Path-dependency, stilizzazioni tecnologiche e teoria della produzione

di Marco Cantalupi

1. Introduzione

Una delle ipotesi più controverse del modello di Equilibrio Economico Generale, giudicata ad esempio incompatibile con le caratteristiche storiche del sistema economico moderno [Kaldor 1972] è quella che riguarda la convessità dell'insieme di produzione ¹. La rimozione di quest'ipotesi può avere gravi conseguenze sulla robustezza di quel modello: in altre parole, l'equilibrio può non esistere, o vi può essere una molteplicità di equilibri, alcuni dei quali non efficienti ².

Sui rischi di perdite potenziali connesse ad un'errata allocazione in un contesto dinamico si è soffermata in particolar modo la recente letteratura sulla competizione tecnologica influenzata dall'ormai celebre studio di David [1985] sulla diffusione della tastiera QWERTY. David descrive come il layout QWERTY, pur rivelandosi tecnicamente meno efficiente di altre soluzioni lanciate sul mercato successivamente, nondimeno diventò in breve lo standard dominante. Le ragioni di questo episodio vanno rintracciate nel tipo di esternalità che un evento iniziale, la decisione della Remington di immettere sul mercato circa un migliaio di macchine da scrivere con tastiera QWERTY, fu capace di innescare. Accadde, infatti, che le ditte acquistarono quelle macchine, le scuole di dattilografia insegnarono su quelle macchine e le altre imprese, per non trovarsi fuori mercato, si convertirono a

¹ Ciò che conta è naturalmente la convessità dell'insieme aggregato di produzione. In un'economia con un continuum di imprese ci possono essere unità produttive con

tecnologie non convesse [Farrell 1959].

Ma vedi anche Dobb [1952] e più recentemente Pasinetti [1981].

Si stima che la tastiera Dvorak, inventata circa 60 anni dopo l'introduzione di QWERTY, consenta una velocità superiore del 35% circa.

² Sui problemi di esistenza-efficienza in un modello Arrow-Debreu il rimando classico è ad Arrow-Hahn [1971]. Guesneries-Hart [1985] hanno dimostrato che esiste un certo grado di compatibilità tra rendimenti crescenti e concorrenza nel senso che se l'economia è composta da un numero molto elevato di agenti il prezzo di offerta sarà molto prossimo al costo marginale. Vi è però un altro senso in cui i rendimenti crescenti possono causare perdite di efficienza e ciò è legato al fatto che le perdite di benessere pro-capite tendono a zero molto più rapidamente quando la curva dei costi è ad U.

quello standard: con più macchine da scrivere sul mercato, ad un prezzo in diminuzione, e con un offerta di dattilografi esperti nell'uti. lizzo di QWERTY, i benefici derivanti dall'adozione aumentarono e così via.

In una serie di articoli, Arthur 5 ha esposto la struttura teorica di un modello, di cui QWERTY costituisce un'importante applicazione, in cui le decisioni di scelta di unità economiche con preferenze eteroge. nee, decisioni che avvengono sequenzialmente e casualmente, sono influenzate da considerazioni sulla grandezza delle esternalità nette, cioè dei benefici resi possibili dalle scelte effettuate in precedenza da altri agenti. Le decisioni, inoltre, non sono reversibili istantaneamente e/o senza costi. A tal scopo Arthur si avvale di una generalizzazione di un processo non lineare di Polya la cui dinamica è molto sensibile a ciò che accade nelle prime fasi del processo. L'emergenza di uno tra i molteplici equilibri possibili, assicurata da alcuni teoremi limite che generalizzano la legge forte dei grandi numeri, è cioè funzione non solo dei parametri strutturali del modello ma anche delle condizioni iniziali e delle fluttuazioni che disturbano il processo in un loro intorno. L'equazione dinamica che descrive il processo è infatti composta da una componente «stocastica» che, all'inizio del processo, è quantitativamente più importante di quella «deterministica» 7 e quindi lo governerà. Nello stadio iniziale quindi, gli «accidenti storici» possono decidere il tipo di equilibrio finale diminuendo la probabilità di possibili inversioni 8

Per appurare se un particolare processo economico sia o meno ergodico, un processo cioè che «scorda» o non le condizioni iniziali, è necessario discutere dell'eventuale esistenza e importanza dei seguenti fattori.

i) feedback positivi locali che influenzano in modo sistematico e crescente le azioni degli agenti;

ii) «disturbi» relativamente piccoli ed indipendenti dalle forze sub 1);

iii) il grado di rigidità delle scelte passate, cioè la possibilità per gli agenti di annullare, ogni volta che sia necessario e a costi nulli, le decisioni passate.

⁵ Arthur [1985], Arthur-Ermoliev-Kaniovsky [1987]. 6 Non lineare in quanto le probabilità sono funzioni non lineari delle proporzioni

Arthur definisce questa, proprietà di inflessibilità.

[«]Sistemi di questo tipo risultano sensibili alle fluttuazioni dinamiche iniziali. Spesso, esistono più candidati suscettibili di autorinforzo nel lungo periodo; l'accumularsi di guanti di larsi di eventi di poca importanza nelle fasi iniziali "spinge" la dinamica del sistema nell'orbita di una di cara "alla nell'orbita di una di esse "selezionando" in tal modo la struttura cui il sistema, alla fine, si incatenerà» [Arthur-Ermoliev-Kaniovsky 1987, 294].

In questo lavoro, dopo aver brevemente esposto le caratteristiche salienti di un particolare modello di competizione tecnologica dovuto a Farrell-Saloner [1986] accerteremo le implicazioni che i punti i)-iii) hanno per la teoria della produzione. Scopriremo che non solo può essere necessario rimuovere alcune delle ipotesi che normalmente non creano problemi ai modelli di ottimizzazione, come quella di perfetta malleabilità del capitale, ma anche che per ottenere informazioni più precise sulla dinamica del modello è decisivo il passaggio ad un modello descrittivo. A tal riguardo abbiamo accolto l'ipotesi, piuttosto comune in letteratura, di costanza dei coefficienti di apprendimento (o di crescita del network). Con tale ipotesi è sufficiente conoscere il valore cumulato della produzione (o il numero cumulato di coloro che adottano un certo standard), cioè uno scalare, per stabilire la superiorità di una tecnica sulle altre. Il costo di tale assunto non è però nullo: la performance statica e dinamica del sistema viene ad essere individuata unicamente da un parametro che sintetizza non solo gli aspetti più prettamente tecnici ma anche quelli legati alle implicazioni economiche delle varie forme organizzative. In tal senso si può dire che ciò equivale ad una perdita di informazione che solo la descrizione dei processi di produzione, delle forme possibili della loro organizzazione, dei tipi di legami (reti) che intercorrono tra gli agenti impegnati direttamente ed indirettamente in esso consente di recuperare. Si ribadisce in tal modo che parlare di tecnica di produzione al di fuori di un contesto può risultare fuorviante?.

Il modello presentato nel paragrafo 2 costituisce un pretesto per introdurre i punti *iii*) ed *i*) rispettivamente nei paragrafi 3 e 4. Inoltre, nel paragrafo 4 introduciamo un modello di scelta stocastica noto nella letteratura come modello dell'elettore: l'obiettivo è quello di chiarire in che senso si possa parlare di legami tra condizioni iniziali e di lungo andare quando si opera in un contesto di rete. Le conclusioni sono infine affidate al paragrafo 5.

2. Un modello di esternalità di rete (network externality)

Un esempio nitido di come, in presenza di rendimenti crescenti, le scelte razionali individuali possano rivelarsi inefficienti è offerto da una serie di modelli sul problema della scelta degli standard tecnolo-

⁹ È interessante notare che anche l'approccio tradizionale di teoria dei giochi è suscettibile di una simile critica. «Il punto in questione è che una stessa struttura formale di un gioco è passibile di analisi differenti a seconda dell'ambiente di riferimento: e cioè che l'analisi di un gioco può richiedere maggiore informazione di quanta non ne venga incorporata di solito nella definizione formale di gioco» [Binmore 1987, 183].

gici [David 1986; Katz-Shapiro 1985, 1986; Farrell-Saloner 1985, 1986]. Caratteristica principale di questi modelli è che l'unità economica, impresa o consumatore, che deve decidere, in modo binario, sull'acquisto di una nuova tecnica o un nuovo prodotto, può appropriarsi completamente dei benefici connessi solo se anche gli altri agenti, siano essi nuovi entranti o già operanti sul mercato, scelgono allo stesso modo.

Consideriamo due tecniche u e v: quest'ultima si rende disponibile alla data T^* . Chi in passato ha adottato u non può passare alla nuova tecnica, se non a costi molto elevati. Sia $n(t) \ge 0$ il tasso di entrata sul mercato dei nuovi utilizzatori al tempo t ed $N(t) = \int_0^t n(u)du$ il loro numero cumulato al tempo t. La presenza di network externalities è catturata da un'usuale ipotesi del tipo $\bar{u}(t) = u(N(t))$ dove u sta peri benefici che si traggono dall'adozione della tecnica u. Il valore attuale del flusso di tali benefici è, al tempo T

$$\bar{u}(T) = \int_{T}^{\infty} u[N(u)]e^{-r(u-T)}du$$

Linearizzando, si ha:

$$n(t) = 1$$

$$N(t) = t$$

$$\bar{u}(t) = a + bt$$

dove a denota i benefici "tecnici" connessi ad \mathbf{u} e b quelli legati alle esternalità di rete.

Perciò

$$\bar{u}(T) = a/r + b \int_{0}^{\infty} (u+T)e^{-ru}du = (a+bT)/r + b/r^{2}$$

dove il primo termine indica il valore scontato dei benefici iniziali, il secondo quelli connessi alla crescita futura della rete. Questo termine cresce al crescere di b, il tasso costante di crescita della rete. Ovviamente l'ultimo adottante beneficia solo del primo termine; per definizione sia $\bar{u}(T) = u^*(T)$.

Una specificazione simile vale anche per v. Tuttavia, quando v compare sul mercato, u ha già a suo favore una capacità installata pari

a N(T*). Quindi:

$$\bar{v}(T) = v[N(T) - N(T^*)]$$

Con la specificazione lineare

$$\bar{v}(T) = (c + d(T-T^*))/r + d/r^2$$

Dopo aver dimostrato che l'adozione di v è un Subgame Perfect

Nash Equilibrium se e solo se $\bar{v}(T^*) \ge u^*(T^*)$, Farrell-Saloner [1986] cui si deve questo modello, ne discutono le proprietà di efficienza. Che la questione meriti considerazione è dovuto al fatto che accanto al gruppo di agenti che trae vantaggio dall'adozione di v, ve ne sono due che ci perdono. Il primo gruppo è costituito dai precursori di v, il secondo da quelli che utilizzano u e la cui rete cessa di crescere.

A seconda dei valori dei parametri si possono avere scenari alternativi. Il caso interessante è quello in cui pur essendo l'adozione una strategia efficiente si avrà eccesso di inerzia, cioè l'unico equilibrio sarà la non adozione (vedi figura 9.1).

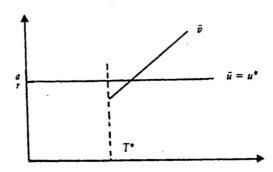


Fig. 9.1. La tecnica u non ha network ma se il primo utilizzatore ha anche solo una piccola preferenza per essa, finirà con l'adottarla. Chi viene dopo si trova di fronte allo stesso tipo di scelta: nessuno quindi la adotterà dato che nessuno vuole sopportare i costi di una temporanea incompatibilità.

Si arriva a simili conclusioni anche se, invece di ipotizzare l'arrivo di nuovi utilizzatori, si ragiona in termini di sostituzione di una tecnica all'altra, quando il numero di agenti è fisso. In tal caso, anche se tutti preferiscono passare al nuovo standard, ciascun agente preferirebbe che fosse qualcun altro a farlo (penguin effect).

3. Le scelte passate come memoria del sistema produttivo

La capacità produttiva complessivamente installata dalle imprese è, in questo modello, poco più che una metafora, benché essenziale. Il suo ruolo è quello di impedire che, al mutare delle condizioni economiche, l'unità produttiva possa approfittarne immediatamente. Se così non fosse il quesito dell'eventuale inefficienza dinamica imputabile alla generazione di quelli che David chiama gli «orfani» non si porrebbe ¹⁰.

¹⁰ Il penguin effect non è coinvolto dalla discussione. Per evitarlo bisogna ipotizzare un mondo a completa informazione.

Scrive Lucas in un suo articolo poco noto:

Se definiamo variabile un input il cui livello ottimale al tempo t>0 è indipendente dal suo valore al tempo t=0, è chiaro che, in questa teoria capitale e lavoro sono entrambi input variabili: [...] data una variazione una tantum dei prezzi, l'impresa si aggiusta immediatamente alla nuova posizione di lungo periodo [Lucas 1967, 323].

In effetti, nell'approccio tradizionale della funzione di produzione l'impresa non dispone di beni capitali propri, dato che può comun. que acquistarne i servizi sul mercato, nell'ammontare e alla data richiesta [Winston 1982]. A prescindere dal contesto teorico in cui essa viene utilizzata, l'impiego della funzione di produzione implica che l'impresa, non acquistando beni durevoli, non incorre per definizione in investimenti sbagliati. Più in generale, è sempre possibile passare. senza costi, da un punto all'altro dell'insieme delle possibilità produttive in seguito ad una variazione dei prezzi relativi degli input: inoltre, i punti di quell'insieme sono indipendenti l'uno dall'altro. Un insieme siffatto non impone vincoli di alcun tipo agli agenti economici le cui scelte, sequenziali, possono così essere descritte da un processo ergodico.

A questo punto, si prospettano due vie d'uscita. Da un lato, si può modellare la «fissità» del capitale introducendo una funzione di costo, per unità di investimento lordo, crescente al crescere del tasso di investimento. Un incremento dell'ammontare di investimento, richiesto ad esempio dalla decisione di modificare la tecnica, richiede, ceteris paribus, una diminuzione temporanea della produzione [Lucas 1967]. Alternativamente, ricollegandosi alle nozioni di località [Atkinson-Stiglitz 1969] e non-reversibilità [Rosenberg 1976] delle soluzioni tecnologico-organizzative adottate, si può cercare di limitare opportunamente lo spettro di tecniche effettivamente accessibili alla singola unità di produzione, nonché le sue stesse trasformazioni (progresso

tecnico descritto da random walk con stati assorbenti 11).

Le due proposte non sono del tutto equivalenti. La prima infatti postula implicitamente la simmetria del cambiamento. Andare da una parte all'altra dell'insieme di produzione è sempre possibile anche se a costi che crescono con la distanza tra punto di partenza e punto di arrivo. Ciò significa che, in linea di principio, è sempre possibile tornare ad un punto iniziale. La nozione di non reversibilità invece tende ad escludere questa eventualità perché rifiuta l'acritica assimilazione della tecnologia all'informazione ¹². Una tecnica non può essere

¹¹ Si veda David [1975, capitolo 1] per un utilizzo di questo approccio. Le implicazioni di questa ipotesi sul significato dei modelli di diffusione del progresso tecnico sono discusse in Amendola-Gaffard [1988].

utilizzata in un processo di produzione senza il know-how posseduto dagli agenti che lo fanno funzionare. Le tecniche cioè solo in parte possono essere descritte ingegneristicamente cosicché, una volta dismesse, non sono propriamente riutilizzabili, a meno di non ripercorrere gran parte delle tappe del loro sviluppo. Più che di usare, si tratta piuttosto di creare informazione.

Semplificando, si può sostenere che l'insieme di produzione non è, se non in prima approssimazione, una collezione indistinta di punti. Al suo interno esiste una qualche struttura gerarchica. Tra le infinite strutture interne potenziali, rappresentabili con una struttura ad albero, la storia ne sceglierà una particolare. Questa traiettoria tecnologica sarà la sintesi di Caso (importante quando ci si trova in corrispondenza di un nodo) e di Necessità (lungo certi rami le probabilità di una certa sequenza «naturale» sono elevate). Ma come giustificare

una struttura non ergodica dell'insieme di produzione?

Ouando si suggerisce di analizzare un processo di produzione scomponendolo in processi elementari, in mansioni, reticoli, tempi di lavorazione, se ne sta suggerendo una descrizione dettagliata. Vediamo allora di chiarire in che senso un'operazione di questo tipo è rilevante nel nostro contesto. Recentemente, Piacentini [1987] ha proposto un modello a fondi e flussi in cui il processo elementare di produzione è composto da un numero m di processi parziali o fasi, identificate da un insieme dato di parametri tecnologici. Se il processo è stabilizzato in modo da eliminare i tempi d'ozio di tutti i fattori produttivi, è possibile indicare con $T^* = \sum_{i=1}^{\infty} t_i^*$ il tempo ottimale di produzione, dove t_i^* è la durata minima richiesta per completare la mansione — o un insieme dato di mansioni — associata alla fase i-ma. Se esiste una qualche relazione di precedenza tra le fasi, un reticolo cioè, è possibile descrivere il processo di produzione in termini matriciali. Per analogia a quanto avviene nei modelli multisettoriali di crescita, il saggio di crescita della fase meno produttiva (con la produttività misurata dall'inverso dei tempi minimi t_i^*) condiziona la possibilità di crescita del sistema nel suo complesso. Non avrebbe perciò molto senso cercare di apportare miglioramenti tecnologici nelle fasi «veloci». Tali guadagni di efficienza rimarrebbero infatti isolati e si registrerebbe una diminuita utilizzazione della capacità produttiva in quella e/o in altre fasi. Il progresso tecnico è quindi potenzialmente indirizzato a quelle fasi che si configurano, in ogni istante, come i veri nodi di costo. Inoltre, e ciò allo scopo di moderare questa impostazione per così dire comportamentista, si può senz'altro ipotizzare che l'identificazione dei punti critici e la volontà di eliminarli sono condizioni necessarie ma non sufficienti per il successo. L'imprenditore non prenderà delle decisioni senza aver prima esaminato la storia dei successi / fallimenti registrati in passato. Certi nodi di costo possono

così rimanere tali, essendo sia elevato l'ammontare di risorse che, ex

ante, si pensa verranno richieste, quanto incerto l'esito.

Grazie ad uno schema del genere, qui deliberatamente semplifica. to, si può allora dare un contenuto preciso all'ipotesi sul comporta. mento dell'impresa, tesa a contenere la distanza dalla precedente soluzione organizzativa ovvero a muoversi lungo un dato ramo dell'albe. ro. La scelta iniziale di una data tecnica e di una certa modalità di attivazione dei processi che la utilizzano, condiziona dunque gli sviluppi futuri, ne predetermina in un certo senso la sequenza, almeno in senso probabilistico. Come scrive Rosenberg:

Ad ogni dato istante, gran parte del progresso tecnico va interpretato come il tentativo di ampliare e sfruttare sempre più certe traiettorie create dallo stock esistente di conoscenza tecnologica. Vi è un continuum di miglioramenti potenziali che sono di solito ben padroneggiati da ingegneri e product designers 13 [Rosenberg 1988, 11].

È certamente vero che molte innovazioni potrebbero dischiudere nuovi territori, mettendo fine ai vincoli esercitati dal passato. Ma è ben noto che, considerazioni legate al prezzo dell'innovazione a parte, spesso un'innovazione non interferisce «puntualmente» con il processo produttivo ma lo investe da più parti. Gli esempi non mancano: dai costi di installazione - la cui natura è sia di costi fissi che di costi variabili — a quelli di eventuale ridefinizione del contenuto di una o più fasi collegate a quella investita e quindi del ribilanciamento del reticolo.

Possiamo così concludere che certe scelte, quali l'adozione di una innovazione tout court, dipendono in senso forte 14 dalla storia. Resta ora da vedere come questa eredità si opponga, e con quale intensità, all'insorgenza del nuovo.

4. Significato e rilevanza del concetto di «rete»

Nel modello di Farrell-Saloner abbozzato nel primo paragrafo vi sono due semplificazioni che meritano di essere segnalate. La prima riguarda la distribuzione degli agenti che, sequenzialmente, affrontano la scelta di adottare la tecnica u o la tecnica v. L'ipotesi è di distribuzione uniforme, che rende così possibile ad un «istigatore» isolato di attivare l'intero processo collettivo. Per innescare l'effetto band wagon

¹³ Un'opinione analoga è sostenuta da Doeringer-Piore [1971, 121-123]. 14 Per una tassonomia si rimanda a David [1988a].

è cioè sufficiente che i benefici netti siano positivi per il primo agen-

È stato argomentato che molto spesso, nella teoria economica, il modo di trattare le relazioni sociali ha avuto l'effetto paradossale di mantenere inalterata la struttura del processo decisionale al passaggio dal singolo agente ad un gruppo di essi. Il postulato di comportamento atomistico sarebbe quindi semplicemente trasposto ad un livello di analisi superiore [Granovetter 1986]. La costanza dei coefficienti, che per comodità denominiamo coefficienti di apprendimento, ed è questo il secondo punto, consente di ipotizzare la proporzionalità tra numero cumulato di agenti e benefici di rete. Con il che si potrebbe concludere che la forma organizzativa è irrilevante nel determinare i benefici traibili dalla scelta di una tecnica piuttosto che l'altra. In realtà, è ancora il modello a fondi e flussi a soccorrerci, non vi è alcuna corrispondenza univoca tra tecnica di produzione e organizzazione dei processi produttivi che la incorpora.

Per approfondire questo secondo punto consideriamo ad esempio la distinzione tra organizzazione in linea ad organizzazione in parallelo di un processo di produzione [Georgescu-Roegen 1972]. La prima modalità, cui di solito si riconduce l'organizzazione di fabbrica, consente, quando lo stato della domanda supera una certa soglia, una maggiore efficienza statica rispetto alla seconda, l'organizzazione «artigianale». Tuttavia, non si può esprimere un giudizio conclusivo sull'efficienza relativa dei due sistemi senza valutare le loro potenzialità dinamiche, dove con dinamiche intendiamo la capacità di ciascun tipo di organizzazione di innescare processi innovativi in senso lato. A tale scopo è cruciale l'esame della natura delle relazioni che intercorrono tra i vari agenti impegnati in ciascun tipo di organizzazione, ovvero la struttura di relazioni che la definiscono. Il ruolo di queste forze sotterranee non può certamente essere discusso in questa sede e pertanto ci limiteremo ad esporre il nostro punto di vista ricorrendo ad un esempio.

Supponiamo che il sistema di fabbrica, grazie ai vantaggi statici di cui gode, e che pertanto gli consentono di abbattere il prezzo di vendita di un bene omogeneo, eroda progressivamente la competitività del sistema artigianale. Se nessun artigiano innova, in un tempo finito il «distretto artigianale» è condannato. Gli artigiani dunque, pur essendo soggetti autonomi sotto il profilo decisionale, sono legati indissolubilmente dal loro comportamento collettivo. Se ognuno di essi introducesse un'innovazione di prodotto, la reputazione del distretto

¹⁵ Sulla questione, caratteristica dei cosiddetti modelli di soglia, Granovetter [1978]. Per un esempio di come la forma della distribuzione possa irretire l'effetto bandwagon, David-Olsen [1984].

aumenterebbe controbilanciando il differenziale di prezzo. A differen za di quanto avviene nel Dilemma del Prigioniero in cui la strategia non innovativa è dominante, ipotizziamo che per ogni artigiano vi sia comunque un incentivo ad innovare purché gli altri facciano altrettan to: ad esempio perché c'è il rischio di essere identificato come un produttore di merci qualitativamente scadenti e quindi passibile di determinate sanzioni economiche e/o di status da parte degli altri membri della collettività. Per definire le strategie aperte al singolo artigiano sono necessarie alcune ipotesi generali [Green-Porter 1984]. In primo luogo va definito il grado di conoscenza che l'agente ha del. l'ambiente e in particolare assumiamo che l'informazione su cui si ba. sa il processo di scelta è solo parzialmente correlata alla condotta de. gli altri. Se tutti innovano (strategia +) l'agente i-mo innova o perché gli altri possono scegliere di non innovare, ad esempio per T periodi. o perché possono minacciare di sanzioni l'agente i-mo nel senso sopra detto. Entrambe le strategie sono credibili. Se nessuno innova, nemmeno l'agente i-mo innova (strategia –) dato che, per ipotesi, il costo dell'innovazione è superiore al costo della condotta routinaria e quindi la sua posizione all'interno del distretto peggiora. Se l'informazione che riceve è mista, la sua scelta sarà casuale.

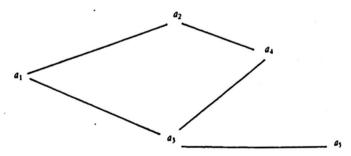


Fig. 9.2. Ogni agente è collegato a due altri agenti. Solo gli agenti direttamente collegati all'agente i'-mo ne influenzano la decisione. Si noti che $N(a_1) = \{a_2, a_3\}$.

Analiticamente, problemi di questo tipo vengono descritti da una catena di Markov di primo ordine, in cui le probabilità di transizione sono strettamente individuate dallo stato del sistema a ciascuna data. Con più agenti si avrà a che fare con processi markoviani additivi ed in particolare con dei campi casuali di Markov [Kindermann-Snell 1980]. Consideriamo il seguente grafo G = G(A, E), in cui $A \in l'$ insieme degli agenti (vertici) ed E l'insieme degli archi di collegamento. Ad ogni punto di A si può associare (operazione di configurazione) un elemento di un insieme S, nel nostro esempio le strategie possibili (+, -).

Un campo casuale di Markov è una misura di probabilità P(x) associata a ciascuna configurazione e tale per cui p(x) > 0 se e solo se

$$p[X_a = S | X_{A-a}] = p[X_a = S | X_{N(a)}]$$

con N(a) che denota l'insiemé dei vertici collegati ad a.

Per determinare la probabilità che la strategia scelta data la configurazione di A è sufficiente conoscere ciò che avviene nelle vicinanze di a.

Supponiamo che la configurazione iniziale sia {+,-,-,+,+}0. Ci si può chiedere se, e con quale probabilità, sia possibile avere, in un tempo finito, la convergenza ad una delle seguenti distribuzioni limite:

i) $x^{+} = \{+,+,+,+,+\}$ ii) $x^{-} = \{-,-,-,-,-\}$ iii) una qualsiasi distribuzione mista.

Il risultato di un certo interesse è che vi è probabilità zero che la distribuzione limite sia del tipo iii): inoltre, la probabilità di avere una delle configurazioni i) o ii) è uguale alla proporzione degli agenti che nella configurazione iniziale scelgono + (oppure -) 16.

Tornando brevemente all'esempio: dato che non vi è alcun valido motivo per attendersi che la configurazione iniziale sia del tipo iii) il sistema artigianale potrebbe aver fine. Viceversa, il sistema di fabbrica a cui partecipano agenti che non effettuano le scelte di produzione non rischia questa eventualità. Il sistema di fabbrica, con la sua struttura gerarchica, «semplifica» la rete comunicativa eliminando alla radice quel problema di coordinazione.

5. Conclusioni

Da più parti si assiste al tentativo di restituire ai modelli economici una componente storica. Questa esigenza è nata dall'impossibilità di discutere in modo soddisfacente molti fenomeni caratterizzati da varie forme di isteresi e più in generale di dipendenza dagli eventi

Nella teoria del progresso tecnico ad esempio, si accetta che molte decisioni, da quella di sostituzione della tecnica, ottimale ai vecchi

¹⁶ Per una discussione più particolareggiata delle ipotesi e dei risultati David [1988b]. Questo risultato non è facilmente generalizzabile quando i legami di rete sono di una complessità tale da non poter essere ricondotti al caso bidimensionale, né in presenza di un numero molto elevato di agenti. Vi è inoltre un ulteriore problema segnalato da Kindermann Snell [1980] e che riguarda il legame tra t, il tempo, ed N, il numero di agenti, quando entrambi tendono all'infinito. Il risultato finale infatti dipende da come si costruisce la distribuzione limite: far tendere all'infinito dapprima t poi N non porta allo stesso risultato ottenibile seguendo la procedura inversa.

prezzi dei fattori, a quelle sugli investimenti in R&S, non sono ben descritte dai modelli economici standard. Ciò per il semplice motivo che il contesto in cui esse vengono prese esibisce un grado nullo di

path-dependency.

Nelle pagine precedenti abbiamo visto come l'ipotesi di irreversibilità delle scelte produttive congiuntamente ad un qualche modello dinamico (stocastico) di interazione strategica possano produrre risultati path-dependent. In realtà, la prima condizione, l'irreversibilità, va valutata comparativamente alla velocità di alterazione dell'ambiente (ad esempio del tempo medio che intercorre tra l'arrivo di due successivi entranti). Infatti, quando ci si trova in una fase di rapida entrata, la popolazione di agenti cresce senza limite e di conseguenza la configurazione, nel suo significato tecnico, fluttua stocasticamente tra i valori limite. La fase di convergenza asintotica ad uno di essi potrà aver inizio solo quando il tasso di entrata (market replacement effect) sarà diminuito in modo tale da lasciare al solo effetto di sostituzione tecnologica (technology replacement effect) il compito di guida del processo. Con l'affievolirsi del disturbo esogeno, l'entrata delle imprese, il valore segnaletico della distribuzione esistente della capacità installata cresce: aumenterà di conseguenza la probabilità che dalla conoscenza di quest'ultima si possa correttamente inferire l'equilibrio finale.

Grazie a modelli descrittivi del processo di produzione, un filone che a tutt'oggi riveste un ruolo secondario nella teoria microeconomica della produzione, si è potuto dare maggiore precisione alla proposizione secondo cui vi è sempre uno scarto tra efficienza ingegneristica ed efficienza economica di una data soluzione tecnologica. In prospettiva poi, appare di un certo interesse insistere sui legami tra tecnologia e moduli organizzativi dei processi; sulla tendenza di questi ultimi ad essere soggetti a quei fenomeni di «deriva e slittamento» evidenziati dai teorici delle organizzazioni e che non sarebbero altro che processi di allontanamento, non globalmente controllabili, dalle soluzioni messe a punto inizialmente; ed infine sul loro grado di flessibilità a fronte di variazioni delle condizioni ambientali. L'interesse deriva, crediamo, non solo dall'urgenza di colmare il divario tra teoria della riproduzione e teoria dell'impresa, come già evidenziato in alcuni recenti lavori [Kuran 1987, Leibenstein 1987] ma anche dal rinnovato stimolo a proseguire la ricerca in tema di razionalità procedurale in presenza di molteplicità di attori sociali.

Riferimenti bibliografici

Amendola, M. Gaffard, J. L. (1988), The Innovative Choice, Oxford, Basil Blackwell.

Arrow, K.-Hahn, F. (1971), General Equilibrium Analysis, Edinburgh-San Francisco, Oliver & Boyd-Holden Dav.

Arthur, B. (1985), Competing Technologies and Lock-in by Historical Small Events: the Dynamics of Allocation Under Increasing Returns, Stanford University, Cepr Publication, 43.

Arthur, B.-Ermoliev, Yu.-Kaniovsky, Yu. (1987), Path-dependent Process and the Emergence of Macrostructure, in «European Journal of Operational Research», 30.

Atkinson, A.-Stiglitz, J. (1969), A New View of Technological Change. in «Economic Journal», 79.

Binmore, K. (1987), Modelling Rational Players, in «Economics and Philosop-

David, P. (1975), Technical Choice, Innovation and Economic Growth, Cambridge: Cambridge University Press.

- (1985), Clio and the Economics of QWERTY, in «American Economic Re-

view, Papers & Proceedings», 75.

- (1986). Some New Standard for the Economics of Standardization in the Information Age, Stanford University, Cept Publication, 79.

- (1988a), The Future of Path-dependent Equilibrium Economics, Stanford

University, mimeo.

- (1988b), Path-dependence: Putting the Past into the Future of Economics, Stanford University, Technical Report 533.

- David, P.-Olsen, O. (1984), Anticipated Automation: a Rational Expectations Model of Technological Diffusion, Stanford University, Cept Publication,
- Dobb, M. (1952), A Note on the Discussion of the Problem of the Choice between Alternative Investment Projects, in «Soviet Studies», II.

Doeringer, P.-Piore, M. (1971), Internal Labour Markets and Manpower Analysis, Armouk, N. Y. London, M. Sharpe Inc.

Farrell, M. (1959), The Convexity Assumption in the Theory of Competitive Markets, in «Quarterly Journal of Economics», IV.

Farrell, J.-Saloner, G. (1985), Standardization, Compatibility and Innovation, in «The Rand Journal of Economics», 16.

- (1986), Installed Base and Compatibility: Innovation, Product Preannouncements and Predation, in «American Economic Review», 76.

Georgescu-Roegen, N. (1972), Process Analysis and the Neoclassical Theory of Production, in «American Journal of Agricolture».

Guesneries, R.-Hart, O. (1985), Welfare Losses Due to Imperfect Competition: Asymptotic Results for Cournot-Nash Equilibria with and without Entry, in «International Economics Review», 26.

Granovetter, M. (1978), Thresholds Models of Collective Behavior, in «American Journal of Sociology», 83.

- (1986), Economics Action and Social Structure: the Problem of Embeddedness, in «American Journal of Sociology», 91.

Green, E., Porter, R. (1984), Non Cooperative Collusion Under Imperfect Price Information, in «Econometrica», 52.

Kaldor, N. (1972), On the Irrelevance of the Equilibrium Economics, in «Economic Journal».

Katz, M., Shapiro, C. (1985), Network Externalities, Competition and Compatibility, in «American Journal of Economics», 75.

— (1986), Technology Adoption in the Presence of Network Externalities, in

«Journal of Political Economy», 94.

Kindermann, R., Snell, L. (1980), On the Relation between Markov Random Fields and Social Networks, in «Journal of Mathematical Sociology», 7.

Kuran, T. (1987), Preference Falsification, Policy Continuity and Collective Conservatorism, in «Economic Journal». 97.

Leibenstein, H. (1987), Inside the Firm, Cambridge, Cambridge University Press.

Lucas, R. (1967), Adjustment Costs and the Theory of Supply, in «Journal of Political Economy», 75.

Pasinetti, L. (1981), Structural Change and Economic Growth, Cambridge. Cambridge University Press.

Piacentini, P. (1987), Costi ed Efficienza in Modello di Produzione a Flusso Lineare, in «Economia Politica», 3.

Rosenberg, N. (1976), Perspectives on Technology, Cambridge, Cambridge University Press.

- (1988), Qualitative Aspects of Technological Change: Some Historical Perspectives, Stanford University, mimeo.

Winston, W. (1982), The Timing of Economic Activity, Cambridge, Cambridge University Press.