

GIUSEPPE GABURRO

AMBIENTE, RISORSE NATURALI E SCELTE
NEI MODELLI DI LUNGO PERIODO:
UNA PROSPETTIVA CRITICA (1)

La relazione Parrinello sviluppa due idee molto importanti e cioè:

1) la possibilità di rivedere nel tempo storico le scelte via via che si hanno nuove informazioni e quindi l'affermazione del concetto di scelta come processo sequenziale, concetto collegato all'idea che i soggetti attribuiscono importanza ai gradi di libertà delle decisioni;

2) la seconda idea si riallaccia al concetto di gusti adattivi e sottolinea il ruolo dell'apprendimento nell'evoluzione delle preferenze, o, in altri termini, prende in considerazione il processo di evoluzione dei gusti via via che si consuma.

Le osservazioni che mi accingo ad esporre intendono sviluppare alcuni aspetti del problema ed in particolare: la flessibilità delle preferenze, il postulato di adattabilità delle decisioni, l'apprendimento nella teoria delle scelte, le strategie economiche adattive, i modelli di controllo adattivo ed infine le prospettive di applicazione dei modelli adattivi ai problemi dell'ambiente e delle risorse naturali.

1. *La flessibilità delle preferenze.*

Man mano che un soggetto esegue una strategia produce degli effetti sul suo stesso modo di essere e di avere ed è verosimile che modifichi la struttura delle sue preferenze. La logica

(1) Lavoro eseguito nell'ambito della ricerca *Analisi e controllo dei sistemi economici dinamici*, finanziata dal C.N.R. e dal Ministero della P.I. Ringrazio i colleghi Giovanni TONDINI e Maria Grazia TOTOLA per la preziosa collaborazione.

sequenziale prevede appunto che il decisore consideri la trasformazione delle proprie preferenze come una delle modificazioni che influenzano lo « stato delle cose » interessate alla decisione. Come evidenzia M. Vaté (2), non c'è incoerenza nel giudicare le fasi successive di una strategia sulla base di criteri diversi, a condizione che il cambiamento di criterio sia articolato in maniera coerente sulle fasi di esecuzione della strategia.

La logica delle « strategie non rivedibili » esige, in rapporto alla scelta di un'azione isolata, l'assunzione di un'ulteriore ipotesi e cioè che per l'insieme dei periodi futuri interessati alla strategia, le preferenze restino immutabilmente stabili. Se è vero che la tradizione, l'atavismo e il partito preso possono introdurre delle rigidità nei gusti individuali e collettivi, è anche vero che l'esperienza e le informazioni filtrate dalla ragione possono imprimere delle sensibili modificazioni. La flessibilità delle preferenze determina ad esempio il margine di efficacia della pubblicità commerciale come della propaganda politica; la sua esistenza e la sua ampiezza rappresentano un ulteriore elemento di incertezza per il decisore che la prende in considerazione.

Questo effetto è inoltre rinforzato dall'« interazione delle preferenze ». Come è stato dimostrato da T. Koopmans (3) a proposito dei consumatori, se i cambiamenti che intervengono nelle preferenze fossero indipendenti, la legge dei grandi numeri restringerebbe la variabilità della distribuzione della domanda aggregata tra i diversi beni; le cosiddette « onde dell'imitazione » fanno dell'interazione delle preferenze una fonte importante di incertezza.

Tuttavia, l'incertezza radicale di ogni azione umana si raggiunge quando questa incontra la libertà di reazione degli altri centri di decisione. La decisione economica contiene sempre una scommessa su questo incontro tra gli effetti di un'azione definita e l'indefinizione delle modalità delle molteplici reazioni.

Nella letteratura si distinguono due tipi di problemi, rispettivamente esterno e interno: mentre il problema esterno riguarda la flessibilità delle preferenze altrui in quanto fattore

(2) Cfr. M. VATÉ, *Le temps de la décision*, Presses Universitaires de Lyon, Lyon, 1976, pp. 115.

(3) Cfr. T. KOOPMANS, *Three Essays on the State of Economic Science*, Mc Graw Hill, New York, 1957.

di incertezza dell'ambiente futuro del decisore, il problema interno riguarda l'anticipazione della flessibilità delle preferenze del decisore in funzione di un ambiente futuro incerto. L'aspetto interno del problema è stato affrontato in particolare da Koopmans (4), il cui contributo è importante per almeno due ragioni. Da una parte, l'esame della flessibilità delle preferenze è, per l'Autore, l'occasione e la ragione per adottare un'ottica sequenziale molto vicina a quella sopra esposta. D'altra parte, l'Autore si preoccupa di dimostrare l'incompatibilità delle due ipotesi seguenti: l'una, ispirata dall'osservazione dei comportamenti reali, riconosce il fenomeno della flessibilità delle preferenze nel tempo; l'altra, ispirata dagli sviluppi teorici dei modelli, assume il carattere definitivo, non rilevabile, delle preferenze.

Se il dilemma è risolto in base all'evidenza si è portati a rifiutare il postulato di non revisione in nome della flessibilità delle preferenze.

Concludendo, l'importanza data alle sequenze di decisioni è giustificata, oltre che dall'incertezza, dalla « possibilità » che delle scelte situate in un futuro lontano siano guidate da nuovi ordini di preferenza, modificati alla luce dell'esperienza vissuta fino al momento della scelta ».

2. *Il postulato di adattabilità delle decisioni.*

Attraverso gli sviluppi precedenti, le sequenze di decisioni cozzano contro il postulato di non revisione senza arrivare alla forma degenerare delle strategie incomplete. In questo senso è eccessivo concludere per il rigetto puro e semplice del postulato. Si preferisce mettere l'accento sull'idea di adattabilità delle strategie al manifestarsi dell'errore; essa può rappresentare una risposta soddisfacente alle critiche rivolte al postulato di non revisione. La posizione sfumata intende sottolineare la compatibilità dei comportamenti strategici adattivi con un mondo economico che non è né caotico e né deterministico, ma flessibile; un mondo nel quale ogni soggetto si preoccupa di raggiungere i suoi obiettivi nonostante gli eventi; un mondo infine dove le

(4) Cfr. T. KOOPMANS, *On Flexibility of Future Preference*, in SHELLY and BRYAN ed., *Human Judgement and Optimality*, Wiley, New York, 1964.

procedure discrezionali devono sopravvivere alla seduzione del controllo automatico dei sistemi economici.

L'abbandono della rigidità delle strategie non altera solamente il contenuto delle scelte; se si ammette che le strategie possono essere adattate per accogliere, da una parte, la manifestazione dell'errore e il desiderio di correggerlo e, dall'altra, l'acquisizione progressiva delle informazioni relative alle caratteristiche dell'incertezza, allora deve essere modificata la rappresentazione del sistema controllato dalla decisione. Si arriva così ad una nuova filosofia della decisione come risultato dell'approccio sequenziale.

Ci si potrebbe limitare al termine adattamento se questo non evocasse spontaneamente un certo atteggiamento passivo di fronte agli eventi. La differenza che intendiamo invece sottolineare nei confronti delle strategie non rivedibili è quello di lasciare, nonostante gli eventi, la priorità all'obiettivo del decisore. È per questo motivo che si preferisce parlare di *adattamento finalizzato*.

È nella logica dell'adattamento finalizzato che il tempo appare più chiaramente un ausiliario del decisore. In quanto portatore di informazioni, permette l'adattamento; in risposta all'incertezza, il decisore formula delle strategie senza restarne definitivamente prigioniero, in quanto nella formulazione della decisione condizionale vengono prese in considerazione le informazioni future.

Naturalmente non possiamo garantirci in maniera sufficiente contro i cosiddetti eventi entelechiani, imprevedibili e inevitabili (5).

3. *L'apprendimento nella teoria delle scelte.*

Con l'introduzione dell'adattamento, il processo di decisione non solo è diverso, ma è preso in maniera diversa.

Non si tratta solamente di tener conto dell'evento a posteriori e di aggiustare i parametri alle nuove condizioni; si tratta di mantenere l'interdipendenza a priori, tenendo presente che il completamento definitivo della sequenza potrà dipendere da una informazione che non è ancora disponibile.

(5) Cfr. G. DEMARIA, *Trattato di logica economica*, vol. II, Il sistema produttivo, Cedam, Padova, 1967.

L'esempio matematico classico conosciuto con il nome di « curva del cane » illustra molto bene il problema. Correndo ad una velocità superiore a quella del suo « obiettivo », un cane cerca di raggiungere il padrone che si muove in una data direzione. Se la traiettoria del padrone è descritta da una equazione deterministica e si conosce il rapporto delle velocità, esiste una traiettoria rettilineare che, anticipando le posizioni future del padrone, permette di raggiungerlo molto più in fretta. Se invece il padrone si sposta in maniera disordinata, con un movimento di tipo browniano, il migliore comportamento è quello del cane che in ogni istante rivede la sua traiettoria. Ma questa cessa allora di essere calcolabile da parte di un osservatore.

Le strategie economiche sono delle situazioni intermedie, né deterministiche e né completamente erratiche, per le quali ci si può avvantaggiare dalla possibilità dell'apprendimento.

L'introduzione dell'adattamento si traduce nella considerazione di un fenomeno cumulativo di informazioni che interviene a livello di formulazione della decisione. In particolare, il passaggio, attraverso l'apprendimento, da un vettore di informazioni a priori a un vettore di informazioni a posteriori, può comportare la revisione delle probabilità soggettive a priori.

Privilegiando l'apprendimento come strumento fondamentale del suo esercizio, l'adattamento rifiuta — per così dire — di accettare la fatalità, il che permette di comprendere l'espressione « adattamento finalizzato ». Questo carattere finalizzato dell'adattamento si traduce concretamente nell'inserire, nella regola di decisione, una misura sistematica degli scarti tra realizzazioni e obiettivi. Si tratta principalmente dell'apprendimento della verosimiglianza, in particolare delle sue misure probabilistiche.

Duplica è la relazione di questi metodi all'idea di adattamento nella logica delle cosiddette « strategie rivedibili » con le quali si rappresentano le manifestazioni dei comportamenti adattivi finalizzati: si tratta in primo luogo di strategie dotate della possibilità non di essere rifatte ma corrette; si tratta d'altra parte di rettifiche eventuali, inseparabili dall'esistenza preliminare di strategie. Ne risulta che la possibilità di ristimare le probabilità influenza la preparazione e la formulazione delle strategie e che la sua utilizzazione a posteriori è vincolata dalla sequenzialità delle decisioni.

4. *Le strategie economiche adattive.*

L'idea di apprendimento non è usata molto di frequente nella teoria economica. Sappiamo che ha un posto importante nell'analisi del progresso tecnico, nel senso di acquisizione di saper fare. Quando la si incontra in un modello di comportamento o in una teoria delle scelte, assume il carattere o di revisione delle previsioni o di fattore di formazione delle anticipazioni (come ad esempio in Hicks) più che quello di apprendimento della verosimiglianza in un ambiente incerto.

D'altra parte non può essere analizzata in un quadro temporale avente le proprietà che sono state criticate in precedenza; l'apprendimento delle probabilità non è compatibile con una successione di periodi di tempo indipendenti. Infatti, una probabilità a priori non si trasforma solamente in una probabilità a posteriori, ma anche e soprattutto in una nuova probabilità a priori per la decisione successiva. E poiché il meccanismo è preso in considerazione a partire dall'istante iniziale, l'apprendimento postula l'interdipendenza a priori delle probabilità soggettive.

I progressi della nozione di apprendimento nella teoria delle scelte derivano dall'incontro, molto recente, dei metodi di controllo stocastico con la teoria matematica dell'apprendimento psicologico. Nell'ambito della teoria del controllo stocastico si sono avuti importanti sviluppi nello studio dei sistemi adattivi per i quali si ha, inizialmente, una informazione incompleta sui parametri delle distribuzioni di probabilità (6).

Dal punto di vista formale, il problema della determinazione delle strategie economiche adattive è analogo a quello del calcolo delle leggi di controllo di un sistema la cui risposta dipende da un parametro aleatorio che obbedisce ad una legge di probabilità non completamente conosciuta a priori.

È confortante sapere che gli ultimi sviluppi della teoria del controllo stocastico basato sull'apprendimento attivo (7) sono

(6) A quanto ci risulta, la prima applicazione alle scelte economiche si ha nel lavoro di R. MURPHY, *Adaptive Processes in Economic Systems*, Academic Press, 1965.

(7) Cfr. D. KENDRICK, *Stochastic Control for Economic Models*, Mc Graw-Hill, New York, 1981.

in grado di impostare e risolvere problemi di scelta che si scostano molto dalle applicazioni tradizionali ormai obsolete.

5. *Modelli di controllo adattivo.*

La letteratura offre diversi schemi, in ognuno dei quali si osserva il futuro sulla base di ciò che si conosce al momento attuale delle informazioni che si avranno nei periodi futuri.

Il carattere distintivo dei vari schemi è rappresentato dal modo con cui trattano la dipendenza delle informazioni future dai controlli presenti. In generale è necessario caratterizzare lo stato delle informazioni e il valore ottimale del costo associato ad ogni stato delle informazioni, il cosiddetto *cost-to-go* o valore minimo della funzione-obiettivo calcolato partendo dalla fine e procedendo a ritroso secondo la logica della programmazione dinamica.

Due sono le principali difficoltà che si incontrano a proposito e cioè:

1) le informazioni sono o di dimensione infinita, o finite ma variabili nel tempo;

2) il valore ottimale della funzione di costo associata allo stato delle informazioni non è generalmente una funzione esplicita.

Per superare queste difficoltà, i vari schemi offrono delle approssimazioni che semplificano il processo di apprendimento attivo. Ci limitiamo a dare un cenno dello schema più conosciuto, il cosiddetto schema TBM dalle iniziali dei nomi degli autori che lo hanno proposto e cioè Tse, Bar-Shalom e Meier. Il procedimento prende in considerazione tutti i tipi di incertezza, compresi gli errori di misura e scompone il problema in tre componenti: il controllo attuale, il controllo deterministico futuro e il controllo della componente sperimentale futura, la quale, a sua volta, comprende un termine di precauzione e un termine di sondaggio. Mentre il termine di precauzione riguarda gli effetti dell'incertezza nel periodo t e gli effetti del successivo disturbo del sistema sulla funzione-obiettivo, il termine di sondaggio esprime l'effetto dell'incertezza quando vengono prese le decisioni successive.

6. *Prospettive di applicazione dei modelli adattivi a problemi dell'ambiente e delle risorse naturali.*

Uno degli elementi critici di questi modelli, da quello di Hotelling (8) a quelli più recenti (9), riguarda la definizione della funzione del benessere sociale. Il concetto è sempre stato controverso e vi sono tuttora molte divergenze sulla sua definizione (10).

In questa sede ci limitiamo ad indicare alcune linee di ricerca partendo da un modello deterministico nel discreto e con una variante nel continuo proposto da Nijkamp (11), per evidenziare i vantaggi che deriverebbero al modello stesso introducendo l'incertezza e la flessibilità delle preferenze. Nijkamp parte da un modello lineare nel discreto composto da due equazioni alle differenze finite relative rispettivamente all'accumulazione di capitale e alla produzione di rifiuti.

Il totale degli investimenti è uguale agli investimenti produttivi più gli investimenti ambientali.

Come funzione-obiettivo si considera la minimizzazione dei quadrati degli scarti tra i valori effettivi e i valori ideali delle variabili di stato (struttura del capitale e volume dei rifiuti) e delle variabili di controllo (investimenti produttivi e investimenti ambientali).

Il problema si risolve analiticamente come problema di controllo nel discreto per la ripartizione ottimale degli investimenti.

Passando alla variante nel continuo, se l'ambiente naturale è concepito come uno stock di capitale-ambiente analogamente al capitale produttivo, si possono fare degli investimenti ambientali aventi lo scopo di mantenere e allargare detto stock di capitale. Questa ipotesi implica una riallocazione della produzione nazionale, dato che ora si possono distinguere tre voci: consumo, investimenti produttivi e investimenti ambientali.

(8) Cfr. H. HOTELLING, « The Economics of Exhaustible Resources », *Journal of Political Economy*, 1931.

(9) Cfr. A. QUADRIO-CURZIO e F. PELLEZZARI, « Una teoria economica delle risorse naturali: una storia sofferta e imbarazzante ma aristocratica e creativa », *Energia*, giugno 1981.

(10) Cfr. G. GABURRO, *Crescita demografica e sviluppo economico ottimale*, Cedam, Padova, 1979.

(11) Cfr. P. NIJKAMP, *Theory and Application of Environmental Economics*, Amsterdam, North-Holland Publishing Company, 1977, pp. 103 e ss.

Per l'impostazione e soluzione del problema supponiamo che il benessere sociale sia funzione del consumo e della qualità dell'ambiente, in particolare supponiamo che la funzione istantanea dell'utilità dipenda dal livello del consumo pro-capite e dall'ammontare pro-capite di capitale-ambiente. Assumiamo inoltre che la produzione pro-capite sia funzione dell'ammontare pro-capite sia del capitale produttivo che del capitale-ambiente, in quanto la produttività può aumentare al migliorare della qualità dell'ambiente.

L'elemento cruciale del problema è la funzione che definisce il grado di deterioramento del capitale-ambiente all'aumentare della produzione industriale.

Si tratta di un problema di controllo con due variabili di stato (il capitale produttivo pro-capite e il capitale-ambiente pro-capite) e due variabili di controllo (il saggio di risparmio rispettivamente per investimenti produttivi e per investimenti ambientali).

Il limite fondamentale di questa impostazione riguarda la rigidità delle strategie ottimali su un arco temporale pluri-periodale. È possibile ovviare all'inconveniente impostando il problema come problema di controllo stocastico con apprendimento attivo. L'introduzione dell'incertezza è particolarmente giustificata dalla peculiarità dei problemi economici dell'ambiente e delle risorse naturali.

Volendo essere più puntuali sulle possibili applicazioni del controllo adattivo a questi temi, ci sembra utile distinguere tre tipi di problemi per i quali dovrebbe essere particolarmente fruttuoso lo strumento del controllo stocastico adattivo.

Il primo tipo di problemi riguarda l'introduzione di un nuovo sistema, i cui parametri sono in generale non conosciuti. Pensiamo ad esempio ad un nuovo strumento per controllare la quantità di risorse naturali esistenti o per controllare gli effetti negativi sull'ambiente dello sfruttamento delle risorse stesse.

Il secondo caso è collegato ad un sistema già esistente, i cui parametri però variano nel tempo. Per assicurare una realizzazione accettabile del controllo, si dovrebbero fare degli esperimenti per apprendere i valori dei parametri.

Infine, la terza categoria può essere vista come un sottoinsieme delle prime due e si ha quando si cerca di migliorare il

modello che rappresenta il sistema. In particolare, se due modelli sono concorrenti e il controllo è determinato sulla base di un modello composito, formato da una combinazione convessa dei due, lo schema di ponderazione può essere modificato continuamente come risultato di un processo di apprendimento.

Questi problemi suggeriscono delle applicazioni che si presentano particolarmente interessanti nei seguenti settori:

a) selezione di progetti per investimenti anti-inquinamento e per l'estrazione di risorse naturali, di cui non si conosce il saggio di rendimento, ma per i quali si ripete il processo di selezione;

b) il campo della regolamentazione pubblica, dove si devono fare dei controlli periodici per determinare consenso e risposta del settore privato;

c) decisioni periodiche riguardanti la gestione delle risorse naturali.

Concludendo, il quadro concettuale dei modelli adattivi quali strumenti per l'analisi delle scelte e delle strategie flessibili nel tempo storico è sicuramente promettente, anche se è ancora aperto il campo della verifica empirica.