneamente dal sentiero di equilibrio.

La centralità del processo di apprendimento è rilevata, infine, anche da Milgrom e Roberts<sup>28</sup>. Il tipo di apprendimento ipotizzato è di tipo adattivo, sintetizzato da un modello di iterazioni ripetute di un gioco. Tale processo ha la proprietà che per ogni numero di ripetizioni dello scambio, *n*, ne esiste uno più grande *n'* tale che le strategie scelte dopo *n'* sono le migliori risposte alle combinazioni di strategie dei rivali che stanno nel supporto delle scelte fatte da quei rivali dopo il tempo *n*. Su questa definizione generale Milgrom e Roberts costruiscono un modello di apprendimento e dimostrano che: 1) questo adattamento elimina le strategie dominate, 2) per una certa classe di giochi il comportamento risultante può essere limitato da azioni di equilibrio, 3) per giochi con equilibrio unico, il comportamento risultante converge ad un equilibrio di Nash.

Sebbene questa esposizione offra solo un'idea generale dei modelli di razionalità limitata, tralasciandone i dettagli matematici, evidenzia la grande flessibilità dello strumento adottato che permette di formalizzare il processo dinamico d'apprendimento. I risultati ottenuti sono di carattere generale ed evitano assunzioni di tipo meccanico o deterministico. Questo tipo di traduzione astratta del comportamento reale dell'individuo si basa sul concetto di similarità; esso

permette di trattare un argomento matematicamente complesso come la razionalità limitata, costruendo modelli in cui tutti i giocatori hanno approssimativamente gli stessi payoff e la stessa nozione di quali situazioni siano simili e di quali non lo siano. Ogni volta che intraprendiamo un ragionamento deduttivo circa una particolare situazione, stiamo usando similarità molto complesse sviluppate nel processo di teorizzare sui giochi. Tali similarità permettono di collegare insieme più contesti cosicché un'intuizione da un contesto può essere importata in altri apparentemente simili. L'oggetto della teoria dei giochi è proprio la ricerca di situazioni simili appropriate. Ma quest'analisi è sia di tipo deduttivo che induttivo: "The formal basis for the similarity may be deductive, just as Euclidean distance between payoffs is 'deductive', but we do not rest there. We check the deductively derived similarity against past experiences, less formally by resorting to intuition or more formally by engaging in an empirical test of the theory"<sup>29</sup>. La teoria dei giochi usa quindi modelli basati sull'intuizione, applicando poi

ad essi argomenti deduttivi di tipo matematico<sup>30</sup>.

Un difetto dell'economia che non impiega la teoria dei giochi è quello di dover partire dall'analisi di situazioni di equilibrio, e di adattare ad esse le assunzioni di comportamento secondo una procedura deduttiva: l'ordine di costruzione del modello ne influenza le conclusioni. Ma questa stessa procedura non è evidentemente proponibile in modelli di disequilibrio. La teoria dei giochi effettua il percorso inverso: fissa prima, sia induttivamente che deduttivamente, le assunzioni di comportamento e sulla base di queste costruisce i propri modelli. Essa perviene così naturalmente a discutere teorie di disequilibrio con un atteggiamento mentale più aperto e efficace. Il passo avanti permesso dall'economia-gioco-teoretica è notevole: la teoria dei giochi è uno strumento che favorisce la fondazione di un'economia meno astratta e meno centrata sull'analisi di equilibrio che ha costituito finora il 'core' dell'economia tradizionale.

NOTE

1. R. Backhouse, *A History of Modern Economic Analysis*, Basil Blackwell, Oxford, pp.287, 299 e K. Pribram, *A History of Economic Reasoning*, The John Hopkins University Press, London, 1983, pp.576-579.
2. C. Napoleoni-F. Ranchetti, *Il pensiero economico del Novecento*, Einaudi, Torino, 1990: "Per quanto riguarda l'economia, peraltro, la rilevanza della teoria sembra molto limitata, giacché i comportamenti che hanno luogo in tutte le situazioni di mercato di tipo oligopolistico sono generalmente lontanissimi dai comportamenti propri dei giocatori, e tanto più lo sono quanto più razionali sono i termini in cui vengono definiti i comportamenti dei giocatori" (p.138).
3. A. Rapoport, "Critiques of Game Theory", *Behavioral Science*, Vol.4, n.1, January 1959, p.52.
4. J. von Neumann-O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, Princeton, 1947, p.4. La stessa critica viene fatta, tra gli altri, anche da J. Hicks in *Value and Capital*, At the Clarendon Press, Oxford, 1939, p.6, ma con esiti diversi.
5. G. T. Guilbaud, "The Theory of Games", *International Economic Papers*, n.1, 1951, p.46.

6. A p.7 di *Theory of Games and Economic Behavior*, cit., si rileva che: "Economists frequently point to much larger, more 'burning' questions, and brush everything aside which prevents them from making statements about these. The experience of more advanced sciences, for example physics, indicates that this impatience merely delays progress, including that of the treatment of the 'burning' questions. There is no reason to assume the existence of shortcuts".
  7. "The mathematics of game theory provides an escape from the *straight-jacket* put on mathematical economic thinking by the use of models whose intellectual basis appear to be classical mechanics. We have used the mathematical apparatus to help generalize concepts such as equilibrium and to help differentiate and sort out other problems. Its power and usefulness comes in its flexibility" (M. Shubik, *Competition and the Theory of Games*, Ph. D. Thesis, Princeton University, unpublished, 1953, p.255).
  8. Sviluppo dovuto originalmente al lavoro di T.C. Schelling ("The Strategy of Conflict: Prospectus for a Reorientation of Game Theory", *The Journal of Conflict Resolution*, Vol.III n.3, September 1958, pp.203-264) e di A. Rapoport ("Critiques of Game Theory", *Behavioral Science*, cit., pp.120-131).
  9. Dai diari di Oskar Morgenstern, in P. Mirowski, *What Were von Neumann and Morgenstern Trying to Accomplish*, unpublished, University of Notre Dame, 1990, p.22.
  10. Per un confronto tra i due tipi di modelli può ancora essere utile M. Shubik, *Strategy and Market Structure*, cit. e, per la programmazione lineare, R. Dorfman-P.A. Samuelson-R.M. Solow, *Linear Programming and Economic Analysis*, Mc Graw and Hill, New York, 1958.
  11. "In the first place, clarity of thought is still a pearl of great price. In particular, the multiplicity of values of verbal symbols may be a great disadvantage when it comes to drawing the logical consequences of a proposition", in K.J. Arrow, "Mathematic Models in the Social Sciences", in D. Lerner-H.D. Lasswell (ed.), *The Policy Sciences*, Stanford University Press, Stanford, 1951, p.131.
  12. Per una trattazione completa degli aspetti matematici della teoria dei giochi si veda il recente D. Fudenberg-J. Tirole, *Game Theory*, The Mit Press, Cambridge, Massachusetts, 1991.
  13. D. Kreps, *Game Theory and Economic Modelling*, Clarendon Press, Oxford, 1990, p.5.
  14. D. Kreps, cit., p.37.
  15. D. Kreps, cit., p.37.
  16. D. Kreps, cit., p.41.
  17. D. Kreps, cit., p.53.
  18. D. Kreps, cit., p.65.
  19. D. Kreps, cit., p.88.
  20. Cfr. T.C. Schelling, "The Strategy of Conflict: Prospectus for a Reorientation of Game Theory", cit., pp.203-264.
  21. Cfr. H. Raiffa, "Arbitration Schemes for Generalized Two-person Games" in H.W. Kuhn-A.W. Tucker (ed.), *Contributions to the Theory of Games. Vol.I*, Princeton University Press, Princeton, 1950, pp.361-387.
  22. Cfr. R. Selten, "Reexamination of the Perfectness Concept for Equilibrium Points in Extensive Games", *International Journal of Game Theory*, n.4, 1975, pp.25-55.
  23. D. Kreps, cit., p.151.
  24. G. Brown, "Iterative Solution of Games by Fictitious Play", in T.C. Koopmans (ed.), *Activity Analysis of Production and Allocation*, John Wiley & Sons, New York, 1951, pp.374-376.
  25. M. Bray, "Learning, Estimation, and the Stability of Rational Expectations", *Journal of Economic Theory*, n.26, 1982, pp.318-339.
  26. R. Marimon - E. McGrattan - T. Sargent, *Money as a Medium of Exchange in an Economy with Artificially Intelligent Agents*, mimeo, Santa Fe Institute, 1989.
-

27. D. Fudenberg - D. Kreps, *A Theory of Learning, Experimentation and Equilibrium in Games*, mimeo, Stanford University, 1990.
  28. P. Milgrom, *Adaptive and Sophisticated Learning in Repeated Normal Form Games*, mimeo, Stanford University, 1990.
  29. D. Kreps, cit., p.174.
  30. Cfr. anche A. Rubinstein, "Comments on the Interpretation of Game Theory", *Econometrica*, Vol.59, n.4, July 1991, pp.921-923.
-