

# Crescita endogena, fluttuazioni cicliche e accumulazione del capitale\*

MAURO GALLEGATI

## 1. Introduzione

I modelli di fluttuazioni cicliche della tradizione keynesiana analizzano la dinamica del ciclo attorno a un *trend* esogeno. L'aspetto peculiare di tale analisi è la separazione dei fattori teorici e delle loro serie temporali in due componenti: le variabili di *breve periodo*, determinate endogenamente e che spiegano il ciclo, e quelle di *lungo periodo*, che spiegano il *trend*, ma sono esogene. Tale separazione è basata sull'ipotesi secondo la quale i flussi d'investimento sono importanti nella determinazione del reddito corrente, ma hanno un ruolo secondario rispetto allo stock di capitale: inoltre, il rapporto capitale-prodotto e quello lavoro-capitale sono assunti costanti. Nell'approccio keynesiano tali assunzioni sono alla base dei modelli moltiplicatore-acceleratore che spiegano le fluttuazioni cicliche o un qualche semplificato sentiero di crescita, ma non entrambi (Pasinetti, 1981). La combinazione di fluttuazioni cicliche e di crescita nel medesimo modello rimane dunque uno dei problemi da risolvere per il rilancio della modellistica di ispirazione keynesiana.

Nel corso degli ultimi decenni, la *performance* economica dei paesi industrializzati ha fornito vari motivi di insoddisfazione rispetto ai modelli keynesiani. In particolare, il credo keynesiano in alti e

---

□ Università "G. D'Annunzio", Dipartimento di metodi quantitativi e teoria economica, Pescara.

\* Ringrazio, senza coinvolgimento di responsabilità, Laura Gardini, Bruce Greenwald, Joe Stiglitz e un *referee* anonimo.

stabili tassi di crescita e il conseguente spostamento dell'analisi al controllo delle fluttuazioni della domanda di breve periodo sono stati smentiti. Inoltre, indagini empiriche hanno rilevato la variabilità del rapporto capitale-lavoro ed enfatizzato che l'impatto degli investimenti sullo stock di capitale è spesso di dimensione non trascurabile.

I modelli di crescita che hanno dominato la teoria economica negli anni Sessanta non sono molto utili a tale proposito. Il modello di Solow analizza il sentiero di crescita aggregato del sistema, ma non le fluttuazioni cicliche; né il *gap* è stato colmato dalla recente letteratura su cicli e crescita. Infatti, mentre gli approcci di Lucas (1988) e Romer (1988, 1990) si concentrano sulla crescita di lungo periodo, trascurando le fluttuazioni di breve periodo, l'approccio dei Cicli Economici Reali (Kydland e Prescott 1982) riduce il processo di crescita in una "random walk", oscurando in tal modo le fluttuazioni di lungo periodo.

Questo lavoro si muove nella direzione di colmare il *gap* esistente tra evidenza empirica e modellizzazione teorica, esaminando le interazioni derivanti dall'ipotesi di informazione asimmetrica e dai vincoli finanziari che ne derivano, in un contesto "nuovo keynesiano" (Mankiw e Romer, 1991; e il Symposium sul *Journal of Economic Perspectives*, 1993). Le asimmetrie informative generano imperfezioni nei mercati di capitale e spingono gli agenti ad assumere un comportamento avverso al rischio, e producono altresì variazioni nel valore di mercato di imprese e banche. Le asimmetrie informative modificano tanto la domanda di credito delle imprese quanto l'offerta delle banche: ciò può influenzare la produzione aggregata e l'investimento e generare instabilità. La tesi qui sostenuta è che gli effetti sui vincoli finanziari siano abbastanza ampi e persistenti da costituire una determinante endogena delle fluttuazioni e del *trend*.

## 2. Un modello macroeconomico "nuovo keynesiano"

Questa sezione illustra un modello macroeconomico "nuovo keynesiano", che riprende e sviluppa un lavoro di Greenwald e Stiglitz (1993a). Viene analizzato il processo di crescita ciclica modificando il modello di Greenwald-Stiglitz in modo da considerare la domanda di investimento, l'accumulazione di capitale e il progresso tecnico. Questo nuovo modello è in grado di produrre un ampio insieme di comportamenti dinamici. Infatti, la forma ridotta del modello è non

lineare: una condizione necessaria per ottenere fluttuazioni stocastiche, cicli endogeni o una qualche combinazione dei due.

Il modello analizza un'economia chiusa, senza settore pubblico e con tre tipi di agenti: imprese, banche e famiglie, e nel quale il ricorso al mercato azionario è limitato. Vi sono due mercati competitivi (beni e credito), mentre l'occupazione viene determinata residualmente a un salario di riserva. Le variazioni del reddito sono guidate da quelle del valore di mercato delle imprese (*equity base*), mentre gli shock di domanda influenzano la produzione attraverso la divergenza tra il prezzo atteso e quello effettivo. Il funzionamento del modello viene analizzato in tre passi successivi: *i*) una situazione di breve periodo, nel quale né l'accumulazione di capitale né il progresso tecnico sono considerati, così che fluttuazioni stocastiche o cicli endogeni possono essere analizzati; *ii*) una situazione di lungo periodo con accumulazione di capitale, ma senza progresso tecnico (*crescita*, secondo la definizione di Schumpeter, 1934); e infine, *iii*) una situazione di lungo periodo con progresso tecnico (*sviluppo*, secondo Schumpeter).

### 2.1 Il comportamento delle imprese e l'investimento

In questo modello ci sono  $n$  imprese perfettamente competitive le cui decisioni di produzione sono prese da dirigenti avversi alla possibilità di bancarotta. A causa di imperfezioni informative, la capacità delle imprese di finanziarsi sui mercati dei capitali è limitata e, poiché i mercati futuri non esistono e gli *inputs* di capitale (cioè gli investimenti) sono pagati prima che la produzione sia venduta, ogni decisione di produzione è una decisione d'investimento rischiosa. Le imprese devono pagare un salario reale  $w$  e, a quel salario, viene soddisfatta la domanda di lavoro fino alla piena occupazione (per semplicità assumiamo che  $w$  sia il salario di riserva e che i salari siano pagati alla fine del periodo di produzione). Le imprese possono anche prendere a prestito quanto desiderano sul mercato del credito alla condizione che il prestatore ottenga un tasso reale d'interesse atteso pari a  $r$  (in equilibrio questo rappresenta il tasso di preferenza intertemporale delle famiglie), mentre esiste razioneamento nel mercato azionario.

In ciascun periodo, il valore di mercato delle imprese varia secondo la:

$$(1) \quad a_t = y_t + \left(\frac{p_t^e}{p_t}\right) (a_{t-1} - w_l^t - d_t r_t)$$

dove:  $a$  = valore di mercato delle imprese;  $y$  = livello reale del prodotto;  $p$  = livello dei prezzi, dove il suffisso  $e$  sta per atteso;  $r$  = tasso di interesse reale;  $w$  = salario reale;  $l$  = occupazione;  $d$  = ammontare di credito bancario preso dalle imprese all'inizio del processo produttivo. In particolare, con aspettative razionali, si ha che  $p_t^e = p_t | \Omega_{t-1}$ . Il prodotto totale è:

$$(2) \quad y_t = qk_t.$$

Dividendo la (2) per  $l$ , si ha che la produttività del lavoro,  $\pi = y/l$ , uguaglia il rapporto prodotto-capitale,  $q$ , moltiplicato per il rapporto capitale-lavoro,  $\psi = k/l$ :

$$(3) \quad \pi = \psi q$$

o

$$(4) \quad y_t = l_t \psi q.$$

La domanda d'investimento,  $i$ , è il minimo tra un multiplo dell'*equity base* del periodo precedente e la piena occupazione,  $i^*$ ,

$$(5) \quad i_t = \min(ba_{t-1}, i^*)$$

con  $b > 1$ . La crescita dello stock di capitale è rappresentata dalla

$$(6) \quad k_t = k_{t-1}(1-\delta) + i_t$$

dove  $\delta$  è il tasso di deprezzamento fisico.

È un risultato acquisito dalla letteratura "nuovo keynesiana" di informazione asimmetrica (Greenwald e Stiglitz, 1993b) quello secondo cui le variazioni del prodotto nel tempo sono prodotte da oscillazioni nell'*equity base*. Tale risultato è una conseguenza dell'ipotesi di informazione asimmetrica, ipotesi sotto la quale il teorema di Modigliani-Miller non è applicabile, e si può individuare una gerarchia finanziaria che va dai fondi interni, disponibili a costi inferiori, ai fondi esterni, con costi maggiori. Di conseguenza, la funzione di offerta aggregata non è più solo funzione del livello dei prezzi, come nella formulazione tradizionale, ma anche dell'*equity base*. Inoltre, si può assumere che gli shock da domanda influenzano il livello atteso dei prezzi, generando fluttuazioni di breve periodo.

## 2.2 Il mercato del credito

Le imprese finanziano la propria attività d'investimento attraverso fondi interni e fondi presi a prestito dalle banche, dal momento

che tale spesa può eccedere la disponibilità di autofinanziamento. Così, se i fondi interni non sono sufficienti a coprire le spese di investimento, le imprese devono domandare fondi al sistema bancario. La presenza di informazione asimmetrica sul mercato del credito limita l'accesso delle imprese al credito (Stiglitz e Weiss, 1981). Con informazione asimmetrica, il tasso d'interesse effettivo è  $r_t = R_t + \Theta_t$ , dove  $\Theta_t$  è il *premio sui bidoni* (*lemon premium*: Akerlof, 1970), e  $R$  è il tasso *risk free*. Pertanto assumiamo che, poiché i salari sono pagati alla fine del processo produttivo, la domanda di fondi esterni,  $d$ , da parte dell'impresa è pari a

$$(7) \quad d_t = i_t - a_{t-1}$$

mentre l'offerta di fondi,  $f$ , viene definita dal prodotto tra il tasso di interesse e il moltiplicatore del credito,  $l_0$ :

$$(8) \quad f_t = l_0 r_t.$$

Il *premio sui bidoni* può essere reso endogeno in funzione del valore di mercato dell'impresa. In questo caso, essendo prociclico, esso sarà più alto (basso) durante le fasi di recessione (espansione). Se il rendimento di un prestito fosse influenzato dalle aspettative si potrebbe individuare una situazione di "aspettative che si autorealizzano". Quando le banche si attendono un periodo di bassa congiuntura, l'offerta di credito diviene più rigida, ovvero il *premio sui bidoni* aumenta. Se il rischio per la banca aumenta, anche la perdita attesa cresce, ovvero il profitto atteso diminuisce, spostando così verso il basso la curva di offerta di credito: questo comporta un livello inferiore di credito a tassi probabilmente più elevati e meno investimenti e reddito. Di seguito, assumiamo che l'offerta di credito sia lineare nel tasso d'interesse e che non esista razionamento del credito.

La condizione di equilibrio nel mercato del credito richiede che

$$(9) \quad d_t = f_t.$$

Sostituendo la (7) e la (8) nella (9) si ha

$$(10) \quad r_t = \frac{1}{l_0} a_{t-1} (b - 1)$$

secondo la quale il tasso d'interesse aumenta se  $b$  e l'*equity base* del periodo precedente aumentano, o se il moltiplicatore del credito diminuisce.

2.3 L'equilibrio macroeconomico

Sostituendo le (2), (4)-(5) e (10) nella (1), assumendo aspettative realizzate (cioè un contesto deterministico che implica  $p_t^e = p_t$ ), e la (5) nella (6) si ha il sistema

$$(1a) \quad a_t = \varphi_2 a_{t-1} + \varphi_1 a_{t-1} + \varphi_0 \equiv \Gamma$$

$$(6a) \quad k_t = (1 - \delta)k_{t-1} + b a_{t-1}$$

dove  $\varphi_0 = k_{t-1}[(1-\delta)(q - \frac{w}{\psi})] > 0$ ;  $\varphi_1 = 1 + b(q - \frac{w}{\psi}) > 0$ ;  $\varphi_2 = q - \frac{1}{1_0}(b-1)^2 < 0$ .<sup>1</sup>

L'equazione alle differenze del primo ordine non-lineare (1a) è una parabola con la concavità verso il basso (figura 1). Esistono due valori di *steady-state*,

$$(11) \quad a^* = \frac{1}{2\varphi_2} [-(\varphi_1 - 1) \pm \sqrt{(1 - \varphi_1)^2 - 4\varphi_0\varphi_2}]$$

ma uno solo di questi ha significato economico, cioè  $a^*$ .

Differenziando  $\Gamma$  rispetto ad  $a$ , si ha,

$$(12) \quad \Gamma'(a^*) = 1 - \sqrt{(1 - \varphi_1)^2 - 4\varphi_0\varphi_2} \geq 0,$$

se  $\varphi_1(-2 + \varphi_1) \geq -4\varphi_0\varphi_2$ . Ovviamente, con  $\Gamma' > 0$  ( $\Gamma' < 0$ ) la convergenza allo *steady state* è monotona (oscillante); un ciclo deterministico di periodo multiplo può esistere se l'inclinazione della curva

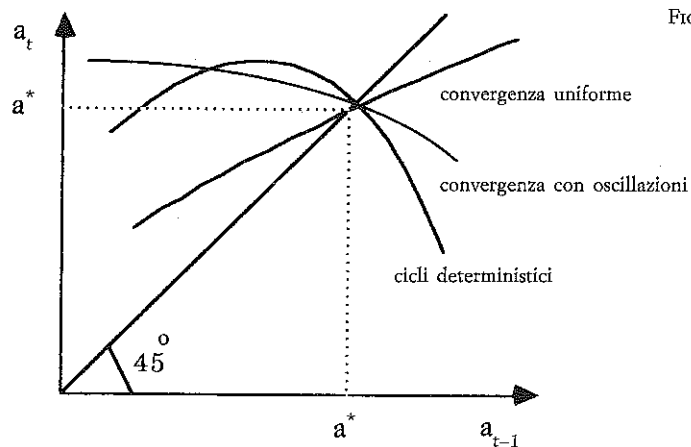


FIGURA 1

<sup>1</sup> Per semplicità (e senza perdita alcuna di generalità per quanto riguarda la dinamica del modello) assumiamo che  $\Delta k = 0$ , di modo che il sistema si riduce alla sola equazione (1a). Il sistema (1a)-(6a) è studiato in Gardini, 1993, a cui si rimanda il lettore interessato.

$\Gamma$  è "sufficientemente negativa" nell'intersezione con la bisettrice (Grandmont, 1985; Goodwin, 1990).

Se  $\Gamma' \geq 0$ , l'approccio impulsi-moltiplicatore (si noti che i differenti sentieri seguiti dal sistema verso l'equilibrio riflettono i distinti approcci di Frisch 1933 e Slutsky 1937) può essere applicato considerando il disturbo stocastico di prezzo

$$p_t^e = p_t + \varepsilon_p,$$

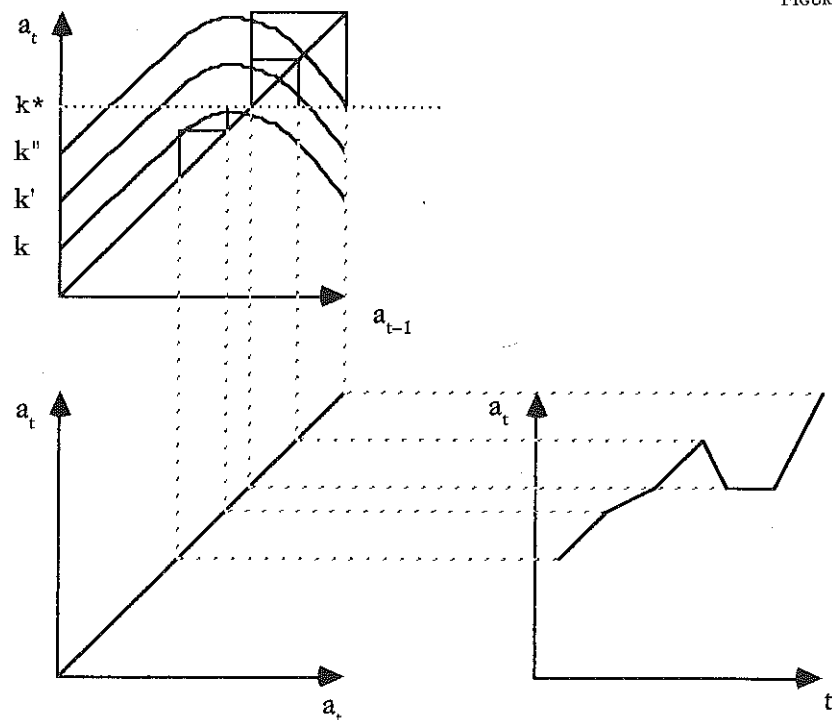
cioè il prezzo atteso contiene un disturbo stocastico  $\varepsilon_p$  con media 0 e varianza  $\sigma^2$ . Viceversa, quando  $\Gamma' < 0$ , si possono avere cicli deterministici; con una dinamica di tipo caotico, i cicli divengono erratici, cioè il sentiero è stocastico seppur generato da un sistema deterministico.

Nel contesto deterministico del modello, un periodo di attività in crescita porta maggiori profitti, una più alta domanda di prestiti e pertanto un più elevato tasso d'interesse. Quest'ultimo effetto abbassa il valore di mercato delle imprese, elevando gli oneri finanziari, e riduce l'attività; pertanto, poiché l'*equity base* è ridotta, la domanda di prestiti e il tasso d'interesse si contraggono, stimolando la produzione, i profitti e il valore dell'impresa. Il ciclo può quindi ripartire di nuovo.

Si noti che la curva  $\Gamma$  è "parametrizzata" a  $k_{t-1}$ . Questo significa che, quando il capitale si accumula, la curva si sposta verso l'alto aumentando il livello di  $a^*$ . Senza approfondire qui gli aspetti più tecnici, consideriamo la figura 2, nella quale viene rappresentata l'evoluzione temporale di  $a$ . La figura mostra come le fluttuazioni che accompagnano l'aggiustamento verso l'equilibrio si combinano con la crescita derivante dall'accumulazione di capitale che fanno spostare la curva  $\Gamma$  da  $k$  a  $k''$  (senza influenzare né il vertice né l'inclinazione della curva quando il tasso d'interesse rimane costante: un risultato intuitivo, poiché l'accumulazione riproduce in tal caso su una scala più grande il comportamento dinamico del sistema). Come risulterà più chiaro in seguito, questo risultato ricorda la distinzione di Schumpeter tra crescita e sviluppo, in quanto la prima è un aumento quantitativo del sistema, e l'altra un cambiamento strutturale, cioè una variazione qualitativa del funzionamento del modello derivante dal cambiamento tecnologico.

In ogni caso, il processo di crescita dovuto alla sola accumulazione di capitale tende a zero per via di due effetti: i) quando il sistema si avvicina alla posizione di equilibrio di stato stazionario,

FIGURA 2



l'accumulazione di capitale tende a zero poiché la variazione del valore dell'impresa tende a zero quando il tempo tende a infinito; *ii*) esiste una barriera di piena occupazione ( $k^*$  nella figura 2), che può essere rimossa solo se il rapporto capitale-lavoro aumenta. Nella prossima sezione analizziamo le proprietà dinamiche del modello quando l'accumulazione di capitale e il progresso tecnico sono assenti, mentre la sezione 4 è dedicata all'analisi di lungo periodo.

### 3. Fluttuazioni e cicli

Si è già visto che, in funzione dell'inclinazione di  $\Gamma$ , il modello può generare *fluttuazioni*, cioè variazioni nel prodotto dovuti a shock, e *cicli* deterministici, cioè movimenti autopropulsivi attorno a un punto repulsivo o un dominio stabile. Abbiamo dimostrato in un altro lavoro (Gallegati, 1993) che il sistema può assumere differenti dinamiche in funzione dell'evoluzione stocastica dei parametri; valori che,

in ultima analisi, influenzano la "forma" della curva  $\Gamma$ . Di seguito analizzo entrambe le dinamiche.

#### 3.1 Shock e fluttuazioni

Nella sezione 2.1 si è visto che il valore di mercato dell'impresa può essere influenzato da disturbi stocastici al prezzo atteso. Si assuma che  $\Gamma' \geq 0$ , senza essere "troppo" negativo. Se uno shock abbassa il prezzo atteso, il valore di mercato dell'impresa si riduce. Tale contrazione si riflette, nel periodo seguente, in una ridotta domanda d'investimento, lavoro e credito. Se l'offerta di credito non si sposta verso l'alto, il tasso d'interesse si abbassa, riducendo il peso degli oneri finanziari. Tale riduzione fa crescere il valore di mercato dell'impresa, stimolando la domanda di lavoro e di credito fino a riportare il sistema alla posizione di *steady state*.

Ovviamente si possono analizzare vari tipi di shock ma, se di natura "transitoria", avranno effetti simili a quelli appena descritti. Il processo di aggiustamento può assumere caratteristiche assai diverse (oscillatorio o convergente), in funzione del valore di  $\Gamma'$ . A differenza di Blanchard e Quah (1989), uno shock di domanda può influenzare l'inclinazione di  $\Gamma$ , e quindi in ultima analisi la dinamica del sistema. Infatti, poiché l'effetto di un aumento non previsto dei prezzi su  $\Gamma'$  è positivo, si ha che tale shock riduce l'ampiezza delle fluttuazioni, a differenza di uno negativo che le amplifica (l'asimmetria degli shock aiuta a spiegare i risultati di Blatt, 1988, secondo cui le fluttuazioni delle serie temporali dimostrano un comportamento asimmetrico che non può essere conciliato con la simmetria stocastica dell'approccio impulsi-propagazione).

Passiamo ora ad analizzare shock di offerta o "permanenti". Si supponga che, a seguito di un'innovazione, il valore del rapporto capitale-lavoro aumenti. L'effetto principale consiste nello spostamento verso l'alto della curva  $\Gamma$  e in una sua maggior inclinazione nel punto di stato stazionario. In conseguenza dello spostamento verso l'alto di  $\Gamma$ , si generano due effetti: *i*) una crescita del valore di mercato dell'impresa; *ii*) le fluttuazioni di tale valore si riducono in ampiezza (anche in questo caso esiste una risposta asimmetrica agli shock, poiché l'ampiezza delle fluttuazioni aumenta in conseguenza di uno shock negativo). Il caso di uno shock dominante di natura tecnologica può essere ben rappresentato facendo riferimento alla

figura 2. A differenza di uno shock temporaneo, lo spostamento della curva è permanente, ma il risultato sarà (se  $\Gamma' < 0$ ) quello di una crescita ciclica. In definitiva, ogni qual volta  $\psi$  cresce, la produzione aumenta, guidando verso l'alto il tasso d'interesse e il valore di mercato dell'impresa. L'effetto finale sarà dunque positivo, sebbene la sua grandezza dipenda dalla sensibilità del reddito al tasso d'interesse e al tasso di profitto.<sup>2</sup>

### 3.2 Cicli endogeni

Si è visto che quando  $\Gamma' \ll 0$ , si può manifestare una dinamica di tipo deterministico. In tal caso, se valgono le condizioni per una dinamica caotica, i cicli seguono un sentiero erratico, cioè il loro comportamento è apparentemente stocastico anche se il sistema che li genera è deterministico. Nel contesto deterministico del modello, un periodo di attività in crescita porta a un aumento della domanda d'investimento e del tasso d'interesse. Quest'ultimo effetto deprime il livello dell'*equity base* e provoca un'inversione del processo; pertanto, poiché il valore di mercato dell'impresa si riduce, la domanda di crediti e il tasso d'interesse si ridurranno, stimolando  $a$ , la produzione e i profitti, di modo che la direzione del ciclo si inverte.

Una delle critiche più comuni rivolte alle "vecchie" teorie del ciclo endogeno (Kaldor, 1940; Hicks, 1950; Goodwin, 1951) verteva sul fatto che il ciclo aveva un periodo «troppo regolare» per replicare adeguatamente le fluttuazioni del mondo reale (Zarnovitz, 1992). La teoria del caos consente di superare tale critica poiché genera cicli endogeni di periodo irregolare. La letteratura ha prodotto vari test empirici del caos (Brock *et al.*, 1991), con risultati spesso contrastanti.

La dinamica fin qui analizzata ricorda molto da vicino quella dei "vecchi" cicli endogeni, eccezion fatta per l'irregolarità del periodo. Passiamo ora ad analizzare un contesto differente, di caos stocastico, supponendo che la propensione a investire sia guidata dagli *animal spirits*,

<sup>2</sup> Infatti, sia in  $\varphi_0$  che in  $\varphi_1$  appare l'espressione  $q - \frac{\omega}{\psi}$  che equivale a  $\frac{y}{K} - \frac{1\omega}{K} = \frac{\Pi}{K}$  dove  $\Pi$  rappresenta il profitto totale. L'innovazione tecnologica *causa* dunque l'aumento del saggio del profitto.

$$(13) \quad b_t = b + b_\varepsilon,$$

dove  $b_\varepsilon$  è una componente casuale con media e varianza  $(0, \sigma^2)$ . Ogni qual volta  $b$  cambia, la forma della curva  $\Gamma'$  si modifica e  $\Gamma'$  si riduce. In particolare, le fluttuazioni si riducono in ampiezza e persistenza (a causa dell'effetto positivo del "vaso di Pandora": maggiori profitti generano maggiori investimenti e, nel periodo successivo, profitti ancora più alti, e così via). Se la propensione a investire dovesse diminuire in misura assai consistente, il sistema potrebbe collassare verso l'instabilità in una situazione di depressione cumulativa che può essere interrotta da interventi della banca centrale o da un'espansione della spesa pubblica. Ovviamente, questa successione di differenti regimi dinamici produrrà diversi tipi di dinamiche caratteristiche di ciascun regime, sebbene improvvisi cambiamenti nella dinamica possano essere generati anche dal solo *caos* (Medio e Gallo, 1992). In particolare, quando  $b$  è "abbastanza vicino" al valore di biforcazione, ogni singolo disturbo stocastico può produrre salti dei regimi, cioè cambiamenti qualitativi nel comportamento dinamico delle serie (Delli Gatti *et al.*, 1993).

## 4. Crescita e fluttuazioni

Si è visto sopra che il processo di crescita ciclica è strettamente connesso al funzionamento del sistema. Per convenienza analitica, la *crescita* può essere separata dalle fluttuazioni, sebbene i due fenomeni siano interdipendenti; di seguito mostriamo che, mentre la crescita può essere attribuita all'accumulazione del capitale, il progresso tecnico rappresenta la *causa causante* dello *sviluppo*.

### 4.1 Accumulazione di capitale

Nella sezione 2.3 si è visto che, durante il processo di aggiustamento, lo stock di capitale può accumularsi, causando così lo spostamento della curva  $\Gamma$ . Affinché vi sia accumulazione di capitale, il valore di mercato dell'impresa deve essere maggiore di zero e l'investimento netto positivo (cioè  $\delta k_{t-1} < b a_{t-1}$ ); in caso contrario, il capitale si decumula. Questa accumulazione muove il sistema lungo un sentiero di *crescita ciclica*, poiché la componente ciclica si "sovrap-

pone" alla crescita derivante dall'accumulazione di capitale. Se le serie non sono depurate dal *trend*, esiste dunque asimmetria tra le fasi ascendenti e discendenti del ciclo: infatti, anche se le fluttuazioni fossero simmetriche, l'elemento di *trend*, introducendo un fattore di crescita, renderebbe l'espansione più lunga della recessione.

L'effetto derivante dall'accumulazione di capitale può essere identificato con una variazione di  $\varphi_0$ , del vertice di  $\Gamma$  e di  $\Gamma'$ . Se la politica monetaria non è accomodante e cerca di stabilizzare il tasso d'interesse,  $\Gamma'$  non cambia: in tal caso la dinamica non è influenzata dall'accumulazione. Si potrebbe allora sostenere che l'accumulazione si limita a riprodurre su una scala più larga il comportamento dinamico del sistema. Tale processo è, in ogni caso, vincolato da soffitti (piena occupazione e razionamento del credito) e pavimenti (investimento netto nullo) che, modificando le condizioni iniziali, alterano la dinamica del sistema (Minsky *et al.*, 1993). In caso di politica monetaria non accomodante, l'accumulazione genera un cambiamento dell'inclinazione e quindi un aumento della variabilità delle fluttuazioni, poiché un aumento del tasso d'interesse e degli oneri finanziari provoca la diminuzione dell'*equity base* a cui si contrappone una spinta opposta derivante dall'aumento del capitale fisico.

All'interno di un dato paradigma tecnologico, il processo di crescita è limitato dalla barriera della piena occupazione. Se la produttività non aumenta, prima o dopo il sistema cozzerà contro tale barriera, senza ulteriore possibilità di crescita. Per avere crescita continua, il sistema deve *risparmiare* lavoro: in caso contrario le possibilità di crescita saranno limitate dal tasso di aumento della forza lavoro o del tasso di partecipazione. L'evidenza empirica suggerisce che, durante gli ultimi 100 anni, mentre il rapporto capitale-prodotto è rimasto praticamente costante, quello capitale-lavoro è aumentato continuamente. D'altra parte, il tasso di partecipazione ha avuto un ruolo modesto nella crescita, e ciò conferma che l'aumento della produzione è imputabile principalmente alla continua espansione della frontiera tecnologica.

#### 4.2 Il ruolo del progresso tecnico

L'analisi fin qui svolta ha sviluppato la tesi schumpeteriana secondo cui le innovazioni *causano* le fluttuazioni. Si assuma che il sistema non sia influenzato da disturbi stocastici e che non esistano

cicli endogeni. In tale situazione non esistono fluttuazioni a meno che non vi sia progresso tecnico. Una volta che un'innovazione viene introdotta, la forma di  $\Gamma$ , cioè  $\Gamma'$ , cambia, generando un processo di crescita ciclica. Si può sostenere quindi che le innovazioni *causano* le fluttuazioni (e la crescita).

Esistono molti impulsi che, nel mondo reale, influenzano il rapporto capitale-lavoro: il *learning by doing* (Arrow, 1962), i rendimenti crescenti (Romer, 1988) e la spesa in R&D (Greenwald *et al.*, 1990) sono solo alcune delle possibilità investigate. Di seguito modelliamo il cambiamento tecnologico come

$$(14) \quad \psi = \psi_{t-1} + \gamma(R\&D)_{t-1}.$$

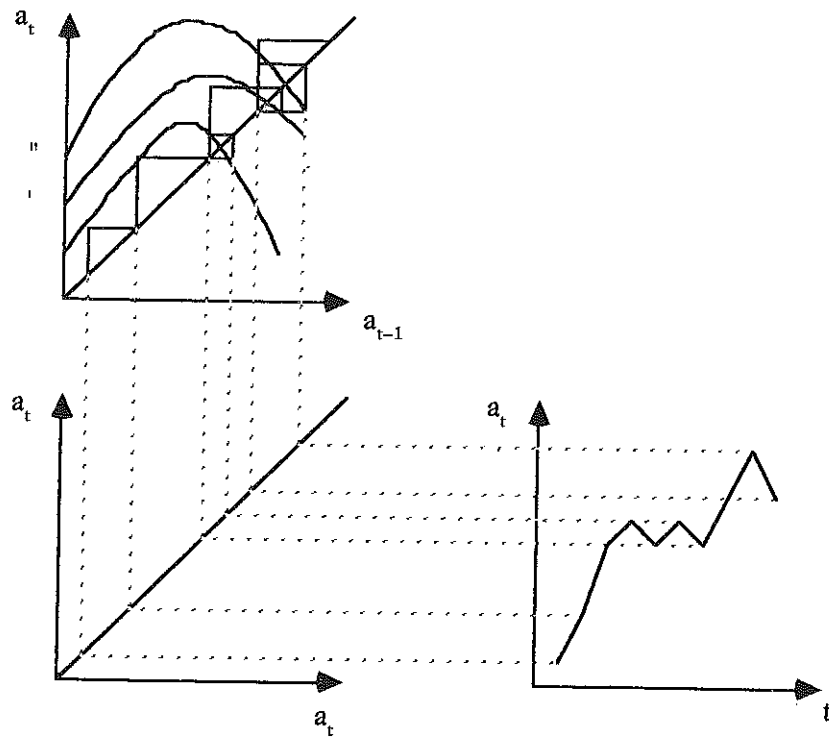
Greenwald *et al.* (1990), e numerosi lavori empirici, suggeriscono che la spesa in R&D sia legata al valore di mercato dell'impresa e non ai fondi esterni, cioè:  $(R\&D)_{t-1} = \xi a_{t-1}$ . In presenza di informazione asimmetrica, la finanza esterna è più costosa dell'autofinanziamento e sembra verosimile che imprese avverse al rischio preferiscano finanziare gli investimenti con una combinazione di fondi interni ed esterni, e la spesa in R&D (la cui produttività è relativamente casuale) solo con l'*equity base*. In particolare, sino a un certo ammontare di  $a$ , le imprese non investiranno in R&D, preferendo l'attività di sostituzione del capitale o l'espansione della produzione; solo se l'*equity base* è sufficientemente ampia, le imprese investiranno in un tipo di spesa potenzialmente molto profittevole, ma la cui probabilità di successo è estremamente bassa.

Poiché  $\psi$  entra in  $\varphi_0$  e  $\varphi_1$ , la curva  $\Gamma$  si sposta nel piano e  $\Gamma'$  cambia ogni volta che  $\psi$  aumenta. Infatti, quando  $\psi$  cresce,  $\Gamma'$  diviene meno ripida (potenzialmente da negativa a positiva) e anche il vertice si sposta verso l'alto.

Se  $\Gamma'$  cambia, anche la natura della dinamica muta. Analizziamo gli effetti del cambiamento tecnologico nel breve e nel lungo periodo.

Nel breve periodo le fluttuazioni divengono meno ampie e persistenti poiché il sistema sfrutta i cambiamenti della produttività (com'è accaduto nel secondo dopoguerra, quando il ciclo sembrava essere divenuto obsoleto) e il processo di crescita entra in un circolo virtuoso. Poiché il tasso di variazione della produttività è legato alla spesa in R&D, o in ultima analisi ad  $a_{t-1}$ , si instaura un circolo virtuoso. Quando la produttività aumenta, il valore di mercato dell'impresa cresce; questo stimola l'attività innovativa che a sua volta fa innalzare il valore di mercato dell'impresa, e così via. Nel lungo

FIGURA 3



periodo, questo circolo virtuoso si interrompe, quando gli incrementi della produttività vengono assorbiti da salari reali più elevati, che raffreddano il processo di crescita.

Dopo qualche tempo, infatti, i salari iniziano a crescere in modo da tenere il passo della produttività. Se questo cambiamento è sufficientemente elevato, il circolo virtuoso si interrompe e il tasso di crescita rallenta. Si può immaginare che, se l'*equity base* passa da un periodo di "piena" a uno di "magra", l'incremento della produttività rallenta, deprimendo l'occupazione, con la conseguenza che il valore delle imprese aumenta, e così via, in un processo altalenante di fasi alte e basse di crescita. La presenza di *trend* segmentati non è certo imputabile alla sola variazione dei salari (la crescita della popolazione o l'apertura di nuovi mercati sono solo alcuni dei fattori che possono influenzare il *trend*), ma in questo modello semplificato costituiscono il principale fattore di alternanza di periodi più e meno buoni.

## 5. Conclusioni

Secondo un'autorevole interpretazione, quando si analizzano le fluttuazioni «la maggior parte dei macroeconomisti condivide lo stesso approccio analitico generale, ovvero quello basato sulla distinzione tra meccanismi di impulso e meccanismi di propagazione», cioè l'approccio di Slutsky-Frisch (Blanchard e Fischer, 1989, p. 277). L'approccio impulsi-propagazione afferma che shock serialmente non correlati, gli impulsi, influenzano il prodotto attraverso un meccanismo di propagazione, cioè relazioni a ritardi distribuiti. Poiché si è mostrato che un meccanismo di propagazione lineare, assai semplice da studiare e analizzare empiricamente, può riprodurre il comportamento stocastico delle serie temporali, la tradizione non lineare è stata soppiantata da quella Slutsky-Frisch. Nell'approccio impulsi-propagazione il sistema è nell'equilibrio di *steady state*. Ma ciò non è senza problemi: in particolare si deve ipotizzare la sua stabilità e unicità, anche se la letteratura recente ha dimostrato come piccole modifiche nelle ipotesi di partenza possano generare equilibri multipli (Cooper e John, 1988).

In questo lavoro si è presentato un approccio alternativo allo studio del ciclo e delle fluttuazioni che usa un semplice modello stocastico non lineare capace di offrire un ampio spettro di dinamiche: integrando dinamiche stocastiche e non lineari è possibile studiare nuove interpretazioni del comportamento delle serie temporali, di cui tanto l'approccio Slutsky-Frisch quanto la tradizione non-lineare rappresentano casi particolari. Questo lavoro ha presentato un approccio alle fluttuazioni e alla crescita corroborato dall'evidenza empirica. Pur se tale approccio a un aspetto così rilevante della vita economica sembra assai promettente, ulteriore ricerca teorica (Stiglitz, 1993) ed empirica è necessaria per valutarne l'effettiva portata.



## BIBLIOGRAFIA

- AKERLOF G., 1970, "The market for 'lemons': quality uncertainty and the market mechanism", *Quarterly Journal of Economics*, 85, 488-500.
- ARROW K., 1962, "The economic implications of learning by doing", *Review of Economic Studies*, 29, 155-73.
- BLANCHARD O.J. and S. FISCHER, 1989, *Lectures on Macroeconomics*, MIT Press, Cambridge.
- BLANCHARD O.J. and D. QUAH, 1989, "The dynamic effects of aggregate demand and supply disturbances", *American Economic Review*, 79, 655-73.
- BLATT J.M., 1988, "On the econometric approach to business cycle analysis", *Oxford Economic Papers*, 30, 292-300.
- BROCK W., D. HSIEH and B. LEBARON, 1991, *Nonlinear Dynamics, Chaos, and Instability*, MIT Press, Cambridge.
- COOPER R. and A. JOHN, 1988, "Coordinating coordination failure in Keynesian models", *Quarterly Journal of Economics*, 103, 441-63.
- DELLI GATTI D., M. GALLEGATI and L. GARDINI, 1993, "Investment confidence, corporate debt, and income fluctuations", *Journal of Economic Behavior and Organization*.
- FRISCH R., 1933, "Propagation and impulse problems in dynamic economics", in *Economic Essays in Honour of Gustav Cassel*, London, Allen & Unwin, 171-205.
- GALLEGATI M. 1993, "Irregular business cycles", mimeo, Stanford University.
- GARDINI L. 1993, "Fluctuations and growth", mimeo, Università di Macerata.
- GOODWIN R., 1951, "The nonlinear accelerator and the persistence of business cycles", *Econometrica*, 19, 1-17.
- GOODWIN R., 1990, *Chaotic Economic Dynamics*, Clarendon Press, Oxford.
- GRANDMONT J.M., 1985, "On endogenous competitive business cycles", *Econometrica*, 53, 995-1046.
- GREENWALD B., M. KOHN, and J.E. STIGLITZ, 1990, "Financial market imperfections and productivity growth", *Journal of Economic Behavior and Organization*, 13, 321-45.
- GREENWALD B. and J.E. STIGLITZ, 1993a, "Financial market imperfections and business cycles", *Quarterly Journal of Economics*, 108, 77-114.
- GREENWALD B. and J.E. STIGLITZ, 1993b, "New and old Keynesians", *Journal of Economic Perspectives*, 7, 23-44.
- HICKS J., 1950, *A Contribution to the Theory of the Trade Cycle*, Clarendon Press, Oxford.
- KALDOR N., 1940, "A model of the trade cycle", *Economic Journal*, 50, 78-93.
- KYDLAND F. and E.C. PRESCOTT, 1982, "Time to build and aggregate fluctuations", *Econometrica*, 50, 1345-70.

- LUCAS R., 1988, "On the mechanism of economic development", *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- MANKIWI G. and D. ROMER, eds., 1991, *New Keynesian Economics*, MIT Press, Cambridge.
- MEDIO A. and G. GALLO, 1992, *Chaotic Dynamics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- MINSKY H., D. DELLI GATTI and M. GALLEGATI, 1993, "Financial institution, economic policy and the dynamic behavior of the economy", mimeo, Levy Institute.
- PASINETTI L.L., 1981, *Structural Change and Economic Growth*, Cambridge University Press, Cambridge.
- ROMER P., 1988, "Increasing returns and long term growth", *Journal of Political Economy*, 94, 1002-37.
- ROMER P., 1990, "Endogenous technological change", *Journal of Political Economy*, 98, 71-102.
- SCHUMPETER J.A., 1934, *The Theory of Economic Development*, Cambridge University Press, Cambridge.
- SLUTSKY E., 1937, "The summation of random causes as the source of cyclic processes", *Econometrica*, 5, 105-46.
- STIGLITZ J.E., 1993, "Endogenous growth and cycles", *NBER Working Paper* 4286.
- STIGLITZ J.E. and A. WEISS, 1981, "Credit rationing in markets with imperfect information", *American Economic Review*, 71, 393-410.
- ZARNOVITZ V., 1992, *Business Cycles*, NBER, Chicago.